

平成 26 年度「地域中小企業の人材確保・定着支援事業」  
（ものづくり中小企業におけるシニア人材等活用促進事業・  
素形材分野）

# 素形材産業を担う若手人材 の輩出・育成に関する調査 報告書

2015年3月

三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社





# 目 次

第1章 我が国及び海外主要国の素形材産業の動向	1
1 . 日本の素形材産業の概況	1
(1) 素形材産業の規模	1
(2) 素形材産業の品目別従業員数の推移	1
2 . 海外主要国の素形材産業の動向	4
(1) 鑄造工業の概況	4
(2) 鍛造工業の概況	8
第2章 ドイツにおける人材供給・育成の実態	12
1 . はじめに	12
2 . ドイツの産業構造の概観	13
(1) ドイツ経済の規模	13
(2) ドイツの貿易構造	13
(3) ドイツの生産ネットワーク	16
3 . ドイツの産業政策	17
(1) ドイツの労働市場改革と税制改革	17
(2) ドイツの産業クラスター政策	19
(3) ドイツの中小企業支援政策	20
(4) ドイツの起業に向けた支援	25
(5) ドイツのハイテク政策	25
4 . ドイツの素形材産業と中小企業	27
(1) ドイツの中小企業の特徴	27
(2) ドイツ素形材産業の特徴	28
5 . ドイツの人材育成システム	31
(1) ドイツの教育システム	31
(2) ドイツの学位	32
(3) ドイツの職業教育	32
6 . ドイツの大学における人材育成	37
(1) ハノーファー大学 生産技術研究所 (金属成形)	37
(2) フライベルグ工科大学 金属成形研究所	41
(3) ドレスデン工科経済大学	49

(4) シュタインバイス大学	55
7. 業界団体による人材育成	58
(1) ドイツ鍛造協会	58
第3章 韓国における人材供給・育成の実態	63
1. はじめに	63
2. 韓国の産業構造の概観	63
(1) 「漢江の奇跡」	63
(2) 「IMF危機」と構造改革	64
(3) 現在の韓国の経済概況・産業構造	64
3. 韓国の素形材産業の概観	69
(1) 素形材産業への振興	69
(2) 金型産業輸出入・貿易収支現況	71
(3) 素形材産業の事業者・労働者の現況	73
(4) 人材育成	76
4. 中等教育機関における職業教育：マイスター高校	81
(1) 概要	81
(2) 金型関連学科	84
(3) 卒業生の就職先、就職後の姿	85
5. 高等教育機関における職業教育：韓国ポリテク大学	91
(1) 概要	91
(2) 金型関連学科	95
(3) 卒業生の就職先、就職後の姿	96
6. 考察	97
第4章 米国における人材供給・育成の実態	99
1. はじめに	99
2. 米国の産業構造の概観	99
(1) 米国産業の経緯（概観）	99
(2) 米国製造業の海外流出	100
(3) 1990年代以降の米国産業	101
(4) 2010年以降の米国製造業	102
3. オバマ政権の産業政策・人材育成政策	103
(1) オバマ政権の産業政策	103
(2) 国家先進製造戦略計画における技能労働力の強化	103
(3) 先進製造パートナーシップ「先端製造業における米国競争優位性の確保」	104
(4) オバマ政権の製造業雇用政策	107
(5) オバマ政権の教育・人材育成政策	107

4 . 米国産業における素形材産業の現状と位置付け .....	108
( 1 ) 概況 .....	108
( 2 ) 素形材産業の事業者・労働者の現況 .....	110
5 . 米国の教育システム（技術者を中心とする人材育成、キャリア教育）における素形材関連教育 .....	113
( 1 ) 概況 .....	113
( 2 ) 大学学部および修士教育 .....	115
( 3 ) 中等教育レベル .....	116
( 4 ) 職業能力資格 .....	117
6 . 研究開発拠点の現状 .....	118
( 1 ) オバマ政権による製造業イノベーション国家ネットワーク .....	118
( 2 ) 業界団体による取り組み .....	119
7 . 考察 .....	119
第5章 産業界が求めるエンジニア人材にかかる調査 .....	123
1 . 素形材企業における若手人材の育成・確保にかかる現状と課題 .....	123
( 1 ) 若手人材確保の状況 .....	123
( 2 ) 新規学卒者の採用状況 .....	126
( 3 ) 新規学卒者に対する評価 .....	131
( 4 ) 新規学卒者に求める資質や能力 .....	132
( 5 ) 大学・大学院卒に求める専門知識 .....	133
( 6 ) 人材の需給バランス .....	135
( 7 ) 人材育成にかかる取組み .....	139
( 8 ) 高専生の採用実態・期待役割 .....	144
2 . ユーザー企業が求める素形材を担う人材像 .....	147
( 1 ) 協力企業としての素形材企業のものづくりへのニーズ .....	147
( 2 ) 協力企業としての素形材企業に求める人材像 .....	148
3 . 金融機関からみた素形材を担う人材像 .....	149
( 1 ) 金融機関からみた素形材企業の課題/問題点 .....	149
( 2 ) 金融機関が素形材企業に望む取組み .....	151
第6章 国内高等教育機関における素形材エンジニア人材の実態 .....	154
1 . 大学からみた素形材分野の研究環境および人材育成の現状と課題 .....	156
( 1 ) 大学における素形材関連の研究・技術者の輩出の状況 .....	156
( 2 ) 素形材に対する学生の関心 .....	157
( 3 ) 就職先・キャリアパス .....	158
( 4 ) 人材育成の取組み・成果 .....	158
( 5 ) 人材育成上の課題 .....	160
( 6 ) 人材育成における産業界の協力 .....	160

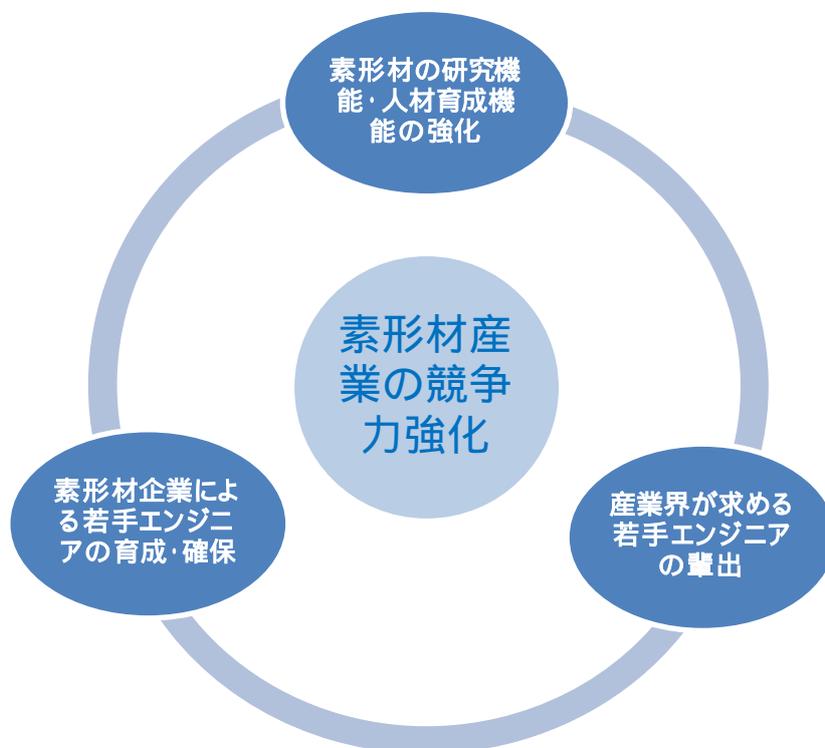
( 7 ) 企業の人材育成に係るニーズ	161
( 8 ) 産学共同の現状・課題	162
( 9 ) 今後の方向性について	162
2 . 主な大学における素形材エンジニア人材育成への取組み	164
第 7 章 若手技術者として期待される学生の意識調査	189
1 . 調査設計	189
( 1 ) 調査概要	189
( 2 ) 調査項目	190
( 3 ) 調査対象者のプロフィール	190
2 . グループインタビューの結果	192
第 8 章 素形材を担うエンジニア人材の育成確保のための方策	205
1 . 素形材の研究機能・人材育成機能の強化	206
( 1 ) 現状と課題	206
( 2 ) 目指すべき方向性と期待される効果	210
( 3 ) 具体的な取組方策	211
2 . 産業界が求める若手エンジニアの輩出	215
( 1 ) 現状と課題	215
( 2 ) 目指すべき方向性と期待される効果	220
( 3 ) 具体的な取組方策	222
3 . 素形材企業による若手エンジニアの育成・確保	225
( 1 ) 現状と課題	225
( 2 ) 目指すべき方向性と期待される効果	228
( 3 ) 具体的な取組方策	229

## 序

---

2013年3月に公表された「新素形材産業ビジョン」では、我が国の素形材産業の競争力強化のためには、現場知識と高度で幅広い工学的知識を有する「エンジニア人材」が必要と指摘している。エンジニア人材を輩出するのは、主に大学や高専（工業高等専門学校）である。しかし、大学では「学生が集まりにくい」「論文が書きにくい」「科研費がとりにくい」といった理由で素形材の学科の縮小・廃止が進み、素形材領域での研究者や学生の減少が危惧されている。

そこで、本調査では、大学等の素形材企業への人材供給・育成機能の低下が懸念される中、ドイツなどの諸外国における素形材産業のエンジニア育成の取組みなども参考に、今後我が国において産学官が連携しながら素形材関連の人材育成・研究開発拠点を維持整備していく方策や、素形材企業をめざす若手エンジニアを増やしていく方策、さらに素形材企業が若手エンジニアを育成・確保するための方策について検討を行った。



## 調査フロー

新素形材産業ビジョンの提言：

「現場知識と高度で幅広い工学的知識を有する「エンジニア人材」が必要」



調査の視点



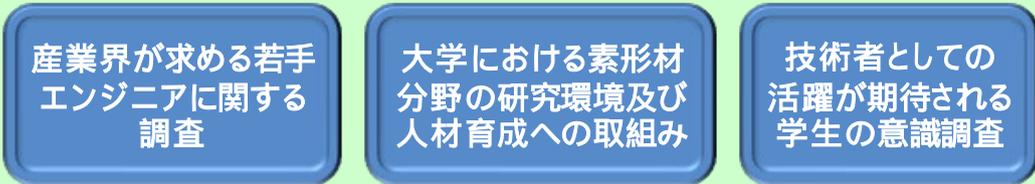
### 【海外調査編】

- ◎ 海外主要国ではどのように素形材エンジニアを育成・確保しているのか
- ◎ 大学等の研究教育機関は産業界が求める人材をどう育成・輩出しているのか。



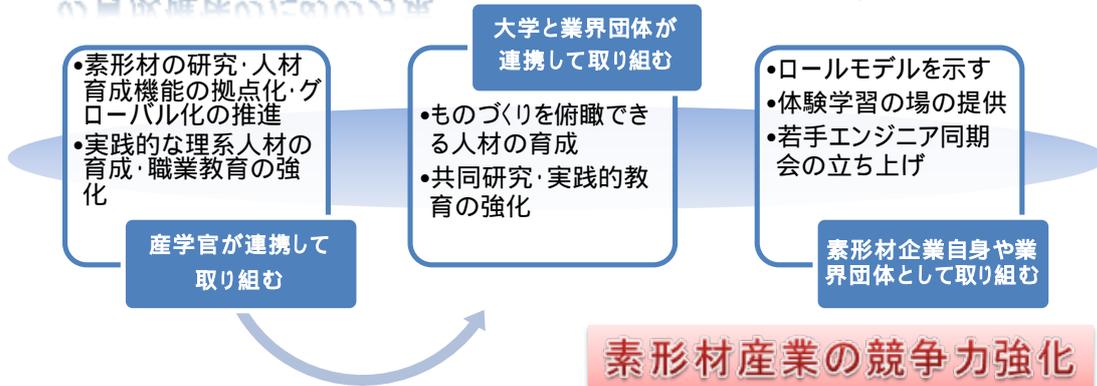
### 【国内調査編】

- ◎ 素形材企業はどのような若手エンジニアを求めているのか、若手を育成・確保できているのか
- ◎ 日本の大学における素形材領域の研究や人材育成上の課題は何か
- ◎ 工学を学ぶ学生は素形材という領域および中小企業の実態をどの程度理解しているのか



提言

### 素形材を担うエンジニア人材の育成確保のための方策



## －海外調査編－

### 海外（ドイツ、韓国、米国）における 人材供給・育成の実態調査





素形材産業における若手人材（技術者）育成をめぐる主要国の比較

	ドイツ	米国	韓国	日本の特徴、日本への示唆
産業構造上の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドイツ製造業は中堅中小企業が牽引（日本の中小企業より規模は大きく、2000年までに統廃合や選択と集中が進み、強い中小企業）</li> <li>脱下請、グローバル化が進展。価格競争ではなく付加価値を狙う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋳造品生産量は中国に次ぐ世界第2位。金属鋳造企業では20万人以上が雇用され、80%が従業員100名以下の小規模企業。ダイカストはリーマンショックで事業所・雇用減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業所の99.9%が中小企業で、財閥と中小企業の所得格差は拡大</li> <li>系列取引関係下でGNT企業が育ちにくい環境</li> <li>金型は貿易黒字を生むリーディング産業へ発展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の素形材企業は独の中小企業に比べて規模が小さく、サプライチェーンの下請構造の中に組み込まれ、経営力やグローバル対応が遅れ</li> <li>GNTのような尖った企業も存在</li> </ul>
産業政策の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>中小企業への技術移転促進（例：シュタインバイス）</li> <li>地域産業クラスターの推進</li> <li>シュレーダー政権下の労働改革、事業承継対策、等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オバマ政権下で「先進製造業」強化 研究開発・人材育成の強化 例：人材パイプライン確保の提言</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2000年代以降、部品・素材産業育成のための包括的政策を展開</li> <li>素材・部品未来ビジョン2020</li> <li>2012年までに部品素材世界5強入を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サポーティングインダストリーをはじめ、中小企業への手厚い支援（韓国の一連の部素材産業の振興策は日本を参考にしたもの）</li> </ul>
教育システムや人材育成政策の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>デュアルシステムからなる充実した職業教育（資格社会と連動）</li> <li>実学重視のマイスター制度</li> <li>多様な高等教育（総合大学、専門大学、デュアル大学、等）</li> <li>PBL教育など産業界と連携した人材育成</li> <li>職業教育やマイスター制度の海外展開を戦略的に展開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>幼稚園～高等教育：STEM（科学・技術・工学・数学）教育に注力</li> <li>中間層対策：職業訓練や徒弟制度の充実化</li> <li>技能教育：コミュニティカレッジの役割強化（ドイツの協力あり）</li> <li>先進製造業強化の中で技術教育の強化 主要大学における製造業のための修士課程の設立等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1980年代以降、大学や高校に「金型科」を設置し金型技術者を国策として養成、しかし近年は敬遠され機械工学科に併合される例も</li> <li>学歴インフラ、人材不足を背景に2010年頃から「先・就職、後・進学制度」を推奨</li> <li>マイスター高校、韓国ポリテク大学、テーマの集中と選択を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>教育は州政府に権限がある独米、政府トップダウンで地域連携を強化している韓国に比べ、日本の大学は文科省管轄下で、産業界のニーズを反映させにくい</li> <li>教員には研究、教育、社会貢献全てが求められ、特化できない</li> <li>職業教育（インターンシップ）が脆弱、基礎学力と実践教育が課題</li> </ul>
素形材産業をめぐる人材育成の現状と課題（大学教育、産業界の取組等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>エンジニアという職業の社会的地位が確立されているが、少子化を背景に大学等の危機感は強く、産業界との共同研究等を通じた人材育成を強化（総合大学工学部や専門大学の教授は実務経験を重視されるなど、産学のパイプが太い）</li> <li>鍛造協会では大学との提携強化、定期的に主要大学長との意見交換</li> <li>特徴あるシュタインバイス大学</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術者不足と、必要な能力を持つ求職者がいないという「技術ギャップ」が課題</li> <li>世界大学ランキング「冶金・金属工学分野」のトップ2校が存在</li> <li>業界のプレゼンスが高く人材育成に積極的にコミット（インターンシップ、奨学金付与、職業能力資格の開発と運営、教育・研修の提供等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014年の大卒就職率が6割弱の中、実務中心の職業能力開発や地域産業と連携したマイスター高校やポリテク大学は高い就職率を誇り、卒業生の職場満足度が高いなど一定の成果を収める</li> <li>仁川ポリテク大学の「金型設計学科」では金型関連企業への就職率は9割に達する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>素形材の研究室、素形材を学ぶ学生の減少（理系離れ）</li> <li>独のマイスター制度や職業教育制度のように人材育成が社会システム化されておらず、社内で新卒人材を育成できない中小企業は高齢化が進展</li> <li>即戦力となる中堅技術者を育成する高専の進学率が高まり、中小企業の高度化を担う人材が課題</li> </ul>
その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州統一基準の中でドイツのマイスターの学位化が進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業空洞化後も軍事産業の存在で尖った素形材技術は温存</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国策として特定分野に集中して資金を投下（選択と集中、拠点化）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>拠点化、インターンシップ（職業教育）、企業内修士・博士が出口</li> </ul>



# 第1章 我が国及び海外主要国の素形材産業の動向

ここでは、日本の素形材産業の概況と、今回の調査対象国であるドイツ、韓国、米国の鋳造業と鍛造業の動向を概観する。

## 1. 日本の素形材産業の概況

### (1) 素形材産業の規模

我が国の素形材産業は、平成24年(2012年)時点で出荷額が約4.6兆円で、前年の約4.3兆円を上回り、前年比約7%の伸びとなった。出荷額の伸びに貢献したのは鋳造、金属プレス、粉末冶金で、鍛造品は前年比マイナスとなっている。

従業員数は約18.2万人で前年の18.1万人から微増、一方、事業所数は6,135と前年の6,345から減少した。事業所数は鋳鋼、鍛鋼を除き、減少に転じている。特に非鉄金属鍛工品の事業所が146→121と大きく減少し、これが出荷額の減少に結びついていると考えられる。

図表 1-1 我が国の素形材産業の規模(平成24年)

業種	出荷額(百万円)			従業員数(人)			事業所数		
	23年	24年	前年比	23年	24年	前年比	23年	24年	前年比
鋳造品製造業	1,729,921	2,007,692	116.1	76,149	77,197	101.4	2,159	2,085	96.6
鋳鉄鋳物 (鋳鉄管、可鍛鋳鉄を含む)	764,528	928,739	121.5	33,464	33,404	99.8	829	817	98.6
鋳鋼	130,929	164,629	125.7	6,104	6,943	113.7	64	75	117.2
非鉄金属鋳物	266,827	279,252	104.7	12,352	11,531	93.4	576	529	91.8
ダイカスト	567,637	635,072	111.9	24,229	25,319	104.5	690	664	96.2
鍛造品製造業	692,981	657,713	94.9	18,336	18,326	99.9	537	485	90.3
鍛工品	505,062	484,955	96.0	13,439	13,203	98.2	385	356	92.5
鍛鋼	98,871	94,863	95.9	1,757	2,112	120.2	6	8	133.3
非鉄金属鍛造品	89,048	77,895	87.5	3,140	3,011	95.9	146	121	82.9
金属プレス製品製造業	1,590,677	1,637,112	102.9	75,478	75,553	100.1	3,713	3,459	93.2
粉末冶金製品製造業(磁性材料を含まない)	269,112	284,117	105.6	11,148	11,163	100.1	114	106	93.0
素形材産業の合計	4,282,691	4,586,634	107.1	181,111	182,239	100.6	6,523	6,135	94.1

出所:総務省、経済産業省 平成24年経済センサス 産業別集計 製造業 産業編 確報、平成24年工業統計表 産業編 確報

出所:素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

### (2) 素形材産業の品目別従業員数の推移

素形材産業の従業員数は2013年12月末時点で約11万人となっており、過去5年間ほぼ横ばいで推移している。

過去10年間の推移をみると、リーマンショック前の好況期には約12万人まで増加したが、リーマンショックで約1万人減少し、その後は11万人前後で推移している。

品目別にみると、金属プレスが29,022人と最も多く、次いで銑鉄鋳物の24,880人、ダイカストの15,097人、鍛工品の14,477人となっている。この4品目で素形材全体の76%を占めており、過去10年間、このシェアに大きな変動はない。

鋳造品の品目別の従業員数の推移を2004年時点を100としてみると、可鍛鋳鉄のみ減少基調で推移し、それ以外の品目は多少の増減の繰り返しはあるもののほぼ横ばいで推移している。鍛造（鍛鋼品、鍛工品）、金属プレス、粉末冶金については、鍛造は増加基調にあるが、金属プレスと粉末冶金は減少基調で推移している。

図表 1-2 素形材品目別従業員数の推移

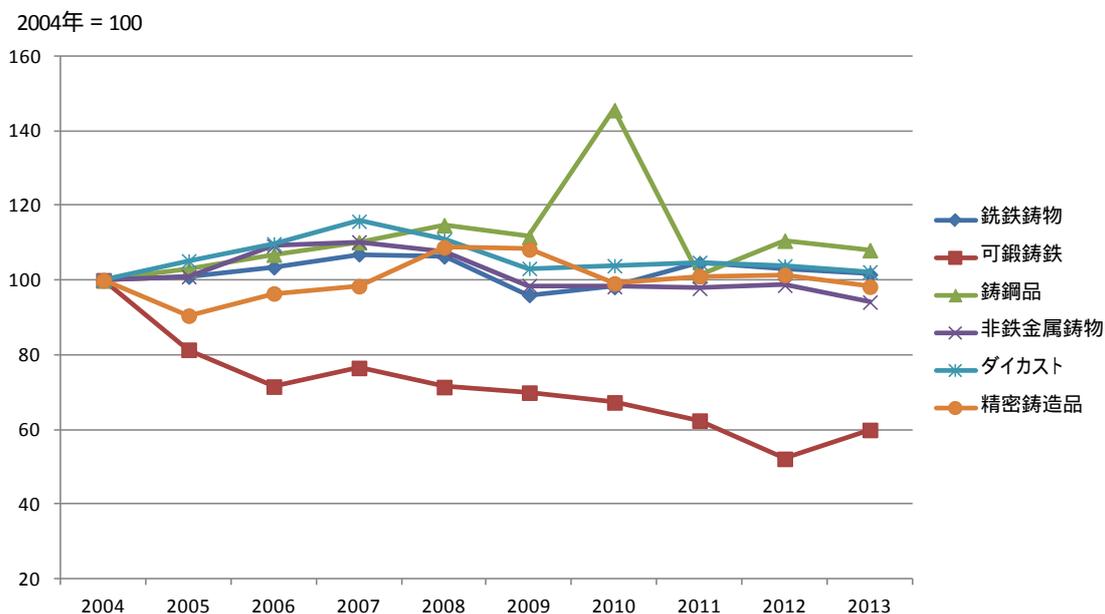


注1：非鉄金属鋳物は、銅合金鋳物と軽合金鋳物（アルミニウム鋳物、マグネシウム鋳物）の合計  
 注2：本表の調査対象事業所の従業員規模は、10人以上が銅合金鋳物、20人以上が銑鉄鋳物、軽合金鋳物、鍛工品、金属プレス加工、30人以上が可鍛鋳鉄、精密鋳造品、ダイカスト、粉末冶金製品であり、鋳鉄管、鋳鋼品、鍛鋼品は悉皆調査である。

注3：各年12月末現在

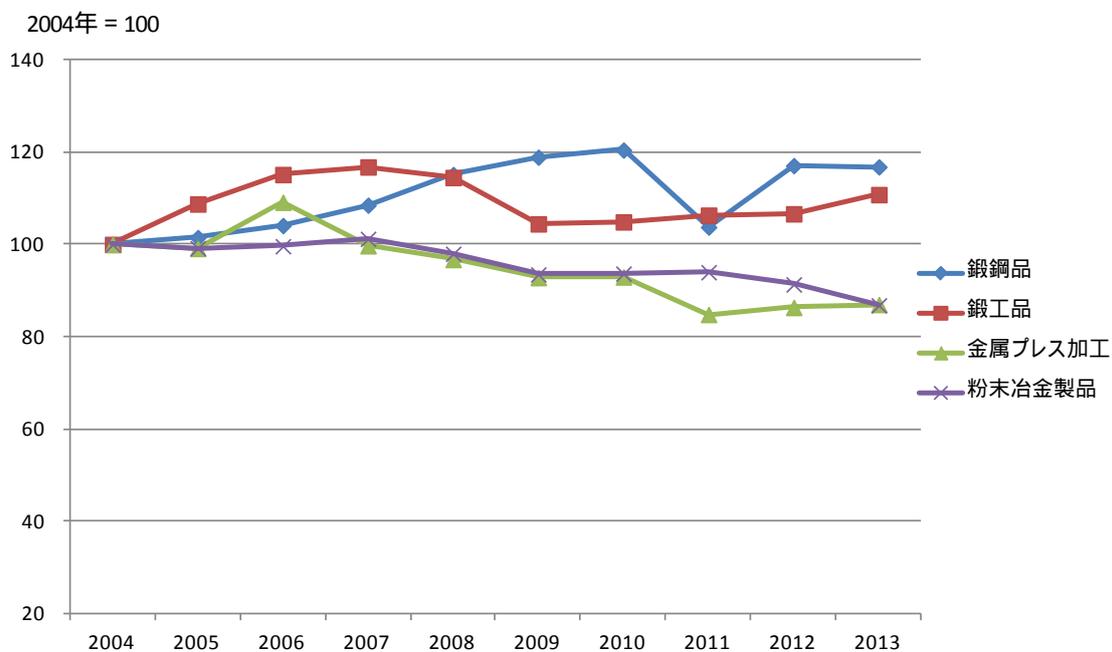
出所：素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

図表 1-3 鋳造品の品目別にみた従業員数の推移 (2004年=100)



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

図表 1-4 鍛造・プレス・粉末冶金の従業員数の推移 (2004年=100)



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

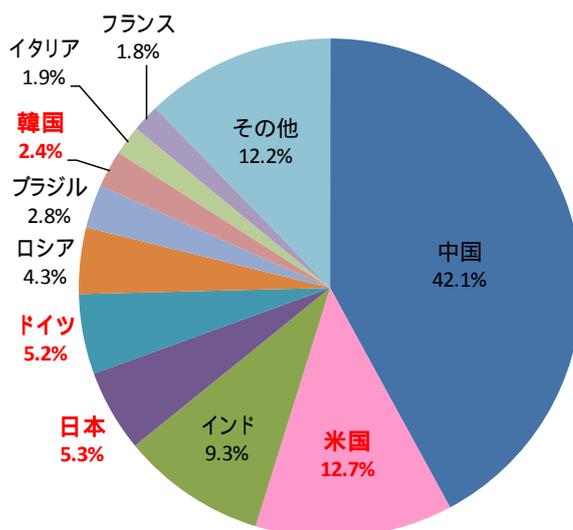
## 2. 海外主要国の素形材産業の動向

ここでは、米国、ドイツ、韓国を中心とする海外の素形材産業の動向を把握するため、  
 鋳造工業と鍛造工業の動向を取り上げる。

### (1) 鋳造工業の概況

2012年における世界（日本を含む37カ国）の鋳造品生産量は10,083.5万トンで、4カ国の中では米国の生産量の占める割合が12.7%（1,282.5万トン）と最も多く、次いで日本（5.3%）、ドイツ（5.2%）、韓国（2.4%）となっている。日本とドイツの鋳造品生産量は拮抗している。しかしながら、鋳造工場数を比較すると日本が2,113工場と最も多く、ドイツの約3.5倍の数に相当する。同じ鋳造品生産量でも、日本はドイツに比べて生産規模が小さいことがわかる。なお、韓国は非鉄鋳物の工場の割合が少ないことがわかる。

図表 1-5 鋳造品生産量の国別割合



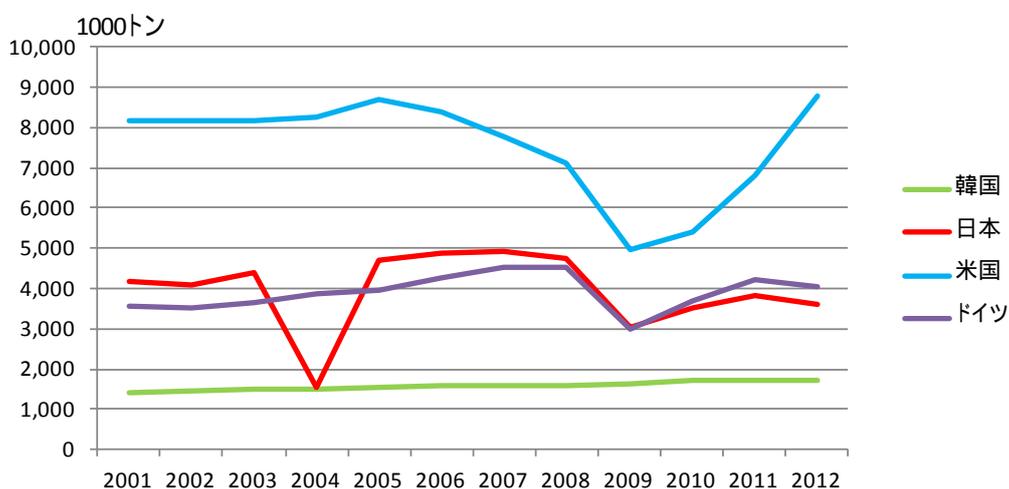
図表 1-6 主要国の鋳造工場数

	鋳鉄	鋳鋼	非鉄鋳物	計	割合
日本	808	78	1,227	2,113	4.2%
ドイツ	209	53	343	605	1.2%
韓国	517	145	235	897	1.8%
米国	643	362	1,005	2,010	3.9%
世界合計	23,433	6,741	14,870	50,909	100.0%

出所：素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

銑鉄鑄物の生産量の推移をみると、リーマンショック後に米国は急速に生産量を戻しているのに対し、日本とドイツはリーマンショック前の水準に戻すことなく、直近では減少基調で推移している。

図表 1-7 銑鉄鑄物生産量の推移



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

### ①米国の鑄造工業

米国は可鍛鑄鉄を除くすべての品目で生産が伸びている。鉄系鑄物が約 8 割を占め、ねずみ鑄鉄とダクタイル鑄鉄がほぼ半分ずつとなっている。

図表 1-8 米国鑄造品の品目別生産量の推移

			2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
鉄系鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	4,329	4,256	4,458	4,256	3,899
		球状黒鉛鑄鉄	3,828	4,014	4,241	4,129	3,890
	小計	8,157	8,270	8,699	8,385	7,789	
	可鍛鑄鉄	105	163	75	n/a	67	
鑄鋼品	950	1,031	1,287	1,366	1,248		
非鉄金属鑄	銅合金鑄物	277	286	292	288	283	
	アルミニウム鑄物	1,952	1,964	2,080	2,004	1,847	
	マグネシウム鑄物	73	80	101	105	110	
	亜鉛鑄物	345	327	313	307	298	
	その他鑄物	210	194	49	n/a	54	
合計			12,070	12,314	12,897	12,455	11,819
			2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
鉄系鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	3,503	2,409	2,633	2,962	4,296
		球状黒鉛鑄鉄	3,598	2,554	2,753	3,841	4,480
	小計	7,101	4,963	5,386	6,803	8,776	
	可鍛鑄鉄	60	35	-	102	85	
鑄鋼品	1,172	687	983	977	1,433		
非鉄金属鑄	銅合金鑄物	275	179	265	263	356	
	アルミニウム鑄物	1,740	1,191	1,234	1,523	1,753	
	マグネシウム鑄物	110	66	106	99	111	
	亜鉛鑄物	274	167	204	181	240	
	その他鑄物	53	120	60	60	72	
合計			10,785	7,408	8,238	10,008	12,825

出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

## ②ドイツの鑄造工業

ドイツはリーマンショックで大幅に生産量が落ち込んだ後、2011年にかけて生産量を戻していたが、その後、2013年にかけて非鉄金属鑄物を除くすべての品目で減産基調にある。

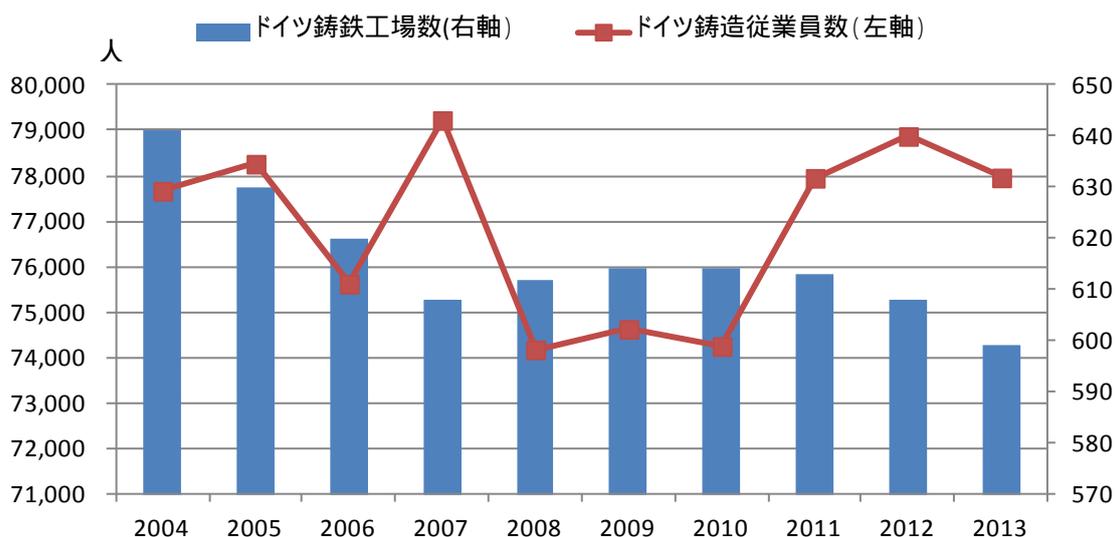
鑄造工場数をみると、過去10年間で42工場減っているが、従業員数は増減を繰り返しつつも10年前の水準を上回っており、1工場あたりの従業員規模でみるとやや規模拡大傾向にあるといえる。

図表 1-9 ドイツ鑄造品の品目別生産量の推移

			2003年	2004年	2005年	2006年	2007年			
鉄系 鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	2,296	2,421	2,469	2,583	2,717			
		球状黒鉛鑄鉄	1,342	1,428	1,487	1,661	1,796			
	可鍛鑄鉄	39	53	53	56	59				
	鑄鋼品	181	186	200	215	211				
	非鉄金属鑄物		864	895	896	973	1,085			
合計			4,722	4,983	5,105	5,488	5,868			
			2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年		
鉄系 鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	2,678	1,807	2,185	2,541	2,393	2,382		
		球状黒鉛鑄鉄	1,847	1,223	1,487	1,733	1,642	1,572		
	可鍛鑄鉄	41	31	52	35	32	30			
	鑄鋼品	220	182	192	218	217	208			
	非鉄金属鑄物		998	667	930	991	988	1,026		
合計			5,784	3,910	4,846	5,518	5,272	5,218		

出所：素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

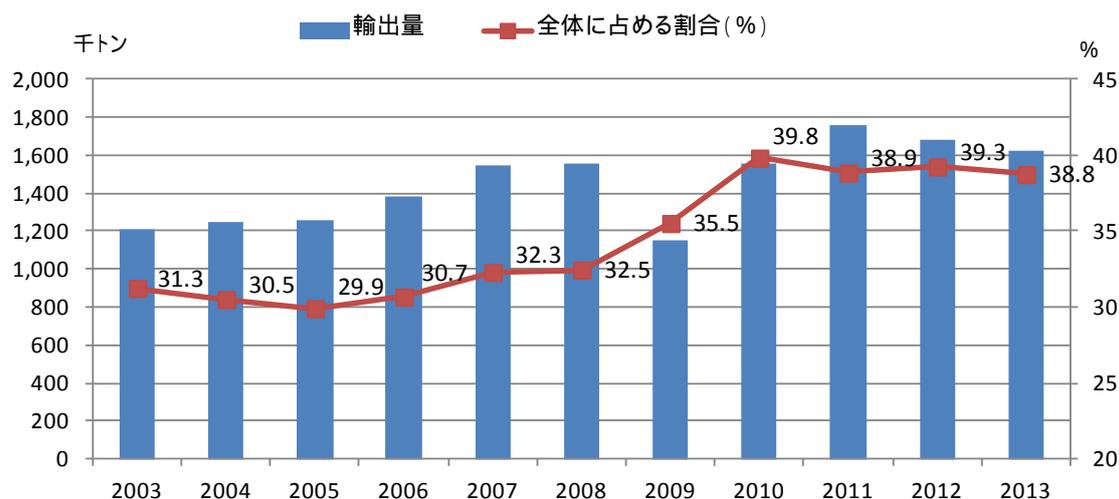
図表 1-10 ドイツの鑄造工場数と従業員数の推移



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

リーマンショックの影響でドイツは輸出も大幅に落ち込んだが、輸出については翌年には回復し、リーマンショック前を上回る量で推移している。鑄造品全体の生産がやや停滞する中で、輸出は好調を維持している。特に、リーマンショック以降は生産量に占める輸出割合が急伸し、生産量の4割弱を海外市場に依存していることがわかる。

図表 1-11 ドイツ鉄系鑄物生産量に占める直接輸出量と全体に占める割合の推移



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

### ③ 韓国の鑄造工業

韓国の特徴は、過去 10 年間で非鉄系鑄物の生産量を増やしてきていることにある。鉄系鑄物も若干は増えているが、生産量増加に貢献しているのは非鉄系鑄物である。

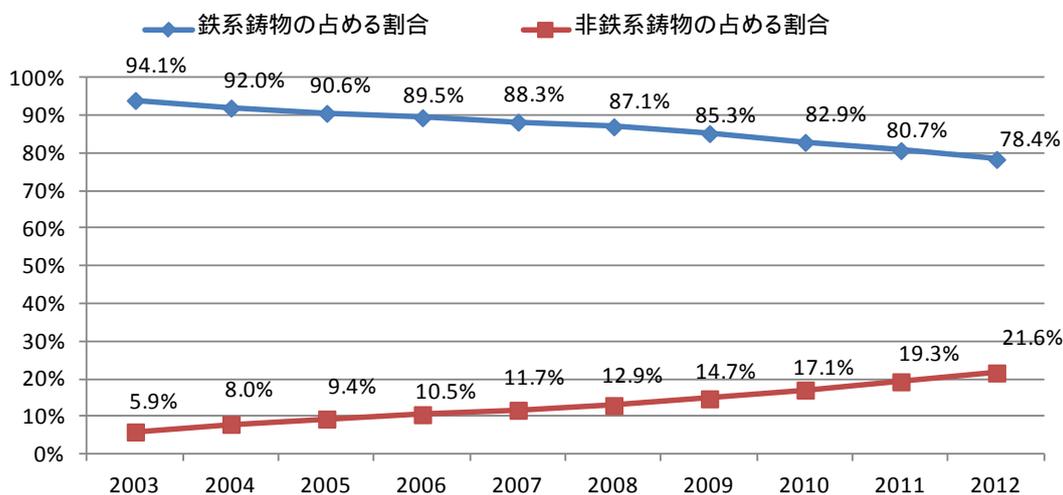
図表 1-12 韓国鑄造品の品目別生産量の推移

年							(単位:トン)	
	品目	ねずみ鑄鉄	球状黒鉛鑄鉄	可鍛鑄鉄	鑄鋼品	小計	非鉄鑄物	合計
2003		943,600	539,200	48,400	146,700	1,677,900	105,900	1,783,800
2004		957,200	556,700	46,500	149,100	1,709,500	147,800	1,857,300
2005		960,100	565,200	46,500	149,600	1,721,400	177,800	1,899,200
2006		987,600	576,500	46,600	150,400	1,761,100	207,200	1,968,300
2007		1,002,500	586,900	46,500	151,200	1,787,100	236,800	2,023,900
2008		1,010,500	595,700	40,300	152,000	1,798,500	267,400	2,065,900
2009		1,020,600	607,600	38,500	153,500	1,820,200	314,800	2,135,000
2010		1,042,000	653,400	-	156,700	1,852,100	381,500	2,233,600
2011		1,054,500	652,000	22,100	160,600	1,889,200	451,000	2,340,200
2012		1,062,900	671,500	14,000	160,900	1,909,300	526,500	2,435,800

出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

過去 10 年間の鉄系鋳物と非鉄系鋳物の生産量に占める割合の推移をみると、鉄系鋳物は 2003 年の 94.1% から 2012 年は 78.4% へ、その反対に非鉄系鋳物は 5.9% から 21.6% へと存在感を増している。

図表 1-13 韓国鋳造品の鉄系・非鉄系割合の推移

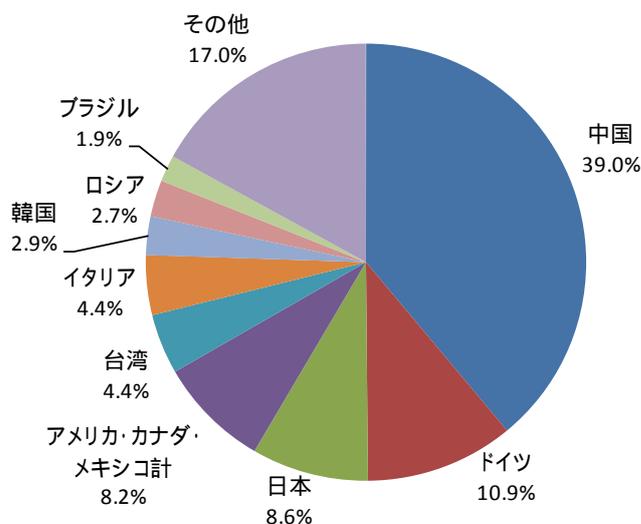


出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」より作成

## (2) 鍛造工業の概況

2013 年における世界主要国の鍛造品生産重量は 25,711 千トンで、国別の内訳をみると中国が 10,015 千トンと 39% を占めており、次いでドイツ (10.9%)、日本 (8.6%)、アメリカ・カナダ・メキシコ計 (8.2%) と続き、韓国は 2.9% となっている。なお、冷間鍛造だけで見ると、ドイツが世界の 44.9% を占めている。

図表 1-14 鍛造品生産重量の国別割合



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

生産重量の過去5年間のトレンドをみると、韓国を除く各国とも2009年はリーマンショックの影響により生産量が落ち込んでいるが、その後持ち直している。

工場数はドイツや韓国は横ばいで推移、日本とアメリカ・カナダ・メキシコ計は減少基調で推移している。

従業員数は日本とアメリカ・カナダ・メキシコは増加基調、ドイツは横ばい、韓国は大幅に減少している。

図表 1-15 鍛造品生産重量の国別割合

	年	品目 生産重量 総合計	単位:千トン、人	
			工場数	従業員数
世界計	2009	20,188	2,702	368,055
	2010	25,155	2,614	435,025
	2011	27,462	3,078	380,823
	2012	25,454	2,739	373,860
	2013	25,711	2,927	404,891
	2013/2012	101.0	106.9	108.3
日本	2009	1,470	374	13,649
	2010	2,131	347	13,777
	2011	2,187	361	13,899
	2012	2,182	359	13,933
	2013	2,205	356	13,933
	2013/2012	101.1	99.2	100.0
中国	2009	7,760	450 + X	135,000
	2010	10,224	500 + X	200,000
	2011	10,981	460	143,000
	2012	9,088	460	143,000
	2013	10,015	460	143,000
	2013/2012	110.2	100.0	100.0
韓国	2009	700	125	9,500
	2010	700	125	9,500
	2011	700	125	9,500
	2012	748	125	9,500
	2013	735	416	6,462
	2013/2012	98.3	332.8	68.0
アメリカ カナダ メキシコ 計	2009	1,474	296	25,000
	2010	1,813	260	35,000
	2011	1,957	252	36,000
	2012	2,084	253	37,000
	2013	2,112	256	37,000
	2013/2012	101.3	101.2	100.0
ドイツ	2009	1,918	250	31,400
	2010	2,492	250	30,000
	2011	2,891	250	31,500
	2012	2,712	250	31,500
	2013	2,807	250	31,500
	2013/2012	103.5	100.0	100.0

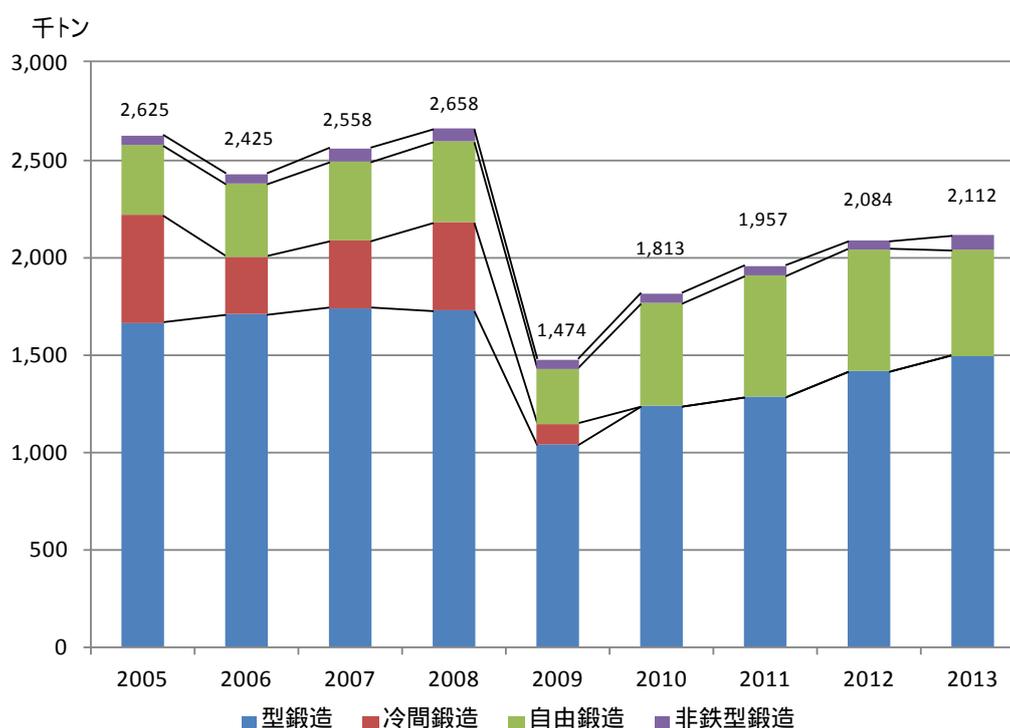
出所：素形材センター「素形材年鑑 平成25年版」

### ①北米の鍛造工業

2013年における北米(アメリカ・カナダ・メキシコ)の鍛造品生産量は2,112千トンで、内訳をみると型鍛造が1,495千トンと全体の7割を占めている。

リーマンショックの影響は大きく、2009年に生産量が大きく落ち込んだが、翌年以降、徐々に生産を戻しつつある。しかしながら、2013年時点の生産量はリーマンショック前の8割にとどまっている。

図表 1-16 北米における鍛造品の品目別生産量の推移



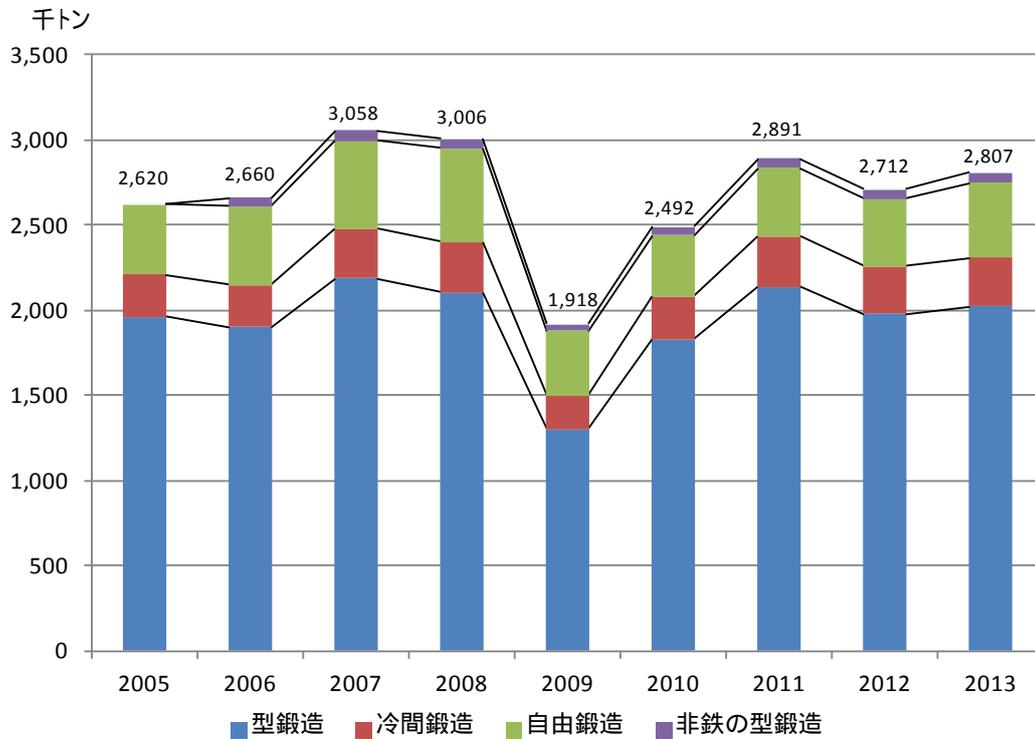
出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

### ②ドイツの鍛造工業

2013年におけるドイツの鍛造品生産量は2,807千トンで、内訳をみると型鍛造が2,025千トンと全体の9割を占めている。

ドイツにおいてもリーマンショックの影響は大きく、2009年に生産量が大きく落ち込んだが、その後急速に生産を戻し、2年後の2011年には2007年のピーク時の95%まで回復させた。ただし、2012年～2013年の直近の2年間にかけては欧州経済の低迷を受けてか生産が停滞しており、2011年の水準を下回って推移している。

図表 1-17 ドイツにおける鍛造品の品目別生産量の推移



出所：素形材センター「素形材年鑑 平成 25 年版」

## 第2章 ドイツにおける人材供給・育成の実態

### 1. はじめに

ドイツの素形材産業は日本の比較対象として取り上げられることが多い。ドイツは先進国の中でも、日本同様に製造業を国の基幹産業としており、高い競争力を有している。自動車や産業機械といった機械産業が強いという産業構造も似ており、中堅・中小企業からなる裾野の広いサプライチェーンを有している。こうしたサプライチェーンの中心的な役割を占めているのがドイツの素形材企業であり、“ミッテルシュタント”“隠れたチャンピオン企業”として着目されているドイツ企業として名を連ねる企業が少なくない。

このように産業構造は似ているが、ドイツは欧州という巨大な統一市場に位置し、中小企業といえども規模は日本の中堅企業に匹敵し、日本のような従属的な取引構造に組み込まれておらずグローバル経営を志向するする中小企業が多いといわれる。また、早い段階から将来の進路を決めるドイツの教育システムは日本と大きく異なり、デュアルシステムに代表される職業教育が社会システムとして根付いている。

本調査では、日本と似た産業構造にあるドイツにおいて、素形材分野の研究・教育機能が現状どのような状況にあるのか、素形材業界が求める若手エンジニアが育成されて素形材企業へ供給されているのかどうか、ドイツの若者にもものづくり離れや素形材離れという懸念はないのかどうか、といった分析を行い、この後の日本の素形材分野の若手エンジニアの育成・確保のための示唆を抽出するための検討材料とする。

調査方法としては文献調査のほか、ドイツは現地ヒアリングを実施し、政府機関や大学、業界団体への訪問調査を実施した。

図表 2-1 ドイツ現地調査における訪問先

訪問日	訪問先（所在地）	訪問先の特徴及び訪問目的
11/24（月）	フライベルグ工科大学 （フライベルグ）	前身は鉱山大学として知られ、冶金、材料の研究に歴史がある。同大学の金属材料研究所を訪問。
	ドレスデン技術経済専門大学 （ドレスデン）	ドイツの製造業の多くは専門大学から技術者を採用していると聞く。この専門大学には機械工学科があり、活発な産学連携が行われている。
11/25（火）	シュタインバイス大学 （シュツットガルト）	中小企業のための職業教育大学であり、企業は共同研究テーマと社員を派遣し、大学はその研究課題に対して社員に学位を与えるしくみがある。
11/26（水）	連邦職業教育研究所（ボン）	職業教育の国際化／標準化を担当する政府機関。
11/27（木）	ハノーファー大学 （ハノーファー）	鍛造研究ではドイツトップレベル。活発な産学連携を手がけ、優秀なエンジニアを輩出しているハノーファー大学生産技術センター（PZH）を訪問。
11/28（金）	ドイツ鍛造協会（ハーゲン）	鍛造の業界団体で、業界として若手技術者育成のサポートや職業教育に取り組んでいる。

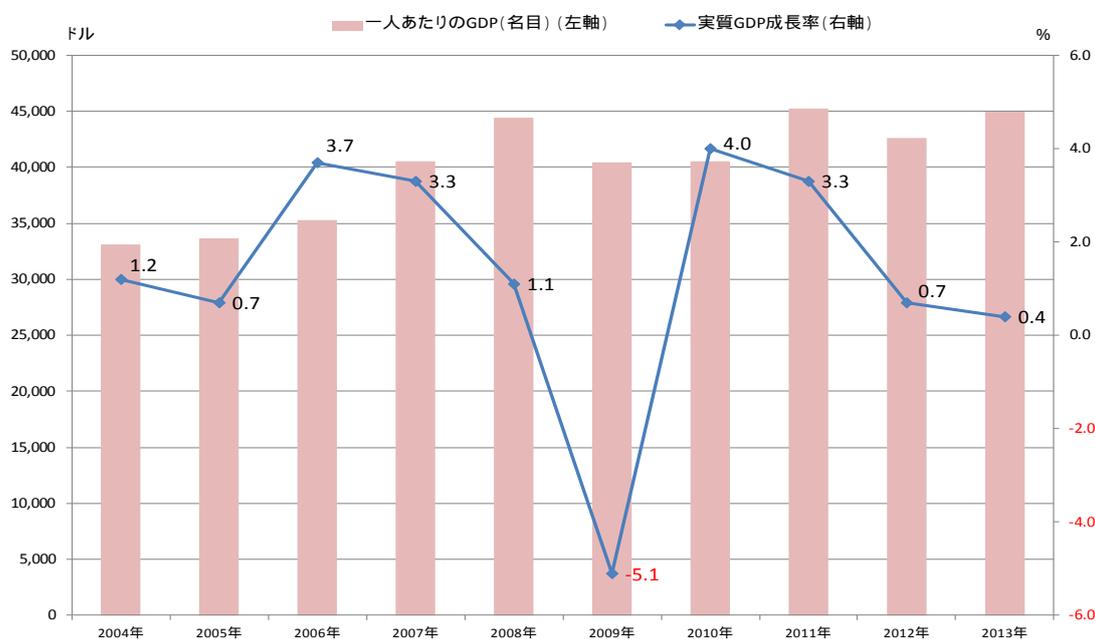
## 2. ドイツの産業構造の概観

### (1) ドイツ経済の規模

ドイツの実質 GDP は 2014 年実績で 27,250 億ユーロと世界第 4 位、欧州内では最大規模を誇る。

直近は、欧州経済の低迷の影響を受け、実質 GDP 成長率は伸び悩んでいるが、リーマンショック後もいち早く経済成長を取り戻し、欧州経済の牽引役となっている。なお、一人あたりの名目 GDP は 2013 年で 44,999 ドルと、高い生産性を維持している。

図表 2-2 ドイツの実質 GDP 成長率と一人あたり名目 GDP の推移



原出所：一人あたり名目 GDP (IMF)、実質 GDP 成長率 (EU 統計局)

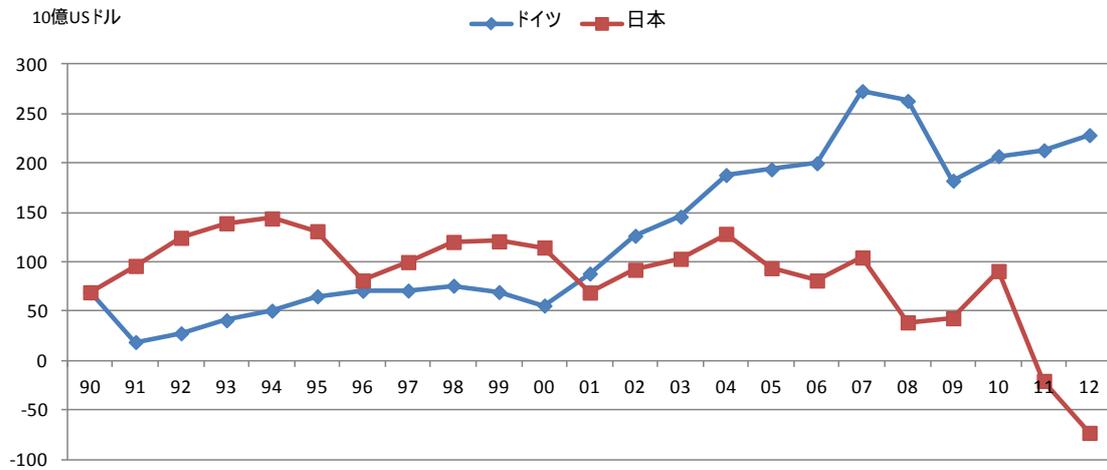
出所：JETRO

### (2) ドイツの貿易構造

世界有数の先進工業国で、主要産業は自動車、産業機械、精密機械、光学機器、化学・製薬などで、機械産業や化学産業で高い競争力を有している。また、こうした競争力のある工業製品を欧州を中心とする海外へ広く輸出する貿易大国でもある。

1990 年以降のドイツと日本の貿易収支の推移をみると、90 年時点では両国の貿易収支はほぼ同額で、2000 年までは日本が一貫してドイツを上回る水準で推移していたが、2000 年以降、ドイツの貿易収支はリーマンショックの一時期を除き右肩上がり推移している。2000 年以降もほぼ横ばいで推移し、その後減少基調に転じて、直近では貿易収支が赤字に転落した日本とは対照的なパフォーマンスとなっている。

図表 2-3 ドイツと日本の貿易収支の推移



出所：OECD

2013年時点のドイツの主要輸出品目をみると、「機械及び輸送用機器」が47.7%と輸出金額の半分弱を占めていることがわかる。ドイツといえば日本同様に自動車が基幹産業となっているが、輸出品目に占める「乗用車」と「自動車部品」は併せて14.5%に過ぎず、「電気機器」と「その他一般工業用機械類」も合算すると14.6%を占めるなど機械産業全般で高い輸出競争力を維持している。工作機械や印刷機械といった産業用機械も伝統的に強く、また、電気機器ではドイツのセンサーなどが競争力のある品目として知られている。

「機械及び輸送用機器」に次いで輸出金額が多いのは「化学製品」の15.8%で、BASFのように世界を代表する大手化学メーカーを擁している。また「化学製品」の内訳に「医薬品」とあるように、バイエル、ヘキスト（現在はサノフィ・アベアンティス）といった医薬品も伝統的に強い。

さらに、ドイツの主要な輸出先国・地域をみると、2013年時点で56.8%がEU市場向けに輸出されていることがわかり、特にユーロ圏が36.8%と4割弱を占めているように、ドイツの輸出はEU市場によって支えられているといえる。

図表 2-4 ドイツの主な輸出品目

単位：100万ユーロ、%

	2012年	2013年		
	金額	金額	構成比	伸び率
機械および輸送用機器	528,945	521,524	47.7	△ 1.4
道路走行車両	183,026	181,924	16.6	△ 0.6
乗用車	114,136	111,828	10.2	△ 2.0
自動車部品	45,505	47,065	4.3	3.4
電気機器	80,040	80,522	7.4	0.6
その他一般工業用機械類	78,522	79,117	7.2	0.8
化学製品	170,950	172,299	15.8	0.8
医薬品	56,031	56,826	5.2	1.4
原料別製品	142,635	138,054	12.6	△ 3.2
鉄鋼	27,423	24,684	2.3	△ 10.0
非鉄金属	22,569	20,971	1.9	△ 7.1
雑製品	109,795	110,763	10.1	0.9
計測・制御機器	36,230	36,942	3.4	2
食料品および生きた動物	48,735	50,891	4.7	4.4
特殊取扱品	28,722	36,878	3.4	28.4
鉱物性燃料、潤滑剤	33,107	33,134	3	0.1
非食用原材料（鉱物性燃料除	21,463	19,348	1.8	△ 9.9
飲料およびたばこ	8,644	8,254	0.8	△ 4.5
動植物性油脂、脂肪、ろう	2,772	2,665	0.2	△ 3.9
合計	1,095,766	1,093,811	100	△ 0.2

原出所：ドイツ連邦統計局、出所：JETRO

図表 2-5 ドイツの主要輸出先

単位：100万ユーロ、%

	2012年	2013年		
	金額	金額	構成比	伸び率
EU27	620,474	621,097	56.8	0.1
ユーロ圏	406,232	402,153	36.8	△ 1.0
非ユーロ圏	214,242	218,944	20.0	2.2
アジア・大洋州	152,549	151,157	13.8	△ 0.9
中国	66,746	67,025	6.1	0.4
日本	17,138	17,125	1.6	△ 0.1
韓国	13,399	14,481	1.3	8.1
北米 (NAFTA)	104,751	106,176	9.7	1.4
米国	86,971	88,375	8.1	1.6
スイス	48,933	47,323	4.3	△ 3.3
ロシア	38,103	36,107	3.3	△ 5.2
合計（その他含む）	1,095,766	1,093,811	100	△ 0.2

原出所：ドイツ連邦統計局、出所：JETRO

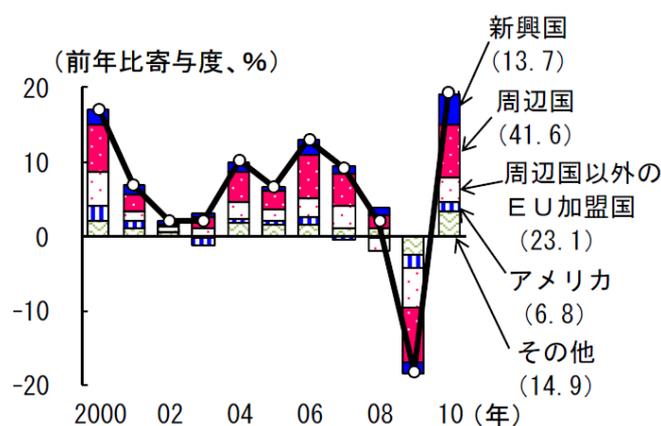
### (3) ドイツの生産ネットワーク

内閣府が2011年に公表した「世界経済の潮流」において、ドイツの輸出構造を詳細にみることで、ドイツ経済が周辺諸国との貿易によって支えられていることが分析されている。

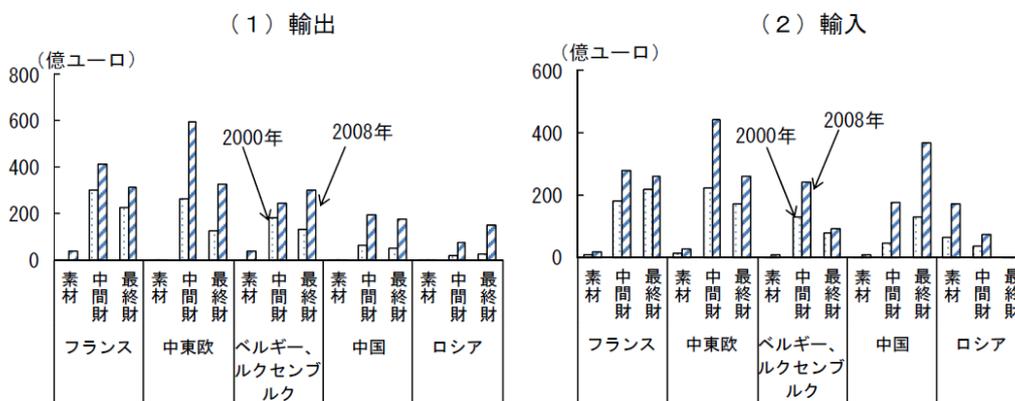
ドイツの輸出において周辺国の寄与度が大きく、特にポーランドやチェコ、スロバキアといった中東欧諸国や、フランス、ベルギー、ルクセンブルク向けの国境を接する諸国向けの輸出貢献度が大きいと分析している。

周辺国との貿易を財別にみると、中東欧諸国向けの輸出・輸入共に、中間財の輸出が伸びている。これはドイツが労働コストが安く法人税減免等の企業誘致策のある中東欧諸国に工場を建設し、ドイツから部品が供給されているため、及びEU統一市場による貿易障壁がなくなり、中東欧から部材を調達して最終製品をつくるという生産ネットワークが構築されたことを意味すると分析している。単一通貨ユーロに参加した2000年と、それ以降の2008年を比較すると、中間財貿易が大きく伸びていることも、欧州統一市場がドイツに中東欧諸国との新たな生産ネットワークを構築したことを示唆している。

図表 2-6 ドイツの国・地域別輸出



図表 2-7 ドイツの財別貿易～周辺国との中間財貿易が活発化



(備考) 独立行政法人経済産業研究所データベース“RIETI-TID2010”より作成。

出所：内閣府「世界経済の潮流 2011年」

### 3. ドイツの産業政策

#### (1) ドイツの労働市場改革と税制改革

欧州経済が不振を極める中でドイツ経済は好調を維持しており、グローバル競争が激しくなる中で製造業も競争力を失っていない。しかし、ドイツは1990年の東西統一後は負のインパクトが大きく、経済活動が落ち込み、その後は日本同様に製造業の空洞化が危惧された。しかし、2000年に入ってからシュレーダー政権時代の構造改革（労働市場改革と法人実効税率の引き下げといった税制改革）さらに1999年のユーロ導入と欧州統合市場の誕生といったマクロ的要因がドイツ製造業の持続的発展を後押しすることになった。

#### ①ドイツ・ハルツ改革<sup>1</sup>

2000年初頭、ドイツは依然として東西統一の影響から抜けきれず、新旧の連邦州間の深い溝が労働市場において顕在化しており、グローバル化への対応や国際競争力の維持、人口動態の変化といった問題に対処するために構造改革を必要と判断し、連邦政府は2002年2月に、2段階にわたる具体的な計画を決定した。

- (1) まず、労働行政を労働市場における現代的なサービス提供者へ転換するプロセスを開始した。当時の連邦雇用庁(Bundesanstalt für Arbeit)は、長官に代わって3人で構成される理事会(Vorstand)を持つことになり、自治の権限は政労使三者構成の管理評議会(Verwaltungsrat)によって再編され、任務の明確化が図られた。また、民間の職業紹介事業が、許可を必要とせず認められることになった。
- (2) 他方で企業、労働組合、学界および政界の代表者で構成される「労働市場における現代的サービス委員会」（「ハルツ委員会」）が発足した。ハルツ委員会によって、労働市場における抜本的な構造改革のための法的枠組みが提言され、労働市場の各分野に関連する一連の措置が実施された。

労働市場改革として、最も重要な取組みには次のようなものが挙げられる。

- ⊙ 人材サービスエージェンシー(PSA)の設置
- ⊙ 労働者派遣法(AÜG)における既存の制限の撤廃
- ⊙ 職業再教育市場の再編、職業教育訓練クーポン(Bildungsgutschein)の導入
- ⊙ 個人創業助成金(Ich-AG)による自立強化
- ⊙ ミニジョブの新規定とミディジョブの導入

<sup>1</sup> ハルツ改革に関する論文や先行研究は数多いが、ここでは2014年10月にドイツ大使館のモニカ・ゾンマー参事官（労働・保健・社会保障問題担当）が「ドイツ・ハルツ改革の功罪」と題して労働政策研究・研修機構（JILPT）で講演した内容、及びJILPTの「分かるハルツ改革の評価 - 実施から10年」（2012年10月）から引用している。

ドイツの労働市場政策は、労働者を守ることに重点が置かれ、解雇や有期雇用契約に対する厳しい制限、失業者に対する手厚い保障など、流動性に乏しい労働市場となっていた。2002年8月にシュレーダー政権に提出されたハルツ委員会の改革案は、硬直的な労働市場システムの弊害の修正を目指すものとなっている。たとえば、2004年1月には、小規模企業や新設企業における新規採用を促進することを主な目的として、解雇保護法とパートタイム労働・有期雇用契約法を改正した。

ハルツ改革の評価はドイツ国内でも分かれている。職業紹介サービスが近代化され、失業者や生活保護受給者を減らした点については評価を得ているが、ドイツの労働市場がアメリカ化し、社会格差が増大したことに対する懸念なども出されている。

図表 2-8 ハルツ改革の基本的な考え方

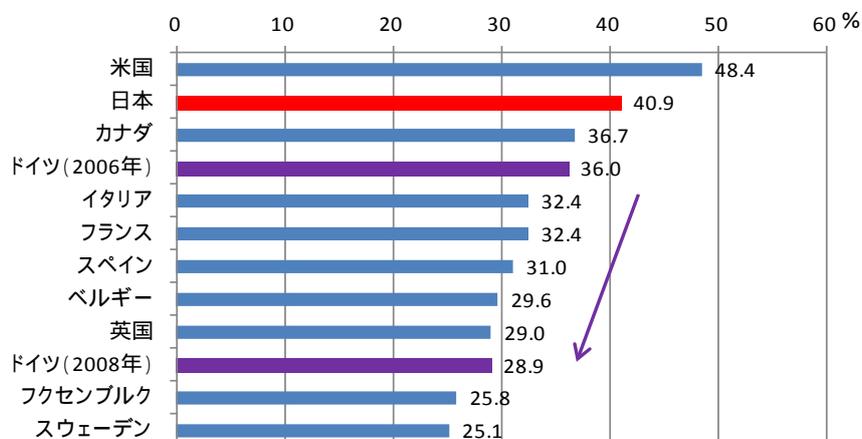
労働市場サービスと政策の効率性/効果の増強	失業者の労働市場への統合	労働市場の規制緩和による雇用需要の喚起
✓ 職業紹介組織の再編	✓ 給付システムの再編	✓ 派遣労働分野の規制緩和
✓ 準市場の導入(部分的に市場原理を導入)	✓ 罰則規定	✓ 有期契約制限の緩和
✓ 改善目標	✓ 失業行動を見据えた新しい混合政策	✓ 解雇規制の緩和
✓ 評価委託	✓ メイク・ワーク・ペイ(税・保険料負担を働くことに見合うようにする)	

出所：労働政策研究・研修機構「分かれるハルツ改革の評価 - 実施から10年」(2012年10月)

## ②税制改革

ドイツではシュレーダー政権下、メルケル政権下で法人税引き下げが継続して実施され、2001年には約50%から40%へ引き下げられ、2008年には約30%にさらに引き下げられて、今では欧州主要国の中でも最も低い水準になっている。

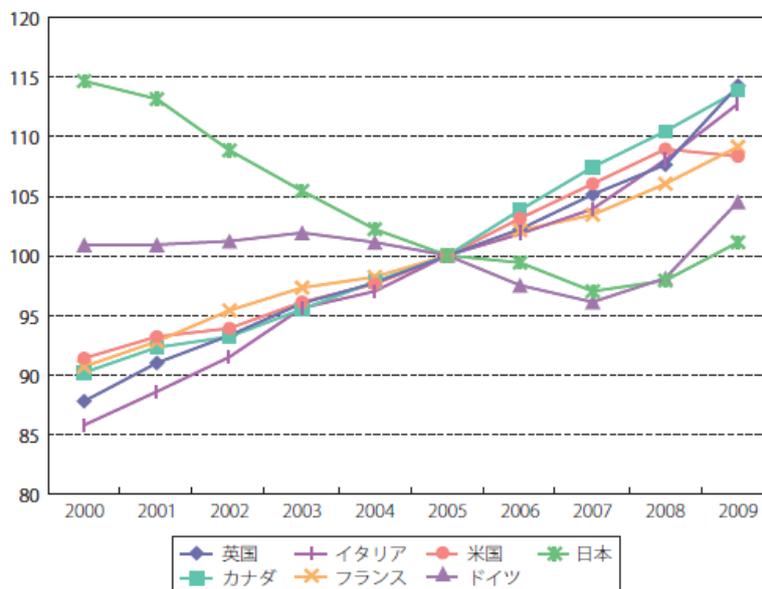
図表 2-9 各国の実効法人税率平均(2008年時点)



出所：経済産業省「通商白書 2013年版」

税制改革や労働市場改革の結果、2000年以降の単位当たり労働コストは、多くの先進国が上昇しているところ、ドイツは低下あるいは若干の上昇にとどまっている。

図表 2-10 単位当たり労働コストの国際比較（2005年=100）



出所：経済産業省「通商白書 2013年版」

## （2）ドイツの産業クラスター政策<sup>2</sup>

ドイツは1990年代にバイオレギオというバイオ対象の競争的クラスター政策を実施し、最終的に3地域に限定して集中的な支援が行われた(バイオのみで3地域、5年間、予算9,000万ユーロ)。この成功経験をベースに、その後はバイオ以外にも対象を広げ、2008年以降は競争的クラスター支援計画を実施している。第1期～第3期(2008年～2016年)にかけて15のクラスターを公募で選び、平均して1箇所あたり年間800万ユーロ、マッチング・ファンド方式で一律50%補助が実施されている。

公募で選ばれた研究開発コンソーシアムは、プロジェクトの進捗状況や成果についてモニタリングを受け、非常に厳しい中間審査も実施される。日本は審査でふるい落とされるケースが少ないが、選択と集中がはっきりしているドイツはクラスターの指定を受けるためには非常に厳しい競争に打ち勝つ必要がある。クラスターの運営は役所主導で行われるのではなく、重量級マネジャーをスカウトしてマネジメントを任している。

日独のクラスターを比較した場合、日本は産業基盤が少ないところにトップダウン型の

<sup>2</sup> ドイツの産業クラスター政策の紹介は、一橋大学大学院経済学研究科 岡室博之教授の文献から引用している。(出所：岡室博之「クラスター政策の設計と運用：日本・ドイツ・フランスのバイオクラスターの事例比較」『先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書』一般財団法人企業活力研究所 平成26年3月)

クラスターが指定されるケースが少なくないのに対して、ドイツはスピンオフのベンチャーや公的研究機関が集積している地域が結果的に競争に勝ち残ったため、ボトムアップ型のクラスターになっているという。また、日本はクラスター形成に民間企業があまり主導的にコミットしないのに対して、ドイツではクラスターを作っているのは民間企業で、政府の支援対象は民間企業にとどめ、大学や研究機関は企業から委託研究を受けるという形になっている。日本のクラスターは民間企業が脇役になっているため、実用化に至らないプロジェクトが多いとの指摘もある。

### (3) ドイツの中小企業支援政策

#### ① ドイツの中小企業の定義

ドイツには「オンリーワン」「価格競争はしない」「自らの得意領域に特化する」という点に強みを持つ中小企業が多く、研究開発にも積極的に取り組んでおり、政府も中小企業の存在こそがドイツ経済の強みとの認識をもって積極的な支援を行っている。ただし、ドイツと日本では中小企業の定義がかなり異なる点に注意を要する。ドイツは法令に定められた中小企業の定義は存在しないが、日本の中堅企業クラスも含まれることが多く、ドイツ中小企業研究所 (IfM) は「従業員数 500 名以下、かつ、年間売上高が 5,000 万ユーロ以下 (連結ベース) の企業」と定義している。

図表 2-11 ドイツと日本の中小企業の定義・数の違い

	ドイツ	日本
中小企業の定義	従業員数 500 名以下、かつ年間売上高 5,000 万ユーロ(約 56 億円)以下(原則、連結ベース) (注 1)	従業員数 300 名以下、または資本金 3 億円以下 (注 2)
中小企業数	約 330 万社 (注 3)	約 419.8 万社 (注 4)
全企業に占める中小企業の割合	約 99.7%	約 99.7%

注1. ドイツ中小企業研究所(ifm)の定義

注2. 製造業の場合

注3. ドイツ中小企業連盟 (BVMW) 会員数

注4. 個人事業者を含む。2006 年調査時点

出所：JETRO「国際競争力あるドイツ中小企業の戦略に迫る」ユーロトレンド 2012.5

#### ② ドイツの Mittelstand の特徴

ドイツの中小企業は、さらにもう少し規模の大きい企業も含めて中堅企業 (Mittelstand) として取り上げられることが多い。213 年版の通商白書ではドイツの中堅企業 (Mittelstand) の経営戦略に関して、次のように分析している。「競争の激しい分野で戦わず差別化された製品に特化し、価格競争よりもブランドや品質で勝負することを重視する。

また、中堅企業といえども大企業と同じくらいの割合でイノベーションや研究開発に取り組み、かつ、輸出や海外進出を積極的に行うグローバル経営を展開している。つまり、特化した領域でグローバルに攻略する。「企業属性」としては、生産財を扱う BtoB が多く、地方に根を下ろす家族所有・家族的経営の企業が多い。」

また、独立行政法人日本貿易振興機構でもドイツを含む欧州の中堅企業の国際化戦略についての事例研究を行っており、世界市場で成功する欧州（ドイツ）企業の特徴について、

中小企業がドイツ経済を支えているとの社会的合意形成がなされていること（日本に比べて社会的評価が高い） 創業時からグローバル経営を志向している、若手社員の異文化への対応力や語学力など国際感覚を重視する、ドイツ国内のものづくりを重視するとともに、知財やブランドも重視する、という点を上げている。

図表 2-12 ドイツの中堅企業（Mittelstand）の国際化戦略の特徴

<p><b>ミッテルシュタンドはドイツ経済を支える基盤</b></p> <p>ドイツにおける中小企業のイメージは「ドイツ経済を支える基盤」であって、優秀な理系学生が自分の技量を生かす場として中小企業を就職先を選ぶことは珍しくなく、文系学生も日本ほど大企業志向ではない。</p>	<p><b>若いうちから異文化対応能力を育成</b></p> <p>学校や大学への技術教育支援で優秀な若者を発掘し、職業訓練制度で受け入れ、その多くが入社。セールス部門では職業訓練生の時から外国企業との商談へ同席させたり、外国人に自社工場を案内させたり、国際見本市で営業活動をさせたりする企業もある。</p>
<p><b>創業者のビジョンは“ボーングローバル”</b></p> <p>海外市場開拓に意欲的で、起業の段階からグローバル市場を見据えている（生まれた瞬間に国際化）。</p>	<p><b>国内に生産拠点を置き、知財・ブランド重視</b></p> <p>海外シェアが高くても生産拠点はドイツ国内のみという企業が多い。海外生産は技術流出など知財面でのリスクが高いと見なして、徹底的な合理化で国内生産を維持。</p>

原出所：独立行政法人日本貿易振興機構

出所：一般財団法人企業活力研究所「先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書」平成 26 年 3 月

### ③ドイツの Mittelstand の競争力を支える制度や環境

2013 年版の通商白書では、ドイツの中堅企業（Mittelstand）の競争力を支える制度や環境として、デュアルシステム 資金調達 研究機関・大学 在外商工会議所 政府等による支援といった 5 つの要素を取り上げている。

以下、5 つの要素を通商白書から引用する形で、以下に紹介する。

#### 1)デュアルシステム

義務教育（9～10 年間）を終了した若者を対象とした教育制度であり、伝統的に労働者と熟練工を育成している。職業訓練資格は、若者が職を得るうえでの重要な要件となっている。企業内訓練は約 7 割が従業員 249 人以下の企業で行われ、訓練終了後、そのまま就職することも多い。

## 2) 資金調達

ドイツでは、中小企業と地元銀行が長期にわたり密接な関係を維持していることが多い。この結果、他国に比べ、中小企業であっても低利・長期な融資を受けやすい。例えば、市町村等が設立・所有する貯蓄銀行が、こうした役割を果たしている。

## 3) 研究機関・大学

ドイツでは、各地の研究機関や大学が、企業への技術移転に大きく貢献している。フラウンホーファー研究機構（80 施設）は、欧州最大規模の応用研究機関である。ドイツ及び欧州の産業競争力を技術面から増強することを主目的に、企業からの委託研究や独自の研究プロジェクトのスピンオフ、特許やライセンス許諾、起業支援を通じて、企業への技術移転を実施している。マックスプランク協会（80 施設）は、基礎研究専門の公的研究機関で、論文の被引用数は世界トップクラスである。特許取得やライセンス許可、スピンオフの支援等を行う専門の機関を有す等、知識や技術の移転に注力している。ヘルムホルツ国立研究協会（大規模な 17 施設）は、年間予算（約 40 億ユーロ）がドイツ最大の研究機関である。基礎研究を主とする機関と、技術開発志向の機関があり、後者はスピンオフ、民間企業との共同プロジェクトを通じ、企業への技術移転に貢献している。

また、工科大学が質の高い基礎研究を行う一方、専門大学は、応用研究と技術移転により、地域の中小企業の競争力向上に貢献している。連邦政府による専門大学への助成は近年増加している（予算：2005 年・約 1 千万ユーロ、2012 年に・約 4 千万ユーロ）。研究成果の技術移転は、大学内外の知的財産管理機関により行われる。

## 4) 在外商工会議所

ドイツ在外商工会議所は、ドイツ企業と現地企業が自主的に結成・運営している組織で、世界 80 カ国に 120 カ所の拠点を展開している。ドイツ企業への現地業界・市場や法律・税制度の関連情報提供、現地での見本市開催支援のほか、現地の特定企業に係る情報調査の実施、現地の企業・研究機関とドイツ企業のマッチング等の活動を行っている。

## 5) 政府等による支援

大企業は独自で国際展開が可能であるとの考えに基づき、政府等の支援は、主に中堅企業（Mittelstand）に向けられている。例えばドイツ企業の輸出支援は、連邦政府による対外経済振興政策のもと、在外公館、ドイツ貿易・投資振興機関（GTAI）、ドイツ在外商工会議所等が連携し実施している。

#### ④産業クラスター政策&技術移転

こうした政府支援の他に、ドイツでは州政府単位で様々な中小企業支援措置がとられている。たとえば、バーデン＝ヴュルテンベルク州では中小企業の研究開発力を強化するため、産学連携やクラスター政策などに力を入れている。

図表 2-13 ドイツの中堅企業（Mittelstand）の国際化戦略の特徴

- ① ドイツ南西部のバーデン＝ヴュルテンベルク州（BW 州）はドイツで特許取得数が一番多い、研究開発の盛んな地域である。BW 州の州都シュトゥットガルトの商工会議所は、積極的な研究開発の支援を行っている。
- ② まず、中小企業に「技術革新クーポン」を配布し、それを使うことでどういう技術革新があるのか、何が使えそうなのかの情報を提供している。特に起業後間もない企業には、より多くのクーポンを配布している。
- ③ また、「技術顧問」制度を任命し、企業を訪問し、技術活用アドバイス、先端技術の紹介を行っている。初回は無料で、2 回目以降は有料となっているが、2011 年には、初回アドバイスだけで 1,500 回行われている。産学の密接な協力関係が、BW 州の競争力の基盤となっている。
- ④ 更に、19 世紀に BW 州の殖産興業を主導した官僚に名をとった民間研究機関のシュタインバイス財団は、研究成果を積極的に中小企業に供与しており、BW 州の産業に貢献している。
- ⑤ 他には、クラスターが地域の研究開発の強化につながっている。ポーデン湖周辺には元々医療産業が集積していたが、州政府が大学の研究機関を設置したことで、産学の協同が実現し研究開発が促進されている。また、海外で BW 州の企業が集積したり、海外の見本市にクラスターごと出展したりするなど、クラスター単位での海外事業活動も行われている。

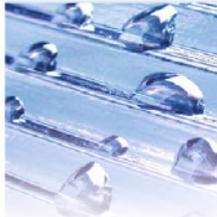
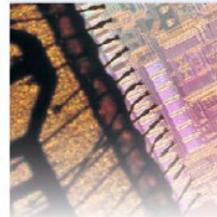
出所：経済産業省「2013 年版通商白書」

バイエルン州でも、グローバリゼーションによりバリューチェーンが変化していることを踏まえ、経済省はテクノロジー政策を推進し、バイエルンをハイテク立地として長期的に強化するために、特に中小企業に主眼を置いた環境・条件の整備と研究機関の設立に力を入れている。こうした変化への対応策の 1 つが産業クラスター政策で、知識集約型で将来性のある産業を特定の地域に集積させ、大学、高等教育機関、研究機関等とネットワークでつなぎ、産学関係者の相互交流を促し、具体的なソリューションや革新的アイデアが生まれる土壌形成を図っている。とりわけ留意しているのは、ものづくりにおけるパラダイム転換への対応である。IT 支援システム（IT Aided Systems）の台頭は企業競争力に結びつく一方で、バリューチェーンは確実に変化し、バイエルン州における中小企業を中心とした製造業もその影響を受ける。そこで、バイエルン州政府は数年前から、州の技術推進プログラムの中で産業関連 ICT アプリケーション分野の研究開発を促進し、中小企業

の競争力を強化するために、大学や大学以外の研究機関から中小企業への技術トランスファー（産学連携）に重点を置いている。こうした技術トランスファー（産学連携）分野では、経済省が仲介役として活動する他に、産学の代表者や関連団体（商工会議所、産業団体等）を交えてテーマごとの作業グループや戦略ラウンドも立ち上げている。<sup>3</sup>

図表 2-14 バイエルン州が力を入れている産業クラスター

## The Clusters in Bavaria

Mobility	Materials engineering	Environment	IT and Electronics	Service and Media
Automotive Railway technologies Logistics Aerospace Satellite-based navigation	Advanced Materials Chemistry Nanotechnologies	Biotechnology Medical technologies Energy technologies Environmental technologies Forestry and wood Nutrition	Information and communication technologies Sensors and highperformance electronics Mechatronics and automation	Financial services Media
				

出所：Bavarian State Ministry for Economic Affairs, Infrastructure, Transportation and Technology

また、ドイツにはフラウンホーファー研究所のような半公的研究機関が存在し、産学連携において重要な役割を果たしている。いくつかある研究機関も、マックスプランク研究所は基礎研究、フラウンホーファー研究所は事業化に近い研究、技術移転機関である非営利のシュタインバイス財団はより企業のポジションに近い実用化研究を支援するといった具合に、うまく棲み分けられている。

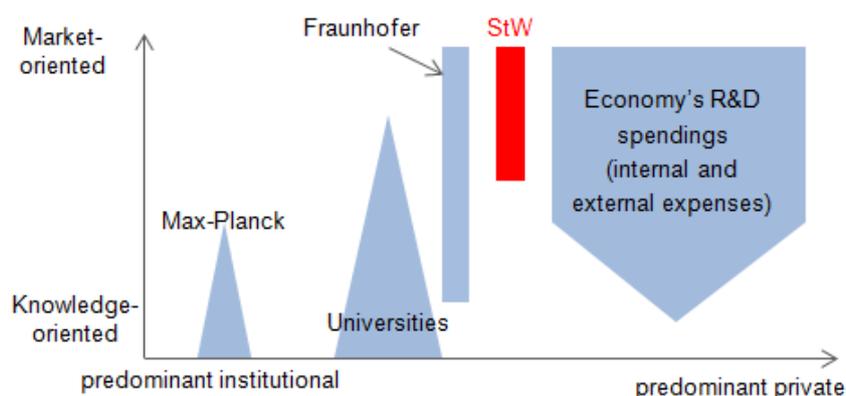
このシュタインバイスは固定的な組織を持たず、世界中に大学教授等の個人中心に運営される 1,000 あまりのセンター（専門分野）というネットワークを持ち、プロジェクトごとに最適な専門家をネットワークさせて対応するフレキシブルな組織をもって、主に中小企業へのニーズ・ドリブンの技術移転を目的とした活動を展開している。

この現在のシュタインバイスのミッションとスキームは 1982～1983 年頃にかけて形成された。70 年代後半のエレクトロニクス化の潮流は、精密機械技術を強みとする中小企業によって支えられてきたドイツ製造業に強い危機感をもたらした。ドイツの中小企業もかつては下請構造の中に組み込まれており、日本の中小企業と似たような立場に置かれていた

<sup>3</sup> バイエルン州経済省 MURC 書面ヒアリング（2013.12）

が、中小企業が付加価値を取り込むための方策を議論し、自助努力する中小企業が足りない経営資源を取り込むためのサポート手段の1つがシュタインバイスの技術移転スキームであった。シュタインバイスは1982年に「ニーズ志向+受益者負担」に基づく技術移転組織に転換し、企業に対してシュタインバイスが法的責任を負う新たなスキームを構築することで企業との共同研究開発件数が飛躍的に増加した。<sup>4</sup>

図表 2-15 ドイツにおけるシュタインバイスのポジショニング



原出所：シュタインバイス・ジャパン

出所：一般財団法人企業活力研究所「先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書」平成26年3月

#### (4) ドイツの起業に向けた支援<sup>5</sup>

ドイツは日本と違って、就職してからスピンアウトして起業するのではなく、社会人になる前にいきなり起業するケースが多い。以前のドイツにはスタートアップ文化は存在しなかったが、10年ほど前からスタートアップを州政府が積極的に支援するようになった。現在、ミュンヘン市内で年間2万件もスタートアップ企業が発生しているという報告もあり、起業サポートセンターも整備されている。KfW（ドイツ復興金融公庫）もベンチャー基金を通じてスタートアップの支援を行っている。

#### (5) ドイツのハイテク政策

ドイツは2006年8月に省庁横断型の科学・イノベーション政策である「ハイテク戦略」を発表し、2010年にはこの計画を更新した「ハイテク戦略2020」を策定した。「ハイテク戦略2020」は2015年までの実施計画で、2014年9月には後継の「新ハイテク戦略」が公表された。「新ハイテク戦略」はこれまでの基本方針を踏襲しており、よりいっそう産学連

<sup>4</sup> シュタインバイス本部（シュツットガルト）MURC ヒアリング（2013.10）

<sup>5</sup> 一般財団法人企業活力研究所『先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書』平成26年3月

携を強化し、かつ、積極的に中小企業支援を行っていくことを表明しており、さらに起業にも力を入れていくと明記されている。

図表 2-16 新ハイテク戦略の5つの柱

1. イノベーションの可能性の高い優先課題を設定
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) デジタル化への対応 『デジタルアジェンダ 2014-2017』 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Industrie4.0、スマートファクトリ研究</li> <li>・ IT インフラ整備によるスマートサービス</li> <li>・ 中小企業のビックデータ利用推進 等</li> </ul> </li> <li>2) 持続可能なエネルギーの生産、消費 『10のエネルギーアジェンダ』</li> <li>3) イノベーションを生み出す労働 「未来の生産、サービス、労働のイノベーション」</li> <li>4) 健康に生きるために 「健康研究」「高齢化社会の未来」</li> <li>5) スマートな交通、輸送 「エレクトロモビリティ」</li> <li>6) 安全の確保 新政策「デジタル社会の自己決定(仮題)」</li> </ul>
2. 国内外のイノベーションネットワークを強化
3. イノベーションの駆動力を産業界で活かす
<p>中小企業支援を重視</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中小企業支援イノベーションプログラム「ZIM」の申請過程を簡略化、最適化。</li> <li>・ 基礎研究から応用研究への過程に生まれる穴を埋めるための産業共同研究(IGF)を 発展させたプロジェクト助成を実施。</li> <li>・ 助成イニシアティブ「SMEイノベティブ」では、中小企業のハイリスク研究を支援。</li> <li>・ さらにイニシアティブ「Mittelstand-Digital」で中小企業のICT導入を支援する。</li> <li>・ Horizon2020のEUROSTARSおよびEUREKAへの助言サービスを充実。</li> </ul>
4. 人材育成、財政支援などの環境の整備
<p>「職業訓練と専門性の高い人材協定」を「職業教育と職業研修連合」に昇格させ、新しいイニシアティブ「職業のチャンス」では学校教育と職業訓練をシームレスにつなぐ措置を行う。また、国家奨学金プログラム(BAföG)を2015年から連邦政府が拠出することで、州政府の財政負担の軽減を実施。このほか、ベンチャーキャピタルの支援充実や、EUやグローバル市場で技術標準化をリードする活動を支援する。オープンイノベーションの徹底と知的財産権の保護を両立させる。</p>
5. 科学コミュニケーションの拡大

出所：独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「ドイツの科学技術イノベーション政策：新ハイテク戦略」(2014年9月3日連邦教育省発表)

## 4. ドイツの素形材産業と中小企業

### (1) ドイツの中小企業の特徴

前述したように、ドイツでは90年代後半からはインキュベーション政策と労働政策、さらに法人税減税を中心とする税制改革を産業政策の中心に据え、2000年1月には中堅・中小企業にかかる税制改革も実施している。伝統的な手工業マイスターの規制緩和といった聖域とされた社会システム改革にも着手している。ドイツは日本同様に中小企業の裾野が厚く、中小企業がドイツ製造業の基盤を支えているが、2000年にかけての一連の改革に向けてM&Aも活発に行われた結果、ドイツの中小企業は日本の中小企業よりも総じて規模が大きく、また、長らく大手企業の下請構造の中に取り込まれてきた日本の中小企業と異なり、ドイツの中小企業は独立系で経営力に優れた企業が少なくない。<sup>6</sup>

このように、現在のドイツの中小製造企業に下請加工というイメージはなく、また、「売れるところでつくる」というローカライゼーションが徹底している。ドイツ企業はこれまでいろいろな危機を乗り越えてきているため、生き残るためには名前(ブランド)を残し、早くから海外へ出て行かなければならないという認識を持っている。ドイツは電気自動車の開発も遅れるなど保守的な側面が強いものの、中小企業といえどもイノベーションマインドが強く、人と同じことはやらず、差別化できるところに経営資源を集中する。家族的経営であることも、長期的視点でイノベーションに取り組める素地となっている<sup>7</sup>。

これらの情報や現地でのヒアリング結果<sup>8</sup>を踏まえると、「ドイツの企業の強さの源泉は、中小企業であってもイノベーションに積極的に取り組む姿勢と、他社とは差別化を強烈に意識して価格競争に巻き込まれやすい競争領域を避けて選択と集中を行うところにあるといえる。ドイツ企業のイノベーションは顧客へのソリューション提供を行うためにあり、したがって、顧客が海外へ出て行けば、顧客に寄り添う形でドイツ企業も海外展開していくため、早くからグローバル企業として活動している企業が少なくない。また、選択と集中を行いながら得意領域に特化していき、ファミリー経営の企業が多いことからぶれない経営でコアな領域を守り続け、その結果、オンリーワン企業として確固たる地位を築いた企業が少なくない。このように、グローバル企業およびオンリーワン企業としての素地が高いドイツ企業は、必然的にグローバル・ニッチトップ企業が誕生しやすく、世界市場でのプレゼンス向上、ひいては企業ブランドの確立に成功している企業が少なくないと考えられる。」<sup>9</sup>と総括することができる。

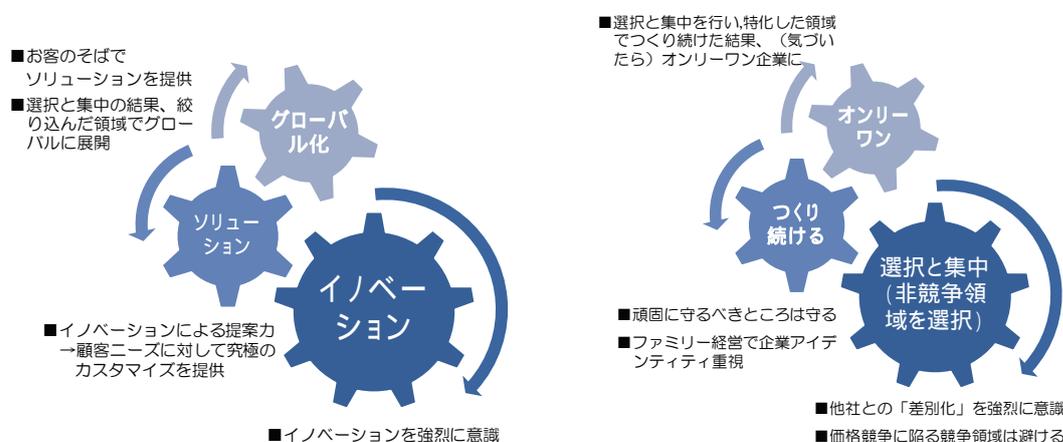
<sup>6</sup> 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング「素形材産業ビジョンの見直しに向けた素形材産業動向調査報告書」平成25年2月

<sup>7</sup> 日本貿易振興機構デュッセルドルフ事務所 MURC ヒアリング(2013.10)

<sup>8</sup> 2013年10月にMURC現地ヒアリングを実施

<sup>9</sup> 一般財団法人企業活力研究所「先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書」2014年3月

図表 2-17 ドイツの中小企業の特徴



出所：一般財団法人企業活力研究所「先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書」平成 26 年 3 月

## (2) ドイツ素形材産業の特徴<sup>10</sup>

素形材を含むドイツの中小企業の経営上の特徴などは前項のとおりであるが、ここでは鋳造業を代表例に、ドイツと日本の基盤技術や人材マネジメントの比較を紹介する。

ドイツと日本は共に製造業を基幹産業とする先進国で、製造業の輸出競争力を重視している点など共通項が多い。また、製造業の圧倒的多数を占めているのは中小製造企業という点も共通している。しかし、その中小製造業をものづくり基盤技術に関する特性という観点で比較すると、日独の違いが顕在化する。

### ①人材マネジメントにみる違い

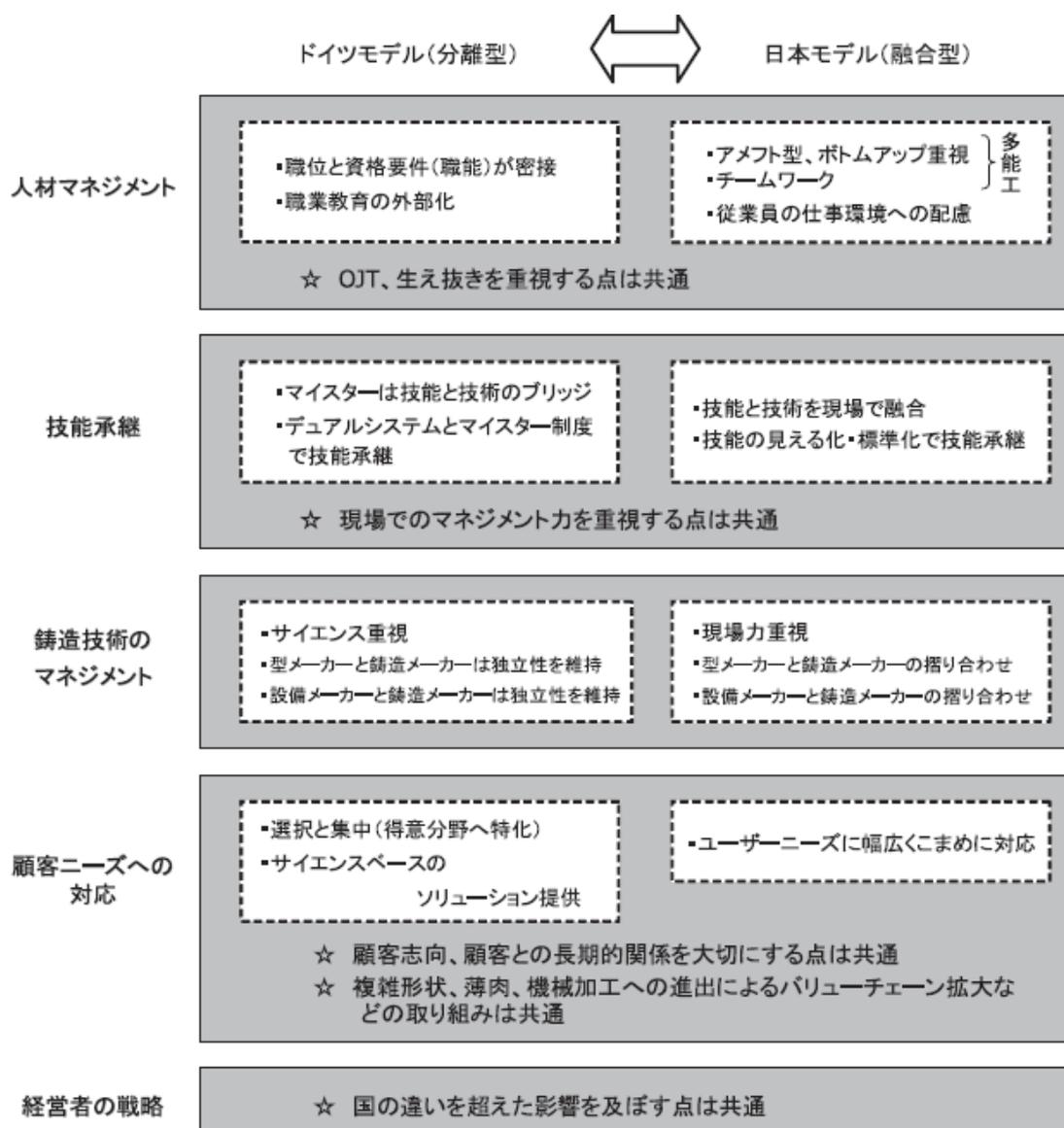
特に、両国は人材育成やマネジメントシステムに大きな違いが認められる。日本は OJT 中心に人材育成を内部化しているが、ドイツはデュアルシステムにおける職業教育やマイスター育成カリキュラムが社会システムとして根付いており、外部化されている。これは両国の教育制度や社会制度の違いが大きく影響していると考えられるが、一般に、ドイツは職位ごとに必要な資格要件が定められている。たとえば、「工場長」はエンジニアの仕事

<sup>10</sup> この節は、2007 年 3 月に公表された「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」という中小公庫レポート (No.2006-11) から引用を行っている。本調査は、中小企業金融公庫 (現在の日本政策金融公庫) 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 (現在の日本政策金融公庫総合研究所) の共同調査研究という形で実施したもので、ドイツの鋳造工場 6 社や、ドイツ鋳物協会やドイツ鋳物師協会への現地ヒアリングを実施した。

と定められており、工学系の学位が必要とされるので、中小企業では例外もあるが、基本的には大卒（大学院卒）のポジションとなっている。

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、特に鑄造の場合、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、型メーカーと鑄物メーカーとの関係など、鑄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。

図表 2-18 日独の鑄物のものづくり基盤技術にかかる比較分析



出所：中小企業金融公庫総合研究所「日本の鑄物工場、ドイツの鑄物工場 ～ものづくり基盤の国際比較」中小公庫レポート（No.2006-11）

## ②マイスターの役割

ドイツのマイスターは日本でもよく知られた存在であるが、高度熟練技能者である鑄造マイスターは、ドイツでは現場の「管理監督者」「教育指導者」としてだけでなく、「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”という重要なミッションを担っている。ドイツではエンジニアと技能者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種も明確に異なる。そして、工場長がエンジニアの職位であるのに対して、マイスターは技能者の職位である。このエンジニアと現場技能者との間には日本人が想像する以上の距離があり、ドイツのヒアリング調査<sup>11</sup>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。

## ③鑄造技術のマネジメント

日本とドイツでは鑄造技術のマネジメントの方法に違いが認められる。日本では「模型製作」と「鑄造方案」を重視する鑄物メーカーが多く、鑄物づくりにおいて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「素材（溶解工程と溶湯）」の重要性を指摘する。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。こうした日独の違いは職務の役割分担が明確化しているドイツに対して、日本は職務の垣根が低いという人材マネジメントの違いに起因するところが少なくないが、ドイツが技術やサイエンスを重視している点から学ぶべきことは多い。

鑄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、新たな鑄物の用途開発においても、今後は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。ドイツでは鑄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。このような背景もあり、鑄造メーカーはワーカーやマイスターよりも、エンジニアの獲得をより重視している。

---

<sup>11</sup> 2006年、ドイツ鑄物協会へのMURCヒアリング

## 5. ドイツの人材育成システム

### (1) ドイツの教育システム<sup>12</sup>

#### ① ドイツの大学入学資格

大学入学資格には、すべての大学タイプとすべての専門分野に入学することができる「一般的大学入学資格」(allgemeine Hochschulreife)、すべての大学タイプの特定の専門分野にのみ入学できる「専門分野大学入学資格」(fachgebundene Hochschulreife)、専門大学にのみ入学できる「専門大学入学資格」(Fachhochschulreife)に区分される。

ギムナジウム卒業時に実施されるアビトゥーア試験を受けて得る大学入学資格(アビトゥーア)は、原則としてドイツ国内のどの大学、どの学部にも入学できるため、一般的大学入学資格はアビトゥーアを指す。

#### ② ドイツにおける大学進学コース

ドイツでは、かつてはギムナジウムを経て大学入学へと至るというのが伝統的の大学進学コース(第一の教育の道)であったが、現在では、ギムナジウム以外の学校を経由して大学進学を目指すことも可能となっている(第二の教育の道)。

バーデン・ヴュルテンベルク州で見ると、たとえば、実科学校に進学した生徒は、「中級教育修了証」(mittler Bildungsabschluss)を取得後、職業ギムナジウム(Berufsgymnasium)または上構ギムナジウム(Aufbaugymnasium)に進学することにより「大学入学資格」を取得することができる。基幹学校に進学した生徒は、職業学校(Berufsschule)、職業専門学校(Berufsfachschule)などの職業教育の学校を経て「中級教育修了証」を取得し、さらに職業上級学校や専門学校、職業コレクといった学校に通学することにより、大学進学へ至る道が開かれている。

ドイツでは、大学は大きく2つの種類に区分されている。すなわち、博士号や大学教授資格(Habilitation)を授与できる大学と、そうでない大学である。前者を学術大学(wissenschaftliche Hochschule)、後者を専門大学(Fachhochschule)と呼んでいる。学術大学には、総合大学(Universität)のほか、工業大学、神学大学、芸術大学、教育大学などの単科大学が含まれる。学術大学には、一般にギムナジウム上級段階を終えた者が進学する。

専門大学は、それまでの技術者学校(Ingenieurschule)や、高等専門学校(höhere Fachschule)などの職業中等教育機関が大学に昇格したもので、1970年から発足した。専門大学には、職業教育の学校を経て「専門大学入学資格」を取得した者が進学するケースが多い。なお、ギムナジウム出身者で専門大学に入学する者も少なくない。

<sup>12</sup> ドイツの教育システムは、木戸裕「ドイツの大学入学法制 - ギムナジウム上級段階の履修形態とアビトゥーア試験」より引用。

ギムナジウムの種類は、通常の形態のギムナジウム(基礎学校修了者が通学、8年制)、上構形態のギムナジウム(基幹学校の第7学年の上に構築され、6年制)、職業ギムナジウム(実科学校の第10学年の上に構築され、3年制)という3つの種類に大別される。

## (2) ドイツの学位<sup>13</sup>

ドイツの大学では暫定的に2つのシステムが並存している。ひとつはドイツの伝統的な学位である「ディプローム(Diplom: 修士に相当)」か「マギスター(Magister Artium: 修士に相当)」で、ディプロームは自然科学、工学、経済学、教育学、ならびに体育学の学科を修了したことを証明する学位で、マギスターは人文科学系や社会科学系の学科を修了したことを証明する学位である。将来的には廃止されることが決まっている。<sup>14</sup>

もうひとつは国際的にも通用する学位で「バチュラー(Bachelor: 学士に相当)」とそれに続く「マスター(Master: 修士に相当)」からなる新しいシステムで、現在は同じ大学や学科でも、バチュラー課程とディプローム課程が併設されている場合がある。大学や学科にもよるが、ディプローム課程は通常4.5年間で、バチュラー課程の場合は、3~4年間となっている。バチュラーはボローニャ・プロセスに従ってドイツの大学にも導入された。

## (3) ドイツの職業教育<sup>15</sup>

### ① BiBB の概要

BiBB(Bundesinstitut für Berufsbildung: 連邦職業教育研究所)は、ドイツの職業教育法に基づいて設立された機関で、デュアル教育を管轄している。

ドイツでは、職業教育法に基づいた職業が330種類あり、法律によって職業の内容が規定されている。BiBBは、330ある定義された職業それぞれについて、法令を準備し、市場分析し、新しい職業が必要かどうかのチェックを行っている。また、必要でなくなった職業についても同様のことを行っている。連邦労働省に属する連邦職業研究省(BMBF)と緊密に連携している。

BiBBは、企業の中で施す職業教育について、どういうことをやるのかといったルールを決めたり、一定の基準を満たしているかをチェックしたりする役割を担っている。一方、職業学校の中で何をやるかは、州が担当している。このように政府と州で担当が分かれているが、全体の整合が取れていないといけなないので、BiBBが州と交渉し、企業の中で何をするかの大枠を決め、それを企業に執行してもらった役割を担っている。

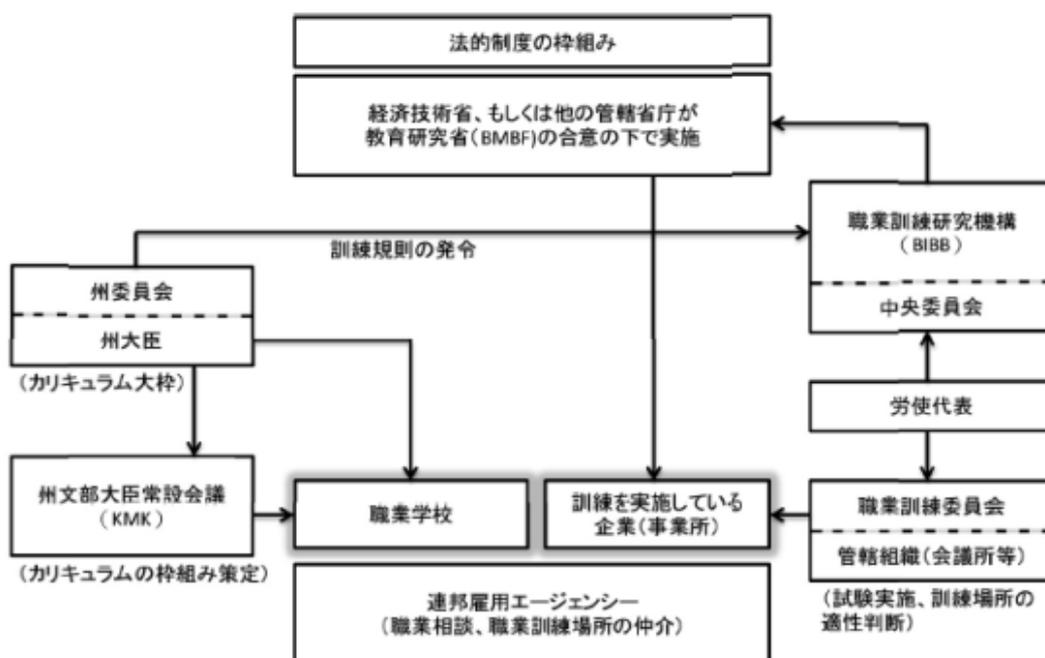
<sup>13</sup> DADD(ドイツ学術交流会)ウェブサイトを参考にとりまとめた。

<http://tokyo.daad.de/wp/lang/ja/>

<sup>14</sup> しかしながら、今回のヒアリング調査ではザクセン州ではディプローム(Diplom)が復活する動きもあるなど、流動的。

<sup>15</sup> 主に連邦職業教育研究所((BiBB: Bundesinstitut für Berufsbildung)へのヒアリング結果を踏まえてとりまとめた。

図表 2-19 ドイツのデュアル職業訓練資格の枠組み



出所：Hippach-Schneider (2007)。

出所：JILPT 『諸外国における能力評価制度 英・仏・独・米・中・韓・EUに関する調査』(2012.3)

## ②新しい職業が設定される手順

市場のニーズで新しい職業が必要となったとき、経済界や同業組合から「こういう職業が必要なので、きちんと定義して新しい職業分類を作ってほしい」という具合に、まずはBMBFに要望が上がる。BMBFが必要だとみなし、調査が必要だと判断すればBiBBに対して新しい職業についてのデータを集めるように話ぐる。そして、新しい職業が必要ということになると、その内容や必要な知識・コンピテンシーを検討し、企業の代表や同業組合、労働組合とも話し合う。

新しい職業について固まってきたところで、業界団体や特定の企業から、よく知っている鑑定人を指名してもらい、鑑定人とBiBBとで、その職業を定義するため、「エンジニアは何ができないといけないか?」「テヒニカは?」「マイスターは?」「ゲゼレ(職人)は?」といったことを決めていく。それに基づき、新しい職業についての法令をつくる。そして連邦政府より正式に交付され、ドイツ全土で効力を持つ。この一連の作業には8ヶ月くらいを費やす。

交付に基づき、各州では、職業教育のフレーム(カリキュラム)をつくる。職業学校向けが40%、企業内教育が60%の割合で作る。詳細は変えられるが、これが全ドイツの職業教育の最低限のルールであり、基本路線となっている。

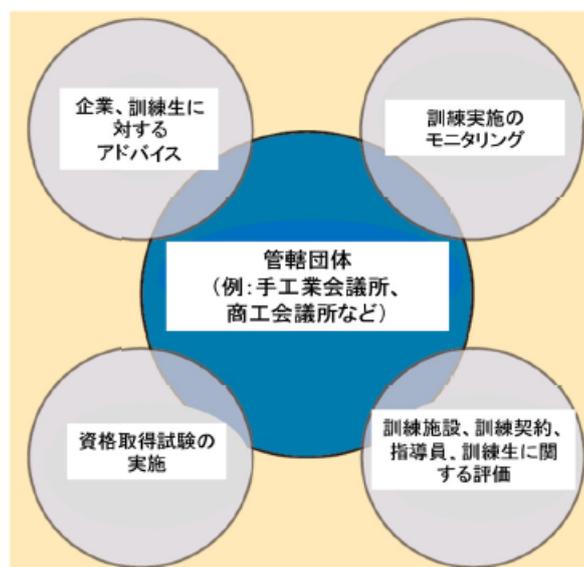
### ③職業訓練の実態

職業教育には3年間くらいを要するが、特に若い世代は職業教育を受けることでものすごく成長する。そして、職業教育を受けた人の7割はその企業に雇用されている。(100%とならないのは、企業によっては社会的責任から、自社で雇用予定数を上回る訓練生を受け入れている場合があるため)。

また、大企業は職業訓練のプログラムを持っているが、零細企業はすべての職業訓練プログラムを自社だけでは満たせない場合がある。その際には、外部職業訓練マネジメントという組織があり、他の企業に頼んで足りないプログラムの部分を補足してもらうこともある。その橋渡しは、BiBBのほか、NPOや市町村のオフィスがすることもある。

企業内で行う職業訓練のパートナーとして、商工会議所や手工業会議所は重要な役割を担っている(どちらがパートナーになるかは資格による)。職業訓練の実態について、必要な人員が揃っているか、設備があるか、マイスターはいるか、等々の品質管理を行い、足りないところがあれば外部で補完する。また、職業教育が修了した3年後に最終的な資格取得試験を実施する。

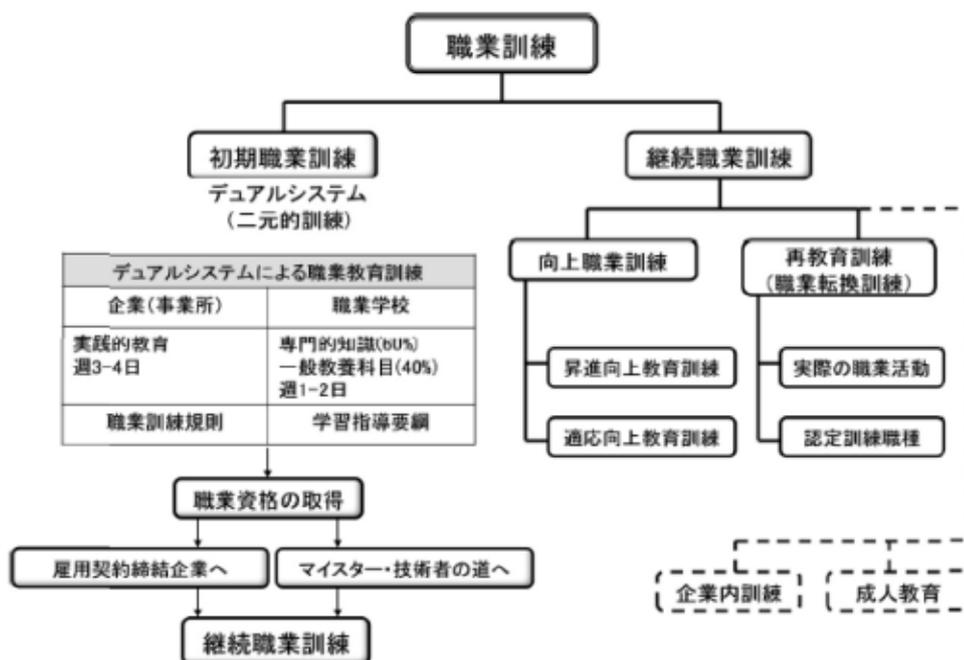
図表 2-20 管理団体(商工会議所、手工業会議所)の役割



(原出所) BIBB(2003)

(出所) JILPT 『諸外国における能力評価制度 英・仏・独・米・中・韓・EUに関する調査』(2012.3)

図表 2-21 ドイツの職業訓練資格の取得構造



(原出所) BIBB(2011a)、JILPT 資料シリーズ No.57 (2009)

(出所) JILPT 『諸外国における能力評価制度 英・仏・独・米・中・韓・EUに関する調査』(2012.3)

図表 2-22 職業訓練生数の多い訓練職種 上位15種類 (2009年)

男性				女性			
順位	訓練職種	人数	% (注1)	順位	訓練職種	人数	% (注1)
1	自動車メカトロニクス工	64,318	6.8	1	小売系商業職	42,487	6.8
2	産業機械工	49,805	5.3	2	事務系商業職	41,638	6.6
3	電気設備工	34,949	3.7	3	医療助手	40,713	6.5
4	衛生・暖房・空調技術系設備機械工	32,977	3.5	4	理容・美容師	34,253	5.5
5	小売系商業職 (注2)	32,681	3.5	5	産業系商業職	33,189	5.3
6	調理師	28,487	3.0	6	販売職	30,704	4.9
7	金属加工工	27,773	2.9	7	歯科助手	30,294	4.8
8	メカトロニクス工	25,001	2.6	8	食品手工業専門販売職	29,147	4.6
9	工作機械工	22,923	2.4	9	オフィスコミュニケーション系商業職	27,785	4.4
10	情報技術者	22,542	2.4	10	ホテル専門職	22,305	3.6
11	卸売・貿易系商業職	22,262	2.4	11	金融系商業職	20,703	3.3
12	塗装工	20,850	2.2	12	卸売・貿易系商業職	17,434	2.8
13	産業設備系電気設備工	20,455	2.2	13	税理士助手	12,906	2.1
14	倉庫物流管理者	20,300	2.2	14	弁護士助手	11,573	1.8
15	産業系商業職	19,564	2.1	15	行政助手	11,283	1.8
	合計	444,887	47.1		合計	406,414	64.8

出所: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2011.

注1: 全男性/全女性の職業訓練生における割合。

注2: Kaufmann/-frau は全て「商業職」と訳した。

(出所) JILPT 『諸外国における能力評価制度 英・仏・独・米・中・韓・EUに関する調査』(2012.3)

職業訓練の内容は職種ごとに非常に細かく決まっており、1つ1つ内容が異なる。3年間のうち、最初は共通の部分もあるが、2年目から3年目にかけては各職業特有なものになっていく。3年間を通してみると、かなり大きく違ったものとなる。たとえば、自動車のメカトロニクスの職業をみると、1年目は自動車、トラック、電機関係とも同じような講義を受けるが、2～3年目は別になる。

#### ④ドイツ資格枠組み（DQR<sup>16</sup>）

ドイツの職業能力評価制度は、近年大きな国際化の波に晒されている。欧州各国の「教育修了資格」を共通化し、相互認証を簡易化しようとする「ECTS(ヨーロッパ単位互換制度)」や「ECVET(欧州職業教育訓練単位制度)」の取り組みに続き、「職業資格」も欧州各国で共通化や相互認定を促進する動きがある。このような流れの一つとして、「欧州資格枠組み(EQF)」に基づく「ドイツ資格枠組み(DQR)」策定の動きがある。ドイツでは現在「欧州資格枠組み(EQF)」に基づき、全ての資格を網羅した「ドイツ資格枠組み(DQR)」を策定中である。<sup>17</sup>

図表 2-23 ドイツ資格枠組み（DQR）-

DQR/ EQF level	Qualifications
1	Vocational training preparation [ <i>Berufsausbildungsvorbereitung</i> ] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Employment agency measures (vocational preparation schemes) [<i>Maßnahmen der Arbeitsagentur (Berufsvorbereitende Bildungsmaßnahmen – BvB)</i>]</li> <li>• Pre-vocational Training Year [<i>Berufsvorbereitungsjahr (BVJ)</i>]</li> </ul>
2	Vocational training preparation [ <i>Berufsausbildungsvorbereitung</i> ] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Employment agency measures [<i>Maßnahmen der Arbeitsagentur</i>]</li> <li>• Year of pre-vocational training [<i>Berufsvorbereitungsjahr (BVJ)</i>]</li> <li>• Introductory training for young people (<i>Einstiegsqualifizierung, EQ</i>)</li> </ul> <i>Berufsfachschule</i> [full-time vocational school] (Basic Vocational Training [ <i>Berufliche Grundbildung</i> ])
3	Dual vocational education and training (2-year training courses) <i>Berufsfachschule (Mittlerer Schulabschluss)</i> [full-time vocational school] (general education school leaving certificate obtained on completion of grade 10 at Realschule or, under certain circumstances, at other lower secondary school types)
4	Dual vocational education and training (three-year and three-and-a-half-year training courses) <i>Berufsfachschule</i> [full-time vocational school] (assistant occupations) <i>Berufsfachschule</i> [full-time vocational school](full vocational qualification)
5	<i>IT-Spezialist (Zertifizierter)</i> [Information Technology Specialist (Certified)], <i>Service-techniker (Geprüfter)</i> [Service Technician (Certified)]*
6	Bachelor <i>Fachkaufmann (Geprüfter)</i> [Commercial Specialist (Certified)], <i>Fachwirt (Geprüfter)</i> [Business Management Specialist (Certified)], <i>Meister (Geprüfter)</i> [Master Craftsman (Certified)], <i>Operativer IT-Professional (Geprüfter)</i> [Operative IT Professional (Certified)]* <i>Fachschule (Staatlich Geprüfter...)</i> [ <i>Fachschule (State-Certified...)</i> ]
7	Master <i>Strategischer IT-Professional (Geprüfter)</i> [Strategic IT Professional (Certified)]*
8	Doctoral studies

資料：BiBB 提供

<sup>16</sup> ドイツ語の頭文字をとり「DQR」と呼ばれるが、英文解説では英語表記で GQF (German Qualifications Framework) と表記されることもある。

<sup>17</sup> JILPT 『諸外国における能力評価制度』(2012.3)

## 6. ドイツの大学における人材育成

ここでは、ハノーファー大学の生産技術研究所、フライベルグ工科大学、ドレスデン工科大学（専門大学）、シュタインバイス大学（私立大学）という、4つの大学における主にエンジニア育成の取組みについてのヒアリング結果を紹介する。

### （1）ハノーファー大学 生産技術研究所（金属成形）

IFUM: Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen

#### ①IFUM について

IFUM はハノーファー大学の機械製造科という学科に属している。機械製造科には18の研究所があり、うち以下の7つの研究所とTEWISSという大学が100%出資する会社が生産技術研究所内に入居している。

IFA：生産システムや物流に関する研究所

IFUM：金属成形（メタルフォーミング）に関する研究所

IFW：製造技術や工作機械に関する研究所

IMPT：マイクロ生産技術に関する研究所

ITA：交通やオートメーション技術に関する研究所

Match：組立の技術研究所

IW：材料科学に関する研究所

TEWISS：ハノーファー大学が出資する子会社（特殊機械製造、技術移転等）



MURC 撮影（IFUM 概観とエントランス）

建物全体の管理をしているのは、大学が100%出資するTEWSIS GmbHという有限会社で、社名の“TE”は技術、“WSIS”は科学を意味している。TEWSISは研究所の管理のほか、中小企業を対象とする技術移転や、研究所の技術を使って特殊機械の製造も手がけている。外部から仕事も受注している。TEWSISは大学教授が役員としてコミットしており、それが外部との連携に重要な役割を果たしている。

IFUM は7つの研究所の1つで、金属成形技術（フォーミング・テクノロジー）と機械（設計・製造）の研究を手がけている。分野としては、シートメタル成形、バルク成形（バルクメタル等、より大きいもの）、成形機、材料の特性解析とシミュレーションという4つの領域を手がけ、所長はベーレンツ教授（Prof. Dr.-Ing. B.-A. Behrens）が務めている。この4つの分野ごとに、さらにいろいろなグループが異なるテーマを研究している。技術系のテーマだけでなく、物流をやっているグループや、プロセス開発のグループ、また、特に大型の素形材をやるところではツールの消耗が課題であるため、それを専門に手がけるグループもある。また、グループごとに重点領域を定めている。このように分野を分け、特定の焦点を決めることで、効率的に研究を進めている。

また、シートメタル成形、バルク成形といった目に見える形状による分け方とは別に、各分野を縦につなぐグループも存在し、これをコンピテンス・チームと呼んでいる。プロセスモニタリング、トライポロジー（主にハイブリッド素材の加工を手がける）、メディカルエンジニアリング、熱間成形（ホットフォーミング）など、素材共通の課題のノウハウを共有し、縦につなげるようにしている。

## ②人員体制

IFUM には50人の学術関係のスタッフがいる。学術スタッフとは、マスターオブサイエンス、あるいはディプロムエンジニアの資格を既に取得した人で、ここの博士課程に在籍しているスタッフのことを指している。

博士課程の学術スタッフの他に、学部学生の中から選んだアシスタントが80人いる。ディプロマかマスターの課程にいる学生だが、大学や研究所からお金をもらい、実験やシミュレーションをするときに他の学生に対してリーダー的役割を果たす。普通の学部学生は約120人いる。そのほかに20人の技術およびアドミニストレーション関係のスタッフがいる。

男女比については、ほとんどが男子学生である。ただし、ハノーファー大学は教授および学生の女性比率の向上に力を入れており、たとえば機械工学科の女性比率は18~20%と、ドイツの中では比較的高いほうである。ベーレンツ教授もIFUMの研究所にもっと女性を採用すべきと考えており、IFUMの50人いる博士課程の学術スタッフのうち5人は女性であり、これは他研究所に比べると高い女性比率となっている。

この大学では、平等性を確保するためのオフィスがあり、女性を雇用し、仕事と家庭の両立を可能とし、結婚して子どもがいる女性が不利にならないように、アクティブに推進しているオフィスがある。最近、ドイツではこういう取り組みが進んで来ているが、ハノーファー大学はドイツ国内でも取り組みが進んでいる。

### ③大学評価

ドイツでも大学ランキングというものがあり、国もエクセレンス大学を選んだりする。ランキングが高くなれば、学生集めにもプラスになる。

ドイツの学術協会（DFG）は、基礎研究の評価指標のひとつとして、外部資金をいくら獲得したかを見ている。外部資金が多いということは、研究が盛んに行われているということであり、そのための人員も揃っていることを意味する。機械工学では、本大学はアーヘン工科大学などとともドイツのトップ3に入っており生産技術においてはドイツでナンバーワンにランキングされている。ランキングのトップになることで大学全体も高い評価を得ることができ、学生にとっても魅力的に映ることになる。

ハノーファー大学の中でも、特に IFUM は多額の外部資金を獲得している。人件費でみた場合、50 人の学術スタッフのうち、州の資金で賄われているのは5人だけで、残り45人の人件費は産業界の委託研究や共同研究といった外部資金で賄われている。このことから、トップレベルの研究を続けることが、研究所を維持する上でいかに重要かがわかる。

### ④グローバル化の推進

若い学生の獲得は大学にとって重要な課題のひとつで、そのためにハノーファー大学は国際化を進めている。カリキュラム対応は学生の国際化などである。ただ、待ちの姿勢では留学生は増えないので、海外の優秀な大学との提携を行っている。たとえば、ロシアではサンクトペテルブルグ国立工科大学、サンクトペテルブルグ国立大学、サンクトペテルブルク州立電気工学大学、サンクトペテルブルグ州立土木建築工学大学、モスクワ・ロモノソフ大学、クラスノヤルスク・シベリア連邦大学などと提携したり、南アメリカやイタリアなどあらゆるところの大学と提携し、一時留学をしてもらったり、ハノーファー大学で学位をとってもらったり、留学生向けに博士課程も用意している。一部の講義を英語に切り替えるなど、アクティブに国際化を進め、少子高齢化に対応している。

### ⑤若手学生の獲得

さらに、ドイツ国内では、高校生向けにも積極的に誘致活動を行っている。たとえば、ガールズデイというものを開催している。対象はギムナジウム等で最後のアビトゥアを受ける前の段階の女子生徒である。特に女子学生は、自分の生活と技術の関わりがピンと来ていないところがある。だが、ウォータージェットで金属板をカットして栓抜きを作り、加工前のものを曲げてもらったりすると、生活の中で使っているものがどのように作られているか関心をもつことができる。男子に対しても、ボーイズデイで同様の取り組みをしている。

また、オープンデイというファミリーイベント的なものも開いている。さらに「科学の夜」というタイトルで夜に開催し、家族連れなどいろいろな人に研究所に来てもらうイベントも開催している。子ども用のプログラムも用意して、学生に実験をしてもらったり、

成形技術でどういうものができるのか体験してもらったり、小さい子どもには宝探しをしてもらったりしている。このような機会に、女子学生向けにチュートリアルをオファーしたりもしている。

#### ⑥博士号取得後のキャリアパス

IFUMで博士号を取得した後は、産業界に就職するか、どこかの大学で教授になるというのが基本的なキャリアパターンである。産業界へ就職する場合は、大半が自動車関係のメーカーやサプライヤーに行く。キャリアのスタート地点では、中・高レベルのマネジメント・エリアに入る。具体的には、チームリーダー、グループリーダー、部課長クラスとして入り、その後、人によっては取締役になる人もいる。ドイツでは、ある程度キャリアを積んで最終的にトップレベルに行くのが一般的だが、(IFUMの学術関係スタッフだった人は)真ん中より上か、それ以上のところからキャリアを始める人が多い。

企業との関係では、企業との共同プロジェクトがかなりあり、共同研究を通して企業との交流がある。また、短期のインターンシップのような形で企業と一緒に実技をするプロジェクトもある。

ドイツでは、エンジニアは社会的に高い地位にある。実際に企業に入った場合も、ファイナンス担当取締役や、技術担当取締役など、エンジニアは会社のボードレベルでも必要とされる人材である。ハノーファー大学が、一般市民を対象にエンジニアについてどう思うか意識調査をしたことがあるが、医者や弁護士と同じランキングとは言わないまでも、とても高い社会的地位を有していた。

## (2) フライベルグ工科大学 金属成形研究所

TU Bergakademie Freiberg Institut für Metallformung



MURC 撮影：Institut für Metallformung 概観とエントランス

### < 参考 >

フライベルグ工科大学には6つの学部があり、赤字が訪問した研究所。

Faculty of Mathematics and computer science

Faculty of Chemistry and Physics

Faculty of Geosciences, Geoengineering and Mining

Department of Mechanical Engineering, Chemical and Energy Engineering

Faculty of Materials Science and Materials Technology

- Institute of Materials Science

- Institute of Electronic and Sensor Materials

- Institute of Materials Engineering

- **Institute for Metal Forming**

- Institute of Iron and Steel Technology

- Institute of Non-Ferrous Metallurgy and Purest

Faculty of Business Administration and the International Resource Industry

### ①研究所について

ザクセン州にはドレスデン工科大学、ケムニッツ工科大学、ライプチヒ総合大学、そしてフライベルグ工科大学という4つの大学がある。フライベルグ工科大学は歴史の古い大学であるが、規模としてはこの4大学の中では一番小さい。1コースの学生数は5~25人規模。一番大きなコースでも200名程度。専門課題のコースになると、だいたい1コースが5~10人規模となる。この大学は少人数制をとっていることもあり、大量の人材を輩出するより、エリートの輩出に重点を置いている。

フライベルグ工科大学は鉱山アカデミー（鉱山に関する学術領域）の工業大学として位置づけられており、鉱物の採掘から、鉱物処理を施して加工し、製品につくりあげるまでの、全ての工程を手がけている。鉱山アカデミーというと、鉱山採掘という最初の段階をイメージする人が少なくないが、大半は後工程を中心に手がけており、その中でも金属成形研究所は最終製品に近いところを手がけている。

東独時代、学術政策は政府のmatterであり、共産党が決めていた。当時の党の政策は、特定の大学は特定の分野をカバーするような政策で、それぞれの大学に特長を持たせていた。この鉱山大学（現在のフライベルグ工科大学の前身）は鉱山系の技術を一手に引き受ける大学として位置づけられていた。このように、東独時代はそれぞれの大学の役回りをはっきりしていたが、現在は政府の干渉は減っており、フライベルグ工科大学と競合する大学も増えてきている。ただし、ドイツ国内に金属成形を手がける大学はそれほど多くはなく、鉱山学と金属成形の両方を手がけている点がフライベルグ工科大学の特長であり、強みとなっている。

### ②外部資金の獲得

フライベルグ大学では産業界との提携が活発に行われている。州立大学なので、州政府から年間5,000万ユーロの援助を受けているが、それと同等規模の5,700万ユーロ以上の外部資金を得ている。教授の数で外部資金を割ると、全ドイツの大学の中でトップ5に入る。

### ③グローバル化への対応による学生の確保

旧独地域に立地しているという経緯もあって、東欧の学生のための単位互換制度を導入している。たとえば、7~8セメスターは自分の大学で学び、残り3セメスターをこの大学で学ぶことで、母国でもバチュラーが取得できるといった仕組みになっている。現在、ポーランド、ロシアの大学と単位互換制を行っている。

海外の大学との単位互換制度は、学生の数を確保するという目的もある。ドイツも少子化で学生が減っており、数年前から工学系の大学もその影響を受けて学生が減っているのので、東ヨーロッパの大学との単位互換制度を設けることで若い人を確保しようとしている。もちろん、大学同士の交流という側面もある。

#### ④産業界が求める人材育成

自動車業界からの要望に応える形で、「自動車製造の材料およびコンポーネント」というコースを新設した。ドイツにはツィッタウ・ゲルリッツ専門大学（同じくザクセン州にある専門大学）のように自動車の設計から製造まで、自動車技術のすべてを手がけている大学も存在する。その一方で、材料技術を手がけている大学もある。機械設計の専門家は、材料が合わないときらめてしまうケースがある。しかし、材料工学はものすごく奥深いところがあり、その中間をやってくれるところが欲しいというのが産業界のニーズであった。つまり、自動車の設計・製造を材料開発のところから手がけられるような、機械工学と材料工学の両方にまたがる融合分野が欲しいという要望がドイツの自動車産業界から寄せられ、新たなコースを新設することとした。これは自動車業界からの要請だけでなく、ティッセンクルップ（ドイツのエッセンに本社のある鉄鋼・工業製品を手がける世界的企業）のような素材メーカーからも、「機械エンジニアはいる、材料エンジニアもいる。しかし、その両方が分かっている人材がいない」という声が出ており、産業界全体からの要請でもあった。

新しいコースには自動車製造という名前がついているが、自動車そのものをつくることを目的としているわけではない。ツィッタウの専門大学が車の製造のメッカのようにしているので、ここと競合することはせず、機械エンジニア的な要素も取り入れつつも、新設コースではあくまでも材料の研究を行っている。アウディは現在旧西ドイツに本社を置いているが、世界大戦前まではツィッタウに本社があり、ツィッタウがアウディ発祥の地となっている。

#### ⑤学位取得プロセス

大学のコースの内容は時代変化とともに変わりつつあるが、10～15年前までは、ディプローム・エンジニアが最終的な学位で、10セメスターで5年間学ぶというのが典型的なパターンであった。うち、4セメスターは基礎教育にあたり、材料技術と機械技術を一緒に学んでいく。つまり、材料工学系と機械工学系に所属する学生は同じコースで学ぶ。その後の6セメスターでそれぞれ専門過程を学ぶ。材料工学系の専門課程には6コースあって、そのうちの1つがこの金属成形研究所のコースとなる。その他にも、鋳物（鋳造）、非鉄、鉄鋼など全部で6つのディプロームがある。機械工学系（（注）この大学の機械工学とは、すなわち自動車課）は4セメスターの基礎教育のあと、その後の専門課程は自動車製造に関する技術のみを学ぶ。

この大学の材料工学は自動車製造専門にやっているわけではなく、すべての産業にかかわる全ての領域をカバーするよう、全方位的にやっている。ただし、どこに就職するかはもちろん学生の自由である。自動車課を選択した学生が、必ずしも自動車産業に就職するとは限らない。

## ⑥ボローニャ・プロセス<sup>18</sup>への対応

現在、ボローニャ・プロセスにそってドイツの大学改革が行われている。基本的には、ドイツのみならず、欧州中の大学が授業のモジュール化やクレジットポイントへの対応を迫られている。

ドイツでは、教育は州の管轄にあるため、各州が大学の制度を自由に決めることができる<sup>19</sup>。そのため、ザクセン州では「大学法」という法律をつくり、Bachelor(学士)課程とMaster(修士)課程の他に、今までどおりDiplom(ディプローム)も認めることとした。つまり、BAとMAにしてもよいし、BAとMAとディプロームのミックスでもよいと認めた。

ボローニャ・プロセスへの対応が進む中、おそらく、ドイツの中でもザクセン州だけが引き続きDiplom(ディプローム)を認めようとしている。<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> ヨーロッパの大学の国際競争力を高めるために、1999年、29の国々がイタリアのボローニャに集まり、2010年までに統一された大学圏を作ることによって合意(これがボローニャプロセス)。参加した国々の大学は、学修課程と学位の構造を共通にして、ヨーロッパ全体で大学での学修プロセスを分かりやすく互換性のあるものにすることを目指す。これにより学生の移動性を高め、外国で得た学位の認定が容易にできるようにし、優秀な学生を獲得するための大学間の競争を促すことが期待される。

ボローニャ・プロセスの中心要素は、学修プロセスをBachelor(学士)課程とMaster(修士)課程の2段階にして、ヨーロッパ全体で同じ基準でこれらの学位を授与すること。

Bachelor課程では、専門分野の基礎を学び、Master課程では、知識をさらに深めたり、複数の専門分野にわたる知識を獲得する。現在このプロセスには46の国々が取り組んでいる。Diplom(ディプローム)やMagister(マギスター)といったドイツの従来の学位はBachelorとMasterに置き換わる予定で、研究職や大学教員などを目指さない学生は、3年または4年のBachelor課程を修了して就職することも可能となる。

新しい課程における学修単位はモジュールと呼ばれる。一つのモジュールは、テーマを同じくする講義、ゼミナール、演習から構成され、最大で2セメスターの長さになる。従来の基礎課程、専門課程という分け方はなくなり、一つのモジュールを修了すると、ECTS(European Credit Transfer System 欧州履修単位相互認定システム)に基づいて成績がつけられる。このシステムは、学生の学修努力を、学位取得に必要な勉学の負担量により測定しようとするもの。(以上、DADD(ドイツ学術交流会)ウェブサイトより)

<sup>19</sup> ドイツは連邦国家であり、16の連邦州にはそれぞれに独立した州政府が存在する。中でも教育政策は州の専管事項で、各州には独自の大学法も設けられている。(以上、DADD(ドイツ学術交流会)ウェブサイトより)

<sup>20</sup> ドイツの大学では2010年まで二つのシステムが並存する予定。ひとつはディプローム(Diplom: 修士に相当)かマギスター(Magister Artium: 修士に相当)で修了する旧来のドイツの大学の履修課程で、将来的には廃止される予定。もうひとつはバチュラー(Bachelor: 学士に相当)とそれに続くマスター(Master: 修士に相当)からなる新しいシステム。学科によっては例外や異なる規則が設けられる場合もある。そのため、同じ分野でも、たとえばバチュラー課程とディプローム課程が併設されている場合もある。バチュラー課程の場合は、3~4年間で国際的にも通用する学位を取得できる(ディプローム課程は通常4.5年間)。(以上、DADD(ドイツ学術交流会)ウェブサイトより)

そのため、ザクセン州の大学は、新たな学位に移行させている大学もあれば、ミックスで学位を提供している大学もある。フライベルグ工科大学の材料工学ではディプロームを維持することにした。今から入学してくる学生も、卒業資格はディプロームである。

一方、自動車製造の学科ではバチュラーとマスターに集約したので、同じ大学でも学部や学科によって対応はまちまちとなっている。ディプロームは10セメスターを必要とするが、バチュラーは7セメスターでよいので、多少のカリキュラムの入れ替えなどの対応が必要だった。

材料工学がディプロームを残す選択をしたことには理由がある。材料工学では、すべての専門コースの1セメスター目は、まず半年間、企業での実習を経験する。最終的には、それが卒論のテーマにもなる（基本的にはこの時点で卒論テーマを決める）。企業の実態を知り、企業にはどういう問題があるかを知ってもらうという意味で、実習経験を積ませる。このような実習は、10セメスターからなるディプロームでは可能であるが、バチュラーやマスターのカリキュラムでは無理がある。それがディプロームを残した理由である。

ディプロームとマスターは互換性がある。ディプロームの学位を得て卒業した学生は、国際的にはマスターに匹敵するとの認識がなされるが、内容は全く同じではない。マスターやバチュラーはクレジットポイントとなるような、一定の基準を満たす必要がある。特にバチュラーは7セメスターしかなく、その中に半年間の実習を組み込むことは不可能で、せいぜい10週間しか時間がとれない。ディプロームでは5セメスター目に文献レポートの提出を義務づけていたが、マスターやバチュラーになると、その時間の確保も難しくなる。こうした内容的な違いがあって、ディプロームを残しておくことにした。

ただし、自動車課のバチュラーにも企業派遣は組み込まれている。バチュラーでも実体験を積ませることは重要との認識から、当大学ではバチュラーは通常6セメスター（一般的には3年）で終わるところを7セメスター（ここは3年半）かけている。

バチュラーやマスターを導入して欲しいというのは、もともと産業界からの要望であった。ディプローム・エンジニアの養成には最低5年と時間がかかる。ディプローム・エンジニアほどの深い知識はなくてもよいので、もっと早く学生を養成して欲しいという要望であった。ところが、ふたを開けてみれば、バチュラーに対する産業界の需要はほとんどなかった。経済学などは別として、工学系の場合、エンジニアはバチュラーでは中途半端なのである。産業界も、最初はそれなりの知識を持つ大学を出たエンジニアが早く欲しい、しかも、バチュラー資格のエンジニアなら（ディプローム・エンジニアに比べて）安く雇用できるのではないかと考えた。ところが、実際には中途半端な知識で産業界は満足しなかった。現在、少なくとも、フライベルグ工科大学ではバチュラーを選択する学生はほとんどいない。大半はディプロームかマスターの資格を取得する。ディプロームの場合は、卒業証書もディプロームで出している。

「ディプローム・エンジニア」というのは、ドイツでは非常に権威のある由緒正しい資格である。国際的にも認められている資格とはいえ「マスター・オブ・サイエンス」はド

イツでは軽い受け止め方しかされない。感覚的なところが大きいかもしれないが、産業界は明らかにディプローム・ルネッサンスで、ディプロームの再評価をしているところである。

こうした事情もあり、少なくともこのザクセン州ではボローニャ・プロセスへの抵抗感が強く、ザクセン州の大学<sup>21</sup>は、フライベルグ大学同様に、ディプローム重視に動くところも少なくない。自動車課でも、マスターに並行して、10 セメスターからなるディプロームを再び導入した。ドレスデン工科大学もディプロームを再導入した。フライベルグ工科大学としてはバチュラーは出さない方針であるが、他大学でバチュラーを取得した学生の編入は認めている。

### ⑦学生の進路やキャリアパス

卒業生の進路は、企業へ就職するケースと、大学院（博士）へ進学するコースに大別される。

就職する場合、産業界からのオファーが多く、在学中に一人あたり5社はオファーがあるので、どこにでも就職は可能である。就職先は大手の自動車業界のサプライヤーや車メーカーが多い。ディプローム・エンジニアを取得した学生は、年収も高くなるので、大企業へ就職するケースが多く、最終的には技術長クラスに就く人が多い。中小企業は、特に旧東独の中小企業は給料の高いディプローム・エンジニアを採用することは難しい。ドイツのような資格社会は、資格に対応する給料相場が決まっているので、それを支払う能力がない企業は採用することができない。ただし、西側の中小企業の中には、非常にレベルの高いところもあって、そういう中小企業へ就職するディプローム・エンジニアもいる。90年代は、旧東独で資格をとったディプローム・エンジニアが、待遇のよい西側へと流出していた。しかし、最近は給料が多少安くても、生活費が安く、生まれた土地で家族や友人と一緒にいたいと考える人も増えてきた。

博士過程へ進む場合は、企業に就職しつつ博士コースを学ぶ場合と、大学に残って博士コースを学ぶ場合に大別される。企業に在籍しつつ学ぶ場合は、外部博士課程と呼ぶ。大学に残って博士の資格をとる場合は、自分で外部資金を獲得しなければならない。外部博士課程の場合、学生は給料をもらっているが、ディプローム・エンジニアとして企業に在籍するのではなく、博士課程学生として在籍するので、ディプローム・エンジニアよりも給料は低い。企業にとってのメリットは、ディプローム・エンジニアよりも安い給料で、数年間投資してドクターが手に入るという点にある。学生にとってのメリットは、博士号を取得すれば給料が上がり、資格もついてくるので、それなりのキャリアアップにつながる。

---

<sup>21</sup> おそらく、ディプロームの復活はザクセン州しかできないのではないかと、このことであつた。モジュラー化やクレジットポイントの付与のあり方については別途調整しているとのこと。

る。また、大学側のメリットとしては、費用をかけずに博士課程の学生を獲得することができる。大学も、州政府から学生数の基準を満たせというプレッシャーを受けている。

### ⑧産業界とのミスマッチ

学部学生数、博士課程の学生数、外部資金獲得金額、論文発表数などが評価のベンチマークとなっている。州政府から受ける助成金は心配していないが、大学内でその資金配分を検討する際に、あまりにも学生数が少ない年が続くと「もう、その学科は不要ではないか」「年間、数名しか学生を輩出しないような学科に教授を雇う必要はないのでは」と判断されてしまう。このように、特に、学生数の確保は、大学が一番重視するベンチマークである。

ドイツも日本とまさに同じ問題を抱えている。ドイツでも学生と学科のミスマッチが起こりつつある。特に、鋳物のような素形材は若い人にとって魅力的な学問とはいえない。「こういう学科を勉強しよう」と決めるのはギムナジウム後期の頃で、生徒達には鋳山学や材料工学が「非常に難しそうな学問である」という響きで捉えられてしまう。とりわけ、金属素形材は難しい学問と思われていて、学生が減っている。ドイツの産業界は金属素形材の領域の人材は欲しいと言っているが、それは資金の出し手である州政府の意向とは必ずしも一致しない。

ドイツでも、90年代中旬は工学系を志望する学生がものすごく多かった。大学が学生を選べた時代であった。今は逆で、どんな学生でも採ってしまおうというスタンスになっている。企業の人材確保についても同様で、昔は工学系のバックグラウンドを持つ人材を企業が選ぶことができた。今は「やっと一人見つかった」というレベル。ドイツでもナノテクノロジー、バイオテクノロジーといった分野に学生を取られてしまう。機械工学はそれほどでもないが、マテリアル系は残念ながら厳しい。マテリアルについては、ドイツ全体において提供している学科コースが少ないにもかかわらず、かつ、産業界からのニーズが高いにもかかわらず、マテリアル系の学科は衰退しつつあり、これは日本が抱えているという現状となんら変わりはない。ドイツも産業界からニーズがあるにもかかわらず、学生が減っていくという課題に直面している。

### ⑨女子学生の動向

旧東独では、女性も働くのが当たり前で、子供の世話は国が責任をもつというシステムであった。そのため、母親は6週間の産休をもらい、すぐに復職した。ドイツは少子化に直面しているが、少子化に対応するには女性の職場復帰を可能にするために子供の世話をするしくみが絶対に必要である。さらに、男女平等を徹底することが必要である。処遇や待遇を男女同一としなければならない。

残念ながら、ドイツは男女平等ではない。男女で給料差もある。特に旧西独は保守的で、男性が外で稼ぎ、女性は家の中にいるべきとの考え方が中心となっている。旧東独時代、女性の就業率は94%であったが、旧西独ではたった15%であった。

### (3) ドレスデン工科経済大学

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden<sup>22</sup>

#### ①大学の概要

ドレスデン中央駅から徒歩数分の駅前に立地しており、都市型キャンパスとはいえ、大学キャンパスはかなりの広さを誇る。

ドレスデン工科経済大学には8つの学部があり、「Mechanical Engineering/Process Engineering」が今回のヒアリング対象先。なお、「Mechanical Engineering/Process Engineering」はさらに5つの学科(Basics of Engineering、Energy Technology / Physics、Vehicle Engineering (自動車科)、Production Technology、Chemical Engineering)とResearch Institute から構成されている。

#### <ドレスデン工科経済大学の8つの学部一覧>

Civil Engineering/Architecture

Electrical Engineering

Spatial Information

Design

Informatics/Mathematics

Agriculture/Landscape Management

Mechanical Engineering/Process Engineering

Business Administration

#### ②専門大学の位置づけ<sup>23</sup>

専門大学は、科学技術の進歩に合わせて将来の職業人の資質を高めるために、1960年代後半から1970年代前半にかけて連邦州により設立された。専門大学では、経済産業界で求められる実践力に対応できるアカデミックな教育を提供する役割を担っている。

専門大学の課程では、専門分野の勉学および高度な実践力が重視される。また、学生がなるべく短期間でキャリア形成の準備ができるよう、比較的ハードな学修スケジュールが組まれている。

専門大学の課程は、従来のディプローム/マギスターの履修課程もバチュラー/マスター課程も総合大学と似た構成になっている。ただし、専門大学では多くの場合、少なくとも数週間にわたる研修が組み込まれており、中には1ゼメスター全体が実習という場合もある。

<sup>22</sup>日本語訳にすると「大学」となるが、ドイツ語では「Hochschule」となっているように、いわゆる総合大学ではなく、専門大学の部類に入る。博士号授与権はない。

<sup>23</sup> 専門大学の説明については DADD (ドイツ学術交流会) ウェブサイトから引用

専門大学の在学制限期間は 8 学期。専門大学の従来の学位ディプロームは、総合大学のディプロームと区別して、Diplom (FH) のように" (FH) "を付記して表記される。極めて優秀な成績でディプロームを取得した場合は総合大学で博士号取得を目指すことができる。専門大学でバチュラーを取得すると、専門大学あるいは総合大学のマスター課程へ進むことができる。マスターは専門大学も総合大学も全面的に同等で、一般的に就職の展望にも差はない。

### ③大学の概要

ドレスデン工科経済大学が設立されたのは 1992 年、現在の学生数は 5,400 名、スタッフ（教職員）は 440 名となっている。この 440 名には名誉教授は含まれておらず、アクティブに働いている教職員の数である。

この専門大学では教授の授業数は週に 18 時間、それに対して工科大学は 8 時間程度と専門大学に比べて少なく、その分、研究に専念できる。一方、専門大学は教えることにより重点を置いている。研究も実用研究が中心で、企業との提携でやるものが大半である。ドイツの様々な自動車メーカーから共同研究を持ちかけられている。

自動車関係については、ドレスデン工科大学とかなり緊密に連携してやっている。共通の講義もっており、この大学にドレスデン工科大学の学生も学びにやってくる。学生は工科大学では主に理論を学び、専門大学で実技を中心に学ぶ。

ドレスデン工科経済大学の機械学科は 1 学年が 40 人、自動車学科ですら 80 人と小規模であるが、とても人気があり、狭き門である。それに比して、ドレスデン工科大学は総合大学ではあるが、1,000 人規模で展開されており、ドレスデン工科経済大学へ来て実技を学ぶことは総合大学の学生にも好意的に受け止められている。

自動車関係の学科へ入学してくる学生は、（日本に当てはめると）工業高校などであらかじめ機械工学を学んだ生徒が多い<sup>24</sup>。総合大学などへ進学する学生と比べると、一般的な教養に関する学科の履修は少ないといえる。

### ④ドレスデン工科経済大学で取得できる学位

「Mechanical Engineering/Process Engineering」と「Electrical Engineering」の学位授与の内容は以下のとおり。ドレスデン工科経済大学では、ディプロームと、バチュラー/マスターの両方を提供している。ただし、総合大学とは違い、ディプロームに必要なセメスターは 8 つ、また、学位には総合大学で取得するディプロームとは違うことがわかる

---

<sup>24</sup> 一般に大学入学資格といえは「アビテウア」が連想されるが、これはギムナジウムを卒業した学生が総合大学へ進学するために受験する大学資格の試験。専門大学への入学には原則として専門大学入学資格、またはそれと同等の修了資格が必要となる。専門大学入学資格は、たとえばドイツの中・高等学校の第 12 学年を優秀な成績で修了して実習または見習教育をすることなどにより取得できる。(DADD(ドイツ学術交流会)ウェブサイトより)

(FH)が必ずつく。ドイツでエンジニアと呼ばれる人達の40%は専門大学出身のエンジニア、いわゆるディプローム(FH)という資格を持つ人達である。

図表 2-24 ドレスデン工科経済大学で取得する学位例

Faculty	Degree Course	Semesters	degree
Mechanical Engineering/Process Engineering			
	Mechanical Engineering	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Automotive Engineering	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Production Engineering	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Chemical Engineering	7	Bachelor of Science
	Chemical Engineering	3	Master of Science
Electrical Engineering			
	Automation Technology	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Automation Technology	7	Bachelor of Engineering
	Electrical Engineering/Electronics	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Electrical Engineering/Electronics	7	Bachelor of Engineering
	Telecommunication/Multi-Media-Technology	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Telecommunication/Multi-Media-Technology	7	Bachelor of Engineering
	Mechatronic Systems/Automotive Mechatronics	8	Diplom-Ingenieur/-in (FH)
	Mechatronic Systems/Automotive Mechatronics	7	Bachelor of Engineering
	Electrical Engineering	2 or 3	Master of Science

出所：ドレスデン工科経済大学のウェブサイト

機械と自動車についてはディプロームの学位しか出していないが、電気工学ではバachelor、マスターもディプロームも両方出している。その場合、最初の2～3年間は学生はどちらにするかを自由に選択できる。

これまでのドイツは、ディプローム・エンジニアなら、どこのディプロームも一定の内容であって、どこの大学で取得したかは気にしなくても良かった。しかし、これからは「どこの大学で取得した資格か」が問われるようになるかもしれない。

ドイツ国内ではディプロームが重宝される。そのため、こちらの学生はディプロームを選択する人が少なくないが、全ドイツでみた場合は圧倒的にバachelorやマスターが多くなっている。国際化の流れ(ポローニャ・プロセス)に逆戻りはできないため、いつまでディプロームが存続するかは分からない。ディプロームや、バachelor/マスターが混在することで、いろいろなコースが複雑化して分かりにくくなっているところは否めない。

国際的に一律にするという意味では、マスター、バチュラーがよいのかもしれない。しかし、マスターやバチュラーはプログラムが決まってしまうので、余計なことができない。それよりは、決められた以上のことを要求し、様々なコースを提供できる方がよいと考える。余計なことができるからこそ、イノベーションが起きる。

#### ⑤学生のプロフィールと教育課程

ドイツでは5年生の時点でギムナジウムへ進学するかどうか、ギムナジウムへ進学する際は技術系のギムナジウムへ進学するか、人文系のギムナジウムへ進学するかを決めるので、ほぼその時点で将来すすむべきコースが決まる。最初の3年間くらいは横滑りができるが（コースの入れ替えもできるが）、その後は難しくなっていく。基本的にはギムナジウムで専門コースに入ってしまうので、そこで技術系科目を選択した人が、この専門大学の自動車コースに進学する傾向にある。つまり、高校時代から技術系の学科を学んできた学生が中心となっている。

一般的な大学入学資格（アビトゥア）の方が大学への門戸が広く、専門的な大学入学資格をとると進学先が限られてしまう。しかし、その分、高校卒業までにかなり専門的な部分を学んでしまっている。

#### ⑥職業教育としての特徴

専門大学が成立するには企業の協力が必須不可欠である。企業と大学との協力関係は昔からドイツでは成り立っており、この専門大学の学生の卒論には企業からテーマが与えられている。

バイエルンやバーデン＝ヴェルデンベルクなどの南ドイツではデュアル大学が浸透しており、そこでは企業に在籍する人達が大学生となって学んでいる。このザクセン州にもデュアル大学はある。ただし、デュアル大学は企業の一員として教育を受けるので、やや視野が狭くなる傾向にある。専門大学は実践性を重んじる大学であり、企業との距離も近く、かつ、大学としての自由度も保っているため、デュアル大学に比べるとイノベーションを担う人材を輩出できる。

#### ⑦ザクセン州の教育政策

ザクセン州には5つの専門大学、4つの総合大学が立地しているなど、教育機関の密度が高く、その中で、ザクセン州政府はこのドレスデンを学術拠点にしようとする政策を進めている。しかし、州政府がお金をかけて自動車工学の学生を育てても、卒業するとバイエルン州やヴェルデン＝バルデンベルク州などの他の州（旧西独地域）へ流出してしまう。そのため、大学は連邦政府でファイナンスすべきではないか、という議論がドイツで沸き起こっている。

## ⑧専門大学の実践性とアカデミア化

専門大学の教授になるには、大学以外で3年間何かをした実績を持つことが条件の1つとなっている。以前は、“産業界でエンジニアとして働いていた”という実績をかなり厳しくみられてきたが、専門大学もだんだんとアカデミアに近づき、研究にも重点を置くようになってきているので、民間企業ではないが「フラウンホーファー研究所に3年間在籍していた」という場合でも教授になれるようになってきた。

専門大学が実践性を維持する上では、中小企業との連携強化が重要である。ドイツ政府は、これからのドイツの中小企業が国際競争に勝ち抜くにはイノベーションが必要であると考えており、その一つの方法として、専門大学との共同研究を推進している。中小企業が抱える課題のソリューションに専門大学が貢献できるとみている。

専門大学は単独では博士号を出せず、工科大学などの総合大学との協力が必要となる。専門大学がアカデミア化していく過程において、専門大学にも博士課程を認めてはどうかという要望が出ている。他方で、専門大学の良さは実践教育にあり、博士課程をつくると実践的な研究課題から遠のいてしまうのではないかと、専門大学の長が失われるのではないかと危惧する意見もある。

## ⑨卒業生のキャリアパス

専門大学と総合大学は（バachelorやマスターになると）卒業資格が同じになってしまったので、そのうち差がなくなると思うが、現状では、専門大学では8セメスターでディプロームを取得できるが、総合大学では10セメスターを必要とする。総合大学のディプロームに比べると専門大学のFHは2セメスター分少ないため、その分、給料にも影響する。（専門大学か総合大学かを問わず）ディプロームやマスターは企業の中では指導者層になり、バachelorは与えられた指示を執行する人、という役回りになっていく。企業はバachelorなら安く技術者を雇えると期待したと思うが、今、企業が一番求めているのはディプロームの資格保持者である。

専門大学の卒業生が中小企業の人材供給源になっている。ザクセン州には自動車産業の中堅企業があまり存在しないので、南ドイツの中堅企業へ就職する人が多いが、電気電子系には現地の中小企業に就職するケースが多い。州政府が地元中小企業との橋渡しもしている。

ドイツの学生も大企業への就職願望は強い。今、ドイツでは設計の特定部分をアウトソースすることが流行っている。たとえば、BMWの設計部門には、正規社員ではなく、エンジニア会社から派遣された技術者が働いていることが多い。そこで2～3年働いて認められると、BMWからオファーがあって就職できる可能性もある。専門大学を出た学生は、最初から大企業に就職することは難しいので、そういうルートで就職していくのが一般的である。

## ⑩産業界とのミスマッチ

ザクセン州の場合、伝統的に素形材が強いということも影響しているかもしれないが、工学系の学生が減っているという印象はない。ドレスデン工科大学では新学期に1000人の機械工学の学生が入学する。これはザクセンの伝統で、昔からの強みを生かした領域である。ザクセン州の場合は、むしろ情報学（IT）や電気で学生が集まらない。イノベーションが必要とされるこれらの分野において、就職口があるにもかかわらず、なぜか学生が集まらない。旧東独時代は、国が大学の特長を伸ばす政策を実施していたが、今は大学の自主性に任されている。そのため、学生が集まらなければ衰退してしまう可能性がある。

産業界の要望と学生の意向を汲む大学とのミスマッチ問題はドイツでも発生している。少子化で労働力が減少しているので、企業も人材確保に必死になっている。企業が大学にやってきて企業紹介もしているし、学生が卒論を書く際には（課題テーマを与えるので）是非お声がけください、というスタンスをとっている。卒論のテーマを提供する企業はザクセン州の企業である必要はない。それが、人材が他州へ流出する理由にもなっている。

#### (4) シュタインバイス大学

Steinbeis-Hochschule Berlin SHB

##### ①大学の概要<sup>25</sup>

欧州最大の産学協同事業体であるシュタインバイス財団が保有・運営する 1998 年設立の私立大学で、企業（従業員）や学生を対象に、企業や産業のニーズに対応した実践的な職業教育（学位プログラム）を提供している。学生は、教室での講義だけでなく、企業におもむいて、実際のプロジェクトを受け持ち実践で学ぶ。

シュタインバイスでは、STC（シュタインバイス・トランスファーセンター）と呼ばれるナレッジ移転センターを世界に 400 拠点設置し、3,600 人以上の専門分野のスタッフが受託プロジェクトに取り組んでいるが、シュタインバイス大学では学生にこのプロジェクトに参加する機会を与え、それを通じて産業や企業が必要とする実践的なスキルやコンピテンシーを身につけさせている。

同大学の学位プログラムと中心的な研究プログラムは、トランスファー・オリエンテッドな「プロジェクト・コンピテンス」という概念に則って提供されている。特に、「プロジェクト・コンピテンス・ディグリー」(PKS)においては、学生はディグリー（学位）と並行して企業で働き、教授やチューターから助言やインプットを得ながら、スポンサー企業のためにプロジェクトを管理する。このことにより、学生は獲得した知識をすぐに企業内で循環し、新しいソリューションや製品・サービスに適用する知識を生み出すために使うことができる、としている。

図表 2-25 シュタインバイス大学の概要

設立	1998 年（ベルリン）
学生数	在学生 6500 人、卒業生 9200 人（2013 年）
学位	学士：芸術、エンジニアリング、科学 （Bachelor of Arts, Engineering, Science） 修士：芸術、経営管理、ビジネス・エンジニアリング、エンジニアリング、法律、科学 （Master of Arts, Business Administration, Business Engineering, Engineering, Law, Science）
原則（principles）	学位（Degree）について：プロジェクト・コンピテンス トレーニングについて：承認プロセスに基づく認定コース リサーチについて：トランスファー・オリエンテッド Doctoral について：プロジェクト・コンピテンス
講師陣	フルタイムの教授 62 人を含む講師陣により、およそ計 1800 の講義（レクチャー）を実施
博士号	博士候補 59 人、博士号 22 人（2013 年）
提携大学	< 欧州 > ロイトリンゲン大学スクールオブビジネス、ドレスデン工科大学 < 米国 > インディアナ大学ケリー・スクールオブビジネス < 日本 > 北九州大学 / など
インターン受け入れ提携企業	ダイムラーベンツ、ポルシェ、ヘキスト、シーメンス、ホフマンラロッシュなど

資料：シュタインバイス・ジャパン <http://www.steinbeis.co.jp/jp/index.html>,

<sup>25</sup> シュタインバイス大学ウェブサイトより

## ②学生の入学要件

バチュラー以上の学位を持っていることが入学要件となるが、5年前から、バチュラーの学位を持たない者を対象にバチュラーを取得するコースも作った。ただし、入学要件として、一定の職業経験（2年以上）を必要としている。これはドイツの高学歴化を背景としている。ギムナジウムに行く子どもが増え、また、ギムナジウムを終えた時点では、まだ大学に進学するか、職業教育に進むかを決めかねているという状況がある。そうした学生に対応するものとして、こうしたコースを設置した。

## ③大学のカリキュラムの特徴

シュタインバイス大学（以下、SHB）では、プロジェクトが重要な位置を占めている。一般的に大学生は授業で学習し、授業後に復習や実習を行うが、SHBでは、自分が学んだ内容が実際にどう役に立つか考える時間を取っており、それを「トランスファー」と呼んでいる。そのための宿題、チェックポイントもある。SHBでは、個々の企業からプロジェクトが出され、学生は学校で学んだ内容を、プロジェクトの枠内で利用したり、理解したりする。その点が、ふつうのデュアル大学などとは異なる点で、SHBの特徴でもある。

具体的には、自動車の安全メカニズムというテーマがあるとする。それは技術系のテーマなので、ふつうの学生は、そのためのメカニズムを作ればよいと思う。だが、本学では、マーケティングなどの項目も入ってくる。「あなたが、それを市場に出すときに、どのようにやりたいか、どうやって売るのがか」を問う。それにより、学生のコンピテンシーを高める。むしろ、知識よりはコンピテンスを高めるための教育を重視している。

企業に所属していない普通の学生がSHBの学生になりたいと応募してきた場合は、SHBの側で、50カ所あるシュタインバイスの研究所のどこかにその学生に適したプロジェクトがないかを探す。企業が有能な従業員の資格をさらに高めるため教育をしたいとSHBに送り込んでくる場合で、かつプロジェクトがない場合も同様にSHBの側で50カ所ある研究所のどこかにその企業に最も適したテーマがないかを探し、その研究所と、どんなコースにするか、どんな資格にするかを相談する。企業に属したまま入学することも可能であるが、一時休職したり、修了後は戻れるという合意をもって企業と一時的に雇用契約を解消して学生になる場合もある。いずれにせよ、常にプロジェクトが伴うので、企業がそのプロジェクトを丸ごと買って契約を締結し、自分の社員が学生となってそのプロジェクトを担当することもある。

## ④SHB 活用企業の特徴

SHBを利用する企業は非常に幅がある。ダイムラーやシーメンスなどの大企業から、従業員2～3人の企業までと様々である。ただし、やはり中～大規模の企業が多い。小規模な企業では、2年間の学位コースに投資し、しかも従業員はフルタイムで働けないというのはコスト的に厳しい。

学費を誰が負担するかもいろいろである。学生が100%負担するケースもあれば、(所属)企業が100%負担するケースもある。また、企業が特定のプロジェクトを丸ごと買い上げる契約をシュタインバイスの研究所と結んだ場合は、そのプロジェクトを担当する学生の学費は研究所が出し、さらに多少の給料も出したりする。

#### ⑤女子学生について

ドイツでは技術系の職業は女性の比率が低い。旧東独では男性・女性というジェンダーは職業教育や教育の要素としては何の影響もなかった。そして、女性が技術系の道を進むのはふつうのことだった。だが、西側では、「女子は車で遊ばない」「女子は技術に関心がない」という観念があり、今もそれが続いている。

東西統一後も、東側の女子はそういう伝統があるので、数学、物理学、化学、工学をやることに抵抗がない。だが、西側の女子の職というと、美容師、看護師、秘書、通訳などで、汚い仕事や力仕事には就かないものと考えられている。理性的には「男女平等」ということで改善されたが、感情的な部分はまだ残っている。これはドイツに限らず、ヨーロッパ全体にいえることで、北欧はリベラル。南に行くほど伝統的な文化＝家長主義的で、男性中心の社会が残っている。

## 7. 業界団体による人材育成

### (1) ドイツ鍛造協会

Industrieverband Massivumformung e. V.



<協会が立地している地域の特徴>

ハーゲンはルール地方に位置する工業都市で、ノルトライン＝ヴェストファーレン州に属し、人口は約19万人。刃物の街として知られる近隣のゾーリングゲンから技術を取り入れ、刃物や武器などを生産し、19世紀になると工業化にともなって急速に発展。1975年に人口約23万人とピークを迎えるが、その後は人口減少に転じる。鍛造（鍛冶屋）の街として知られるハーゲンも、重厚長大産業からの産業構造転換の影響を受けている。

#### ①ドイツの鍛造業の特徴

鍛造はヨーロッパ、とくにドイツでは何百年も前からある技術である。ドイツ全体では鍛造業の企業は250社ほどあり、ドイツの鍛造業はザウアーラント<sup>26</sup>やバーデン＝ヴュルテンブルク<sup>27</sup>に集中している。両地域では企業の規模に違いがあり、ザウアーラントは昔からやっている小さい企業が多く、バーデン・ヴュルテンヴュルクは比較的規模の大きい企業が多い。

鍛造協会では、年に2回（3月末と9月末）に『鍛造ジャーナル』を発行しており、会員を含む企業およびカスタマー（橋、建築物など）に配っている。協会のスタッフは10人で、運営資金は会員からの会費でまかなっている。会員企業は現在120社。

<sup>26</sup> ザウアーラントはハーゲンを含むノルトライン＝ヴェストファーレン州に位置し、南はジーク川、北はルール川、メーネ川に挟まれる山地で、農耕には適さず、古くから鉱工業が発達した地域。

<sup>27</sup> バーデン＝ヴュルテンブルク州はシュツットガルトを州都とする南ドイツ。つまり、ドイツでは北部のザウアーラントを中心とするノルトライン＝ヴェストファーレン州と、シュツットガルトを中心とする南部のバーデン＝ヴュルテンブルク州に鍛造業が集積することになる。北部には冷間鍛造の研究拠点となるハノーファー大学、南部には熱間鍛造の研究拠点となるシュツットガルト大学がそれぞれ立地している。

鍛造は家族経営からスタートしたやや小さい中堅企業<sup>28</sup>が多く、大手企業といえるのは、うち 10～12 社ほど。企業規模のボリュームゾーンは 300～600 人くらいである。1,000～1,500 人規模の大手企業に該当するところが 10～12 社あり、そうしたところは海外にも進出している。

鍛造業で働く従業員は、ドイツ全体で 3 万～3 万 5 千人いる。現在、業界ではコストを下げることに注力している。その背景にはドイツのエネルギー政策の影響がある。鍛造はエネルギーを使うので、再生エネルギーを基本とする現政府のエネルギー政策とは合わないところがある。また、人件費が高い上に、鍛造業は労働集約的である。

鍛造業にとって、自動車産業が一番重要な産業であり、鍛造部品の 7 割は自動車産業で使われる。自動車産業に使われているということで、ドイツの鍛造は、高い品質において他国の追随を許さない。

10 年ほど前までは、自動車メーカーからのコストダウン圧力に晒されていた。しかし、それでは一方的だということで、10 年前から主要自動車メーカーと、技術はあるが規模が小さい中堅中小のサプライヤーが、年 1 回、ラウンドテーブルを持つようになり、取引慣行は改善されてきた。このラウンドテーブルに参加しているサプライヤーは、中小企業といえどもハイテク領域で強みを持つ企業ばかりで、ドイツの有名どころの鍛造メーカーばかりである。

全体的なトレンドとして、かつてはそれぞれの意見を主張して対立していたものが、対話を持つようになってきている。昔は鍛造業同士でも、自分がオーダーをとろうと一匹狼でやっていたのが、いまは協力してより大きな仕事をとろうとか、メッセに共同出展するといったことも問題なくできるようになってきた。当協会としても、会員の規模を問わず、こうしたダイアログを推奨している。

## ②研究開発・技術開発への取組み

技術力がドイツ企業の強みである。そのためには、研究開発部門を維持し、人を育てていくことが重要である。規模の小さい企業は研究開発部門を持つのは難しいので、協会がサポートする。協会には独自の研究および技術部門があり、また、ドイツ国内の他の 30 の研究技術団体と協力しており、こうした外部の研究機関と協力して研究プロジェクトを行う。小さい企業は、そこに技術者を送り込むことで、研究開発に参加することができる。中小企業の研究開発のサポートは協会の重要なミッションの 1 つとなっている。

年に 2 回、協会では研究技術委員会を開催しており、外部との共同研究への参加を希望する企業の代表が来て、何をやるべきかを話し合う場を設けている。いろいろな研究課題の提案が上がっていれば、どれを選ぶべきかを議論し、今後の研究テーマを提案したりすることもできる。同様に、どこかで補助金の申請ができないかという相談をしたり、具体

---

<sup>28</sup> ただし、ドイツの場合「中小企業」の規模は日本の中堅企業に匹敵するため、ドイツ人の言う「中小企業」と日本の中小企業は規模的に大きな乖離がある。

的な研究テーマが決まれば、どこの研究所とやるべきかといった相談も行う。協会の中に助成金の担当者もいて、連邦の科学技術の助成金プログラムなどを常にチェックしている。

協力関係のある研究所は、ホームページに掲載している。IFUM など、協会がネットワークを持つのは大学に属する研究所が多い。そうした大学には、成形や機械工学の学部がある。所在地を地図にプロットする他、どこの研究所が、どんなことをやっているか、どんなことが強いかが一目で分かるようなマトリクスも作成している。さらに、会員専用のホームページにログインをすると、より詳しい情報が分かるようになっている。情報は、毎日アップデートしている。

### ③技術者の育成支援

若手技術者育成のため、オットー・キンツレ賞、奨励のための賞、奨学金という3種類のプログラムを持っている。すべて大学を出てきた人が対象となる。

- 奨学金 -

学部学生向けのプログラムとして、年に3人、1人4千ユーロの奨学金を出す。対象は、4セメスターか3セメスター目の学生で、教授の推薦を必要とする。よいパフォーマンスを上げている学生の関心をさらに高めるためのものである。この奨学金をもらった学生は、業界でも注目され、大学が終わるとすぐオファーがある。

- 奨励のための賞 -

当協会がやっている分野の修論に対して、年2件、各1千ユーロの賞金を出す。対象は、バッチラーでもマスターでもよく、教授の推薦を必要とする。

- オットー・キンツレ賞<sup>29</sup> -

一番上のクラスの賞である。業界にとって革新を促すような論文に対し、年1件、5千ユーロの賞金を出す。教授の推薦は必要としない。学部学生ではなく、博士課程の者が多い。この賞をもらった人に対しては、業界でも注目する。

### ④女性技術者の活躍奨励

鍛造業は男性中心の職業であることから、女性の参加を促すような活動もしている。たとえば、賞の対象について、もし最終的に男女同等の資格をもった人が候補に残ったならば、協会としては女性を優先することができる。

業界としても、新しい技術、業界の姿が必要であり、それには女性を雇用することが必要である。アカデミー関係だけでなく、職業教育を受けた人についても、女性を雇用したいと考えている。

---

<sup>29</sup> ドイツらしく、協会のホームページにはこの賞を評価する基準が示されている。その基準によると、科学的に高い知見が求められると同時に、ドイツ鍛造業界の競争力強化に大きく貢献することが重視される。

業界が IT 化して、CAD やシミュレーションなどモニター前の作業が増えており、こうした部分では女性の比率が高まるべきであり、将来そうなると考えている。業界でも、モニター前で設計する仕事においては、男性がガチガチに考えるところを女性は柔軟な考えで設計することができ、女性のほうがクリエイティブだと認識しているところである。

#### ⑤若者への働きかけ

ドイツも少子化が進行している。しかも、鍛造は「熱くて汚い」というイメージが定着してしまっている。このイメージを変える活動はしているが、ドイツでも技能者の不足は深刻である。技術者も不足している。大学の工学科を出たアカデミックなバックグラウンドを持つエンジニアについても、現場たたき上げの技能者も、両方不足している。

そこで、11～15歳をターゲットに、実際に学校へ出向いてものづくりの面白さを理解してもらう活動を実施している。具体的に何をやっているかということ、小型トラックに積めるようなサイズの、伝統的な鍛冶屋のセットのラボがあり、それを校庭に持ち込む。伝統的な手法で鍛冶屋をやってみせる。子どもたちは、鍛造という技術をまじかに見ることができる。金属を扱うのは初めてという子どもも多い。安全性確保のため協会のスタッフも参加している。会員企業の社員や職業訓練生にサポートに入ってもらおう。

Facebook も開設し、来年からはもっと活動を密にして、若い人に訴えたいと思っている。また、職業訓練生のシリーズということで、鍛造関係の職業のうち6つについて、デュアルで職業学校に行っている人の動画を Youtube にアップしている。女性の職業訓練生を取り上げた動画もある。鍛造の中のプロダクトデザインの職業ということで、女性の訓練生に登場してもらい、どういう仕事をしているかを見せている。こういう動画のクリック数は多い。

#### ⑥職業教育とキャリアパスについて

技能者、技術者の両方が重要という認識がドイツの強みの背景にある。ヨーロッパの他の国では、アカデミックなものの方が高度で重要と考えがちだが、ドイツの歴史的な経緯や政策を見ると、アカデミックなバックグラウンドを持った人が頭で考えたことを、職人が実際に形にする必要があり、その両方があってうまくいっているのがドイツである。ドイツでは一般的な大学入学資格をもっている人であっても、途中で職業教育を受けて大学に行く割合も高い。

職業教育の難易度は職業によって違う。最低限の教育を受けて職業教育にすぐ入る人たちには、最初から高度な技術が要求されている職業は無理なので、機械系や設備系など、単純でハードルの低い職業教育コースに入り、3年間の職業教育を終えて一段落したあと、次の段階として切削やメカニズムなどを目指す。ドイツの職業教育は、「これをやったから終わり」というのでなく、ステップアップできるものである。

総合大学へ入るには、一般の大学入学資格が必要となる。大学入学資格を持たない人も、2年間職業教育を受け、かつ2年間の職業経験を積むと、(総合大学は無理だが)専門大学への入学資格が得られる。専門大学は学位を与えながらも、企業がそのまま使える即戦力となる技術者を育成しており、非常に実践的な教育をやるということで、企業側の評価が上がっている。ただし、鍛造業を見ても、各会員企業の研究開発部門の長は総合大学の卒業者が占めており、8割はドクターを持っている。それが一般的である。特に、研究開発の世界になると、院卒のアカデミアの世界になる。

年に1、2回、産学のラウンドテーブルをオーガナイズしている。ドイツ全土のいろいろな研究所から30~40人の教授陣が集まり、産業界からは10~20人の代表者、それと協会の運営スタッフが参加し、いろいろな話をする。その会議で産業界から「こういう人材が欲しい、最近の大学教育ではこういうものが足りない」といった話も出る。

#### ⑦業界としての課題

エネルギーが一番重要なテーマである。ドイツでは、再生可能エネルギー法が法制化されて、従来型エネルギーを使うほどコストが高つく。小さい鍛造企業では死活問題になるほどコストが高い。当協会でもエネルギーのエキスパートを1人置き、連邦政府や政府レベルのところに出て行って、業界利益を代表して話をしている。

## 第3章 韓国における人材供給・育成の実態

### 1. はじめに

本稿の目的は、大韓民国（以下、韓国）における素形材分野など基盤的技術に係る人材育成についてその現状を明らかにすることである。さらに、議論の前提として、韓国の素形材産業の現状および韓国の産業構造や歴史的経緯などの特徴も概観する。このことを通して、日本と比較的類似点が多いとされる韓国の状況を整理し、今後の日本の素形材分野の人材育成の在り方を考える際の示唆を抽出したい。

調査方法としては、主に文献に基づく調査を行い、適宜、韓国の素形材分野や人材育成に関わるウェブページを参照する。

### 2. 韓国の産業構造の概観

#### (1) 「漢江の奇跡」

韓国は、いくつかの財閥グループを中心とした産業構造が有名であるが、そうした現在の韓国の産業構造が構築された歴史的経緯は、1961年に就任した朴正熙大統領による、第1次経済開発5ヶ年計画まで遡る。

1962年から始まる経済開発5ヶ年計画（図表3-1）において、韓国政府から特恵的待遇を受けた企業が急成長し（財閥の形成）財閥企業が韓国経済を牽引する形で、積極的な重化学工業化政策と輸出振興政策が推し進められた。5ヶ年計画は第7次経済社会発展5ヶ年計画（1996年）まで継続し、1990年代には財閥のビッグ5と呼ばれる「サムスン」、「現代」、「ラッキー金星（現、LG）」、「大宇」、「鮮京（現、SK）」を中心に拡大を続け、1995年までに上位30大財閥の総売上高は韓国のGDPの90%にまで達した<sup>30</sup>。

図表 3-1 経済開発5ヶ年計画、経済社会発展5ヶ年計画

期間	大統領	名称
1962-1966	朴正熙	第1次経済開発5ヶ年計画
1967-1971	朴正熙	第2次経済開発5ヶ年計画
1972-1976	朴正熙	第3次経済開発5ヶ年計画
1977-1981	朴正熙	第4次経済開発5ヶ年計画
1982-1986	全斗煥	第5次経済社会発展5ヶ年計画
1987-1991	全斗煥（～1988） 盧泰愚（1988～）	第6次経済社会発展5ヶ年計画
1992-1996	盧泰愚（～1993） 金泳三（1993～）	第7次経済社会発展5ヶ年計画

1979.12-1980.8は、崔圭夏大統領。

資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成。

<sup>30</sup> Kwon, O-Yul, 2008, *International Business in Korea: The Evolution of the Market in the Globalization Era*, Edward Elgar publishing UK. (= 2013 奥本勝彦監訳『韓国の国際ビジネス グローバル時代の市場変革』中央大学出版会).

5ヶ年計画が実施された期間の1963年から1996年において、韓国は年平均8.8%の高度経済成長の実現、1987年民主化の達成、1988年ソウルオリンピック開催、1996年経済開発協力機構（OECD）への加盟にまで至り、第一次産業従事者が多くを占める農業社会から、近代産業社会へと約30年間という圧縮された期間で完全に変容した。この急激な高度経済成長は、ソウル特別市を横切る河川の名前を引き、「漢江<sup>ハンガン</sup>の奇跡」と呼ばれる。

## （２）「IMF危機」と構造改革

「漢江の奇跡」の立役者である財閥であったが、政府との特恵的關係の下で、所有と経営の未分離を特徴とする同族経営が災いし、本来は市場競争により淘汰されるべき企業を抱えたまま、過剰借り入れ・投資に走り<sup>31</sup>、放漫経営を続けていた<sup>32</sup>。その結果、財閥を中心とする韓国経済は、1996年頃から始まった不況により資金繰りが悪化、ウォン安が続き、1997年7月にはタイのパーツの暴落に端を発したアジア通貨危機の波に直撃し、ついに1997年11月、韓国政府はIMF（国際通貨基金）に緊急支援を要請せざるを得なくなった。1997年2月に863.9ウォンだった対米ドルレートは、1年後の1998年2月には1640.1ウォンにまで暴落し、毎日100社以上の企業が倒産する状況が数ヶ月続いた。この一連の出来事は、韓国で「IMF危機」と呼ばれている。

IMFは融資の条件として新自由主義的な改革<sup>33</sup>を要求し、それを受けて、韓国は外需中心の産業構造をさらに強化し、グローバル市場での生き残りのため、社会・経済全般の構造改革を断行した。例えば、財閥改革として各財閥が多角的に行っていた事業を大幅に集約し、強制的に寡占市場を創出した（例えば、家電市場ではサムスンとLGの2社体制、自動車では現代自動車グループが起亜自動車を買収し1グループ体制）。

IMFの新自由主義的処方箋を実行に移した韓国は、貿易収支の黒字化、10.7%の経済成長率（1999年）などを達成し、「IMFの優等生」として「IMF早期卒業」を果たした。その後、激的な市場競争がグローバルな規模で展開される中で、特に2000年代後半以降は、サムスン電子、現代自動車など韓国企業の躍進が大いに注目されるに至った。

## （３）現在の韓国の経済概況・産業構造

### ①経済概況

上記のような、歴史的経緯の中で、現在の韓国の産業構造はどのようになっているのか。

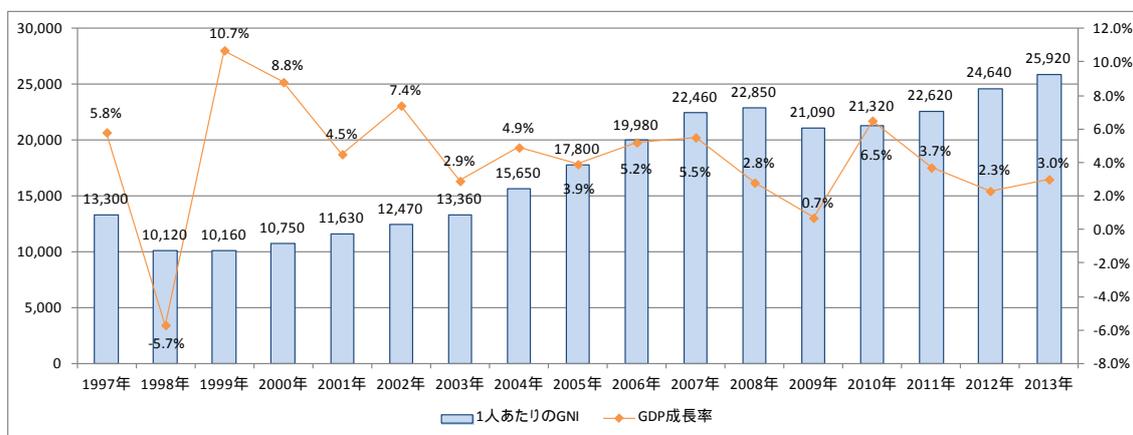
まず、現在の韓国経済を概観すれば、2013年の国内総生産（GDP）は、約1兆3000億ドルであり、これは日本の1/4程度の経済規模となっている。ただし、1人当たりのGNIは、25,920ドル（2013年）であり、これは日本の2/3程度に達している（図表3-2）。

<sup>31</sup> こうした背景には、金泳三政権による金融市場開放政策の影響もある。

<sup>32</sup> 尹敬勲（2010）『韓国経済と労使関係 韓国財閥企業における労使関係の歴史的展開』学術出版会。

<sup>33</sup> 具体的には、（1）財政および金融緊縮と高金利政策、（2）金融部門の構造調整、（3）金融資本市場の完全開放、（4）財政改革、（5）貿易自由化、（6）労働市場柔軟化の主に6点。

図表 3-2 韓国の GDP 成長率（単位：％）、1人あたりの GNI（単位：ドル）



出所：韓国銀行（GDP 成長率）、世界銀行（1人当たりの GNI）

さらに、韓国経済は、前述してきたように、急速な工業化によって圧縮された期間での近代化を成し遂げた歴史的背景から、現在も製造業に大きく支えられた産業構造となっている。産業部門ごとの GDP（2012 年）は、製造業が 28%と最も高い割合となっており、これは同年の日本の 20.6%（製造業）と比べても高い割合で、製造業が占める割合が非常に高くなっている<sup>34</sup>。加えて、第一次産業の割合は、韓国は 2.4%、日本は 1.4%に限られていることから、両国とも製造業を中心とした工業国家であるということがわかる<sup>35</sup>。

また、品目ごとの輸出入の状況をみると、輸出に関しては（図表 3-3）電子・電気製品が 32.2%と最も高い割合であり、この約半分が、サムスン電子等が関連するラジオ・テレビ・通信機器分野の輸出となっている<sup>36</sup>。また、2 番目の機械類は、主に自動車や船舶等によって占められており、これは現代自動車や現代重工業の存在感が大きいこととの関係が推測される。輸入については、鉱産物が全体の 38.8%と最も高くなっており、電子・電気製品（17.9%）、機械類（12.3%）がそれに続いている（図表 3-4）。

こうした輸出入の状況から、韓国は少資源国であり、鉱物資源や燃料、素材・部品等を輸入に頼らざるを得ない事情があること、さらに、その輸入した資源や部品を用いて、サムスン電子・LG 電子等の電子機器メーカーや、現代自動車・現代重工業等が、自動車や船舶等を製造・加工している状況が推察される<sup>37</sup>。

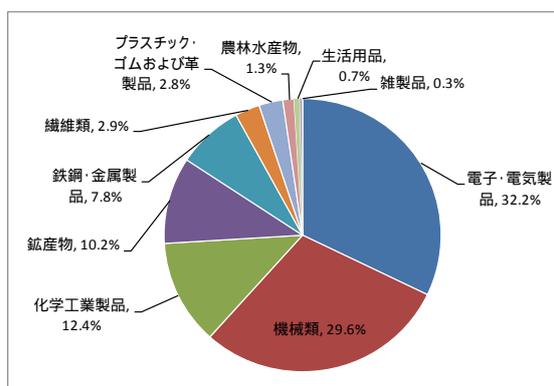
<sup>34</sup>日本でも最も高い割合はサービス業で、全体の 22.5%を占める（2012 年）。

<sup>35</sup> 科学技術振興機構研究開発戦略センター編（2011）『グローバル競争を勝ち抜く韓国の科学技術』丸善プラネット。

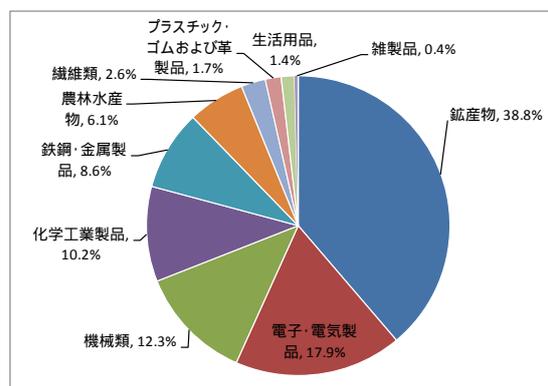
<sup>36</sup> 科学技術振興機構研究開発戦略センター編（2011）

<sup>37</sup> 2014 年の液晶テレビ世界シェア率は、サムスン電子が 22.8%で 9 年連続 1 位、LG 電子が 14.9%で 2 位となっている（聯合ニュース「サムスンと LG 世界テレビ市場で計 4 割近くのシェア率」2015/2/10 付）。

図表 3-3 韓国の主要輸出品（2013年）



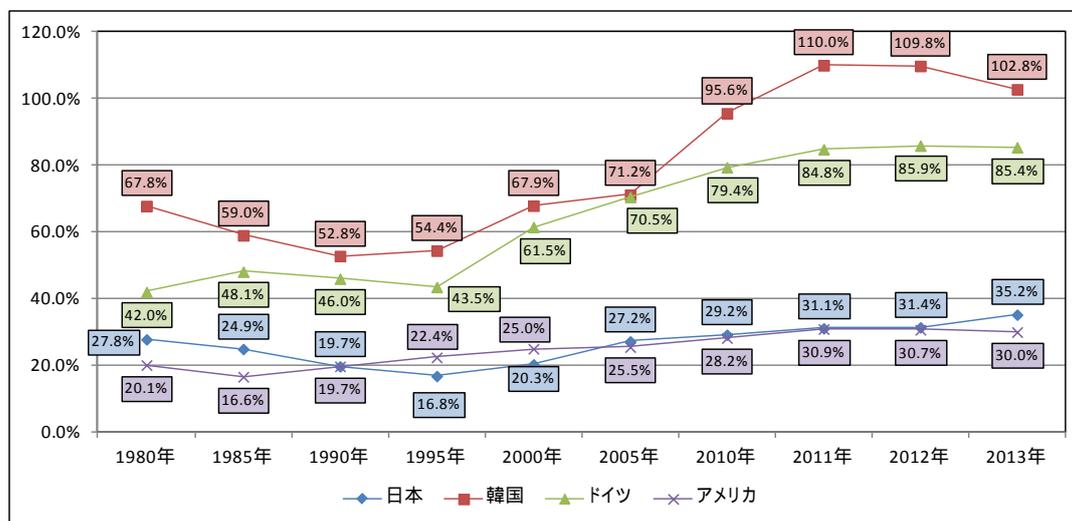
図表 3-4 韓国の主要輸入品（2013年）



（出所）韓国貿易協会データベース

貿易に大きく依存した産業構造を抱えた状態で、激化するグローバル競争に対してさらに自国の存在感を増すべく、近年の韓国は FTA（自由貿易協定）を次々と締結し、現在発効済みの FTA は 11 カ国・地域<sup>38</sup>、署名が 2 カ国、交渉中が 8 カ国・地域となっている。この結果、近年の韓国の貿易依存度は急激に割合を高めており、2011 年以降は 100%を超えている（図表 3-5）

図表 3-5 貿易依存度（（輸出額 + 輸入額） / GDP）



出所：The World Bank より、三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング作成

## ②大企業（財閥）と中小企業の格差の拡大

IMF 危機後の財閥改革として、上位 30 大財閥のうち 16 財閥の売却・合併が断行されたものの、残った少数の上位財閥への税制優遇策などにより、現在においても、少数の財閥

<sup>38</sup> チリ、シンガポール、EFTA、ASEAN、インド、EU、ペルー、アメリカ、トルコ、オーストラリア、カナダ。

企業が韓国全体の命運を左右するような、財閥に依存した経済構造は旧態依然としている側面が大いにある。実際、2012年時点で、韓国のGDPに占める主要10大財閥の売上高は76.5%に達している（図表3-6）。

図表 3-6 韓国主要財閥と売上高の韓国GDP比（2012年）

順位	グループ名	GDP比
1	サムスングループ	21.9%
2	現代・起亜自動車グループ	12.6%
3	SKグループ	11.7%
4	LGグループ	9.0%
5	GSグループ	5.4%
6	現代重工業グループ	5.0%
7	ロッテグループ	4.5%
8	ハンファグループ	2.8%
9	韓進グループ	1.9%
10	斗山グループ	1.7%

出所：聯合ニュース「韓国財閥10社の売上高 GDPの76.5%」（2012/8/27付）。

その一方で、中小企業<sup>39</sup>の割合は年々増加の一途をたどっており、2011年には韓国内の事業体の実に99.9%が中小企業となっている（図表3-7）。

図表 3-7 中小企業の事業対数・従事者数が占める割合

	1994年	1996年	1998年	2000年	2002年	2004年	2006年	2008年	2011年
事業体数割合(%)	99.3	99.3	99.3	99.2	99.8	99.8	99.9	99.9	99.9
従事者数割合(%)	75.1	74.7	77.7	80.6	86.5	86.4	87.3	87.7	86.9

資料：中小企業庁『中小企業現況』、出所：裴海善（2014）<sup>40</sup>

また財閥グループの大企業に対する中小企業の賃金水準（大企業を100とした場合）は、1998年に66.6であったが、2003年に60.9、2008年に54.6、2011年には52.6まで減少しており、財閥企業と中小企業間の格差の拡大傾向が続いている<sup>41</sup>。

さらに、韓国統計庁「経済活動人口調査の付加調査（2004年～2014年）」を基にした韓国労働研究院（2015）の調査によれば、大企業正社員の1時間当たりの賃金を100（21,568ウォン）とした場合、大企業正社員 > 大企業非正規労働者（66.1%、14,257ウォン） > 中小企業正社員（59.4%、12,828ウォン） > 中小企業非正規労働者（40.7%、8,779ウォン）という順番になっており、中小企業の正社員が、大企業の非正規労働者より平均賃金が低いという実態がある。

<sup>39</sup> 韓国での中小企業の定義（中小企業基本法第2条）：業種によって異なるが、例えば製造業は常時労働者数300人未満、資本金80億ウォン以下。鉱業・建設業・運輸業は常時雇用者300人未満、資本金30億ウォン以下。いずれの業種も、常時労働者が50人未満の場合を小企業、10人未満の場合を小商工人としている。

<sup>40</sup> 裴海善（2014）『韓国経済がわかる20講 援助経済・高度成長・経済危機・グローバル化の歩み』明石書店。

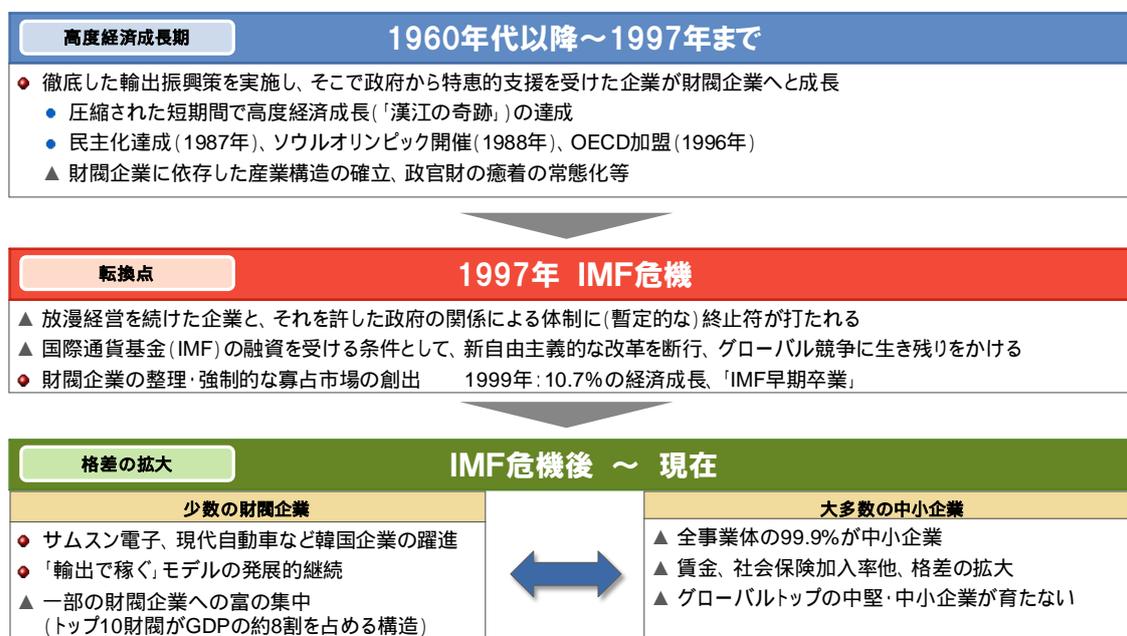
<sup>41</sup> 資料：韓国労働部『事業体賃金勤労時間調査』、出所：裴（2014）

同様に、国民年金加入率（2014 年大企業：95.6%、2014 年中小企業：64.1%）、健康保険（同：96.3%、同：67.3%）、雇用保険（同：95.7%、同：65.5%）、退職金支給率（同：94.5%、同：35.4%）、賞与支給率（同：93.1%、同：34.0%）、時間外手当支給率（同：83.6%、同：57.4%）、有給休暇取得率（同：93.4%、44.4%）、労組組織率（同：38.1%、同：8.9%）など賃金以外のあらゆる面でも、大企業と中小企業の格差が広がっている<sup>42</sup>。

こうした経済構造の結果、主に製造業では、中小企業は、財閥企業の強い系列取引関係下に属しており、財閥企業が圧倒的優位性を保っているために、国全体としての技術発展、多様性の確保、雇用維持という点で、グローバルトップを誇るような中堅・中小企業が育ちにくいという構造的課題も抱えている。

以上、韓国の産業構造の概観を踏まえると、下図の図表 3-8 のようにまとめることができる。

図表 3-8 韓国の産業構造形成～現在まで



<sup>42</sup> 韓国労働研究院(2015)「企業規模別賃金と労働条件の比較」.

### 3. 韓国の素形材産業の概観

#### (1) 素形材産業への振興

韓国では、重化学工業化の推進政策が特に強く打ち出された1972年からの第3次経済開発5ヶ年計画において、金型をはじめとする素形材産業への本格的な支援が始まったとされる。当時は、前述したとおり、財閥企業への支援を主として行われており、特に自動車、電機・電子産業等が集中的に支援された。また、1980年代後半から、部品・素材産業と関連した多様な支援策を推進してきたが、部品・素材産業の技術的特性や国内産業基盤などを考慮しなかったために、政策の方向や支援の内容面で問題があり、その成果は極めて限定的であった<sup>43</sup>。

そうしたなか、ようやく1997年IMF危機後、特に2000年代以降、最終製品市場でのサムスン、LG等の競争力の高さと対照的に、中間財である部品・素材産業の競争力の低さが韓国経済の課題であるとの見方が強まり、部品・素材産業の育成のための包括的政策を本格的に実施してきた(図表3-9参照)。

まず2001年4月には、「部品・素材専門企業等の育成に関する特別措置法」の制定、同年7月には「(第1次)部品・素材発展基本計画(MCT-2010)」を公表し、部品・素材技術の開発力の向上と信頼性の確保を目指し、2010年までに部品・素材産業を21世紀の主力成長産業として育成するため、2兆ウォンを投資して、国際レベルの部品・素材メーカー150社を育成することを目標とした<sup>44</sup>。

特別措置法では、部品・素材産業を明確に定義<sup>45</sup>し、産業に対する体系的な統計収集と公開を義務化するなど体系的な支援と育成を図っており、「最終生産物の高付加価値化及び技術波及効果が大きい部品素材産業の中で産業間の連関効果が大きい産業」を対象業種としている。

2003年には、鑄造分野を含む6大基盤生産技術の持続的な成長・発展等を目的として「2010生産基盤産業技術革新戦略」を策定し、国家主力産業に革新部品、加工技術を供給する鑄造産業などの生産基盤技術の戦略的開発及び基盤拡充、技術革新を進めてきた<sup>46</sup>。

さらに、2005年には、部品産業に比べ相対的に遅れていた素材産業育成のための政策として、「素材産業発展対策」、2007年に「素材産業発展ビジョン及び戦略」を策定している。

世界同時不況の最中であった2009年には、韓国政府は「第2次部品・素材発展基本計画」

<sup>43</sup> 金奉吉(2012)「韓国の部品・素材産業の競争力と政策課題」環日本海経済研究所。

<sup>44</sup> 財団法人国際経済交流財団(2011)「韓国の自動車・部品・素材産業の動向に関する調査研究報告書」。

<sup>45</sup> 特別措置法での部品・素材産業の定義は、「商品の製造に使用される原材料あるいは中間生産物のうち大統領令で定めるもの」であり、原材料および中間生産物のうち最終生産物の高付加価値化に寄与度が大きいこと、先端技術あるいは革新技術を伴う部品・素材であり技術波及効果と付加価値創出効果が大きいこと、産業の基盤になるか産業間の技術波及効果が大きいこと、と定義している。

<sup>46</sup> 金眠(2007)「日・韓生産基盤産業現況と協立法案 鑄造産業を中心に」日本貿易振興機構アジア経済研究所。

を発表し、2012年までに部品素材世界5大強国入りし、部品素材革新基礎基盤技術水準を対先進国比90%までに引き上げ、部品素材貿易黒字900億ドル達成を目標に据え、そのために2009年から2012年までに総額約1兆3000億ウォンを投入している。この目標の特徴は、これまでの関連戦略ではない、海外の企業・大学・研究機関等との連携へと舵を切っている点であった。

図表 3-9 2000年代の部品・素材産業に対する支援策の主な内容

事業内容	主な項目		目標
基盤構築	信頼性向上のための基盤構築	信頼性評価基盤構築	信頼性問題(故障、耐久性等)解消 信頼性評価基準策定など
		基礎技術開発支援	公共研究機関のインフラ活用 部品・素材及び完成品の信頼性向上
	部品・素材統計構築		統計構築(生産・輸出入・産業動向など)
関連企業育成	中堅企業育成プロジェクト		関連企業の専門化・大型化
	同伴成長委員会		大企業の中小企業への協力・支援強化
技術開発	関連技術開発		輸入代替、貿易収支改善、技術優位確保
	核心素材競争力強化	素材基盤技術開発	未来市場確保、対日貿易収支改善
		素材情報銀行構築	素材情報提供、素材開発促進、事業化支援
国際協力及び事業化	国際共同技術開発		国際的優秀技術確保
	M&A活性化支援		海外M&A支援、外国直接投資誘致支援
	マーケティング支援		海外需要発掘・支援
	ネットワークの構築支援		部品・素材関連企業・投資機関の人的交流支援

出所：金奉吉（2013）「韓国の部品・素材産業の育成政策と国際競争力」『北東アジア地域研究』19: 1-18.

このような立て続けの国を挙げた政策実行の効果もあり、韓国における部品・素材産業は2000年以降高い成長率を記録しながら製造業の成長を牽引してきている。実際、2000年に219兆ウォンであった部品・素材産業の生産額は、2012年には約3倍の668兆ウォンにまで成長している<sup>47</sup>。

韓国政府は、2001年の「特別措置法」以降の10年間の取組みを検証し、2011年に「部品・素材産業育成10年、その光と影」を発表しており、部品素材産業育成政策の成果と限界を整理している。同報告書のなかで、グローバル部品・素材の拠点としての地位を確立できたことを「光」とする一方、以下を「影」として列挙している。

- ・ 部品・素材対日輸出依存度は低下したが、対日貿易赤字の絶対規模は拡大した。特にディスプレイ、自動車等の韓国の主力輸出品に使用される核心部品・素材に対する対日依存が高まり、完成品輸出が増えるほど対日赤字が拡大している。
- ・ 汎用素材は世界水準の競争力を有する一方、核心素材は先進国に比べ4~7年の格差が存在している。
- ・ 少数の需要企業のみと取引する従属的取引構造は改善されていない。

上記の課題に対して、韓国知識経済部は2011年11月に今後10年間の戦略として、「素材・部品未来ビジョン2020」を発表している。このなかで、先端素材の開発、融複合

<sup>47</sup> 韓国産業技術振興院「部品・素材統計情報」  
[http://www.pmsd.or.kr/pmsd/jsp/pmsd/frame/main\\_new.jsp](http://www.pmsd.or.kr/pmsd/jsp/pmsd/frame/main_new.jsp)

による部品の高付加価値化、 素材・部品供給の健全化、 グローバル供給ネットワークの提供の 4 点を主眼に据え、2020 年までに部品・素材の輸出を 6,500 億ドルまで伸ばし、日本・台湾を抜き世界 4 位になるという目標を立てている。

以上のような、まさに国を挙げた振興政策により、産学官が連携することで、韓国における素形材産業は国際競争力をつけ、着実にステップアップしてきたといえる。特に、裾野産業の中でも技術移転と育成が困難といわれてきた金型産業の育成に成功し、現在では貿易黒字を生むリーディング産業と位置づけられるに至っている<sup>48</sup>。

ただし、「部品・素材産業育成 10 年、その光と影」でも指摘されているように、韓国の部品・素材産業は生産額・輸出額など外形的な成長の一方で、依然として関連企業の零細性、低い生産性と技術開発力、輸出品目の集中などの構造的な問題点を抱えている側面も指摘されている<sup>49</sup>。

## (2) 金型産業輸出入・貿易収支現況

本節では、特に素形材産業の中でも、データが豊富に取得可能な金型産業について概観する。金型産業について、例えばアメリカ工業会は「backbone industry」(背骨の産業)、ドイツでは「Koenigs Industrie」(皇帝の産業)と自ら誇り、金型産業の発展なくして国の発展なしと謳いあげているように、金型産業に着目する意義は小さくない<sup>50</sup>。

図表 3-10 は、「2013 年の世界 5 大金型大国 金型輸出入現況」、図表 3-11 は「金型貿易収支推移」、図表 3-12 は「2014 年度上半期品目別韓国金型貿易収支」である。

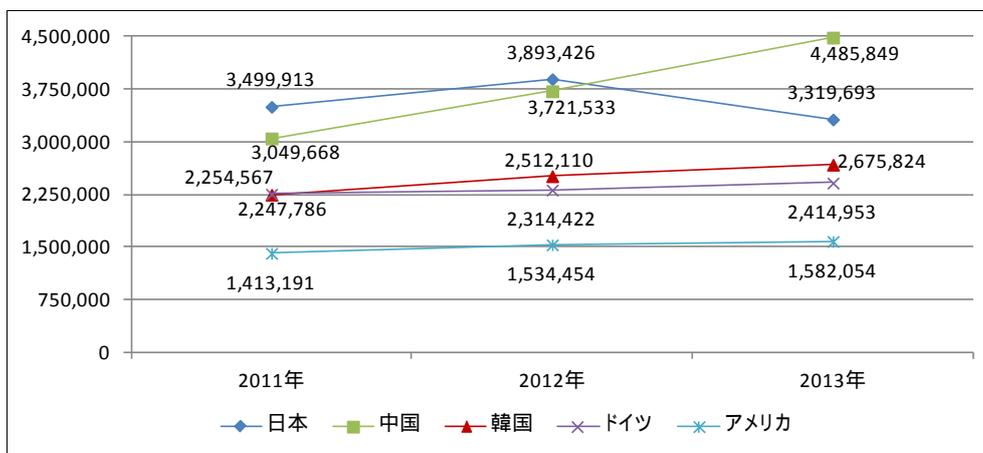
これらから、前述したような、部品・素材産業への振興政策の効果をデータとしても垣間みることができる。韓国における素形材産業が着実に発展してきており、一方で輸出超過の産業構造は根強く強固に残っていることなどがわかる。

<sup>48</sup> 馬場敏幸(2013)「韓国の金型産業 キャッチアップ戦略の成功とイノベーション志向への転換」『アジアの経済発展と産業技術 キャッチアップからイノベーションへ』ナカニシヤ出版: 203-30.

<sup>49</sup> 金奉吉(2012)「韓国の部品・素材産業の競争力と政策課題」環日本海経済研究所.

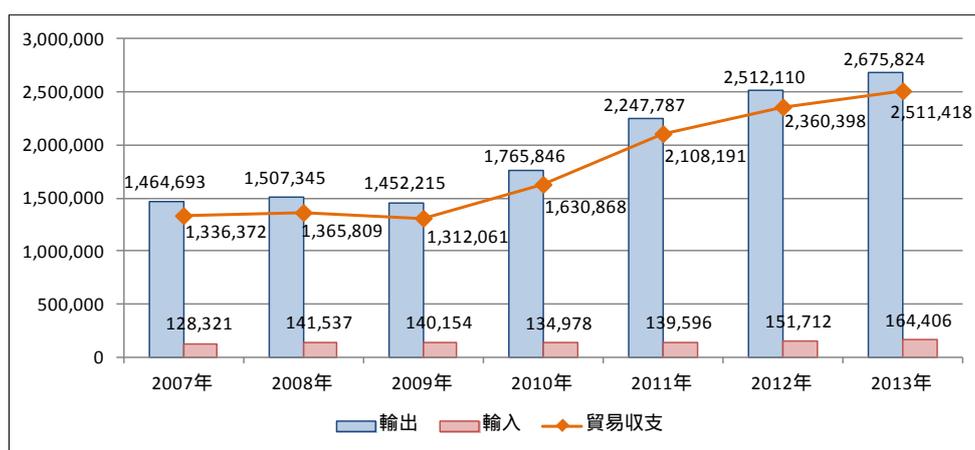
<sup>50</sup> 黒田彰一(2002)「世界の金型産業の概況」『電気加工学会誌』36(83): 2-8.

図表 3-10 2013年世界5大金型大国 金型輸出入現況 (単位：千ドル)



出所：韓国金型工業協同組合 HP (<http://www.koreamold.com/main/>) より三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

図表 3-11 韓国金型貿易収支推移 (単位：千ドル)



出所：図表 3-10 と同じ

図表 3-12 2014年度上半期 品目別韓国金型貿易収支 (単位：千ドル)

品目	輸出	輸入	貿易収支
プラスチック金型	954,599	37,249	917,350
プレス金型	531,002	9,945	521,057
ダイカスト金型	74,446	6,630	67,816
その他金型	114,628	20,644	93,984
計	1,674,675	74,468	1,600,207

出所：図表 3-10 と同じ

また、日本との金型貿易の状況として、韓国は1990年代中盤までは対日金型輸入超過国であったが、1998年を境として対日金型輸出超過国に転じており<sup>51</sup>、質的な面においても、日本と同レベルの技術力を獲得したと分析されている<sup>52</sup>。

### (3) 素形材産業の事業者・労働者の現況

素形材産業の事業者数や労働者の状況として、韓国統計情報サービスで検索をしたところ、「金属鑄造業」という業種に関するデータを確認することができた。図表 3-13 からは、金属鑄造業では、事業者数が約1,300あるが、その中で100百万ウォン～10,000百万ウォンの中小・中堅企業が大半を占めていること、従業者も男性が約9割を占めることがわかる<sup>53</sup>。

図表 3-13 韓国金属鑄造業界現況(2010年)

産業分類	規模別売上高 (百万ウォン)	2010				売上高
		事業者数	従事者数	男	女	
金属鑄造業	50百万ウォン未満	72	101	87	14	1,834
	50-100	100	180	150	30	7,364
	100-500	354	1,255	1,076	179	91,314
	500-1,000	195	1,147	995	152	137,048
	1,000-5,000	341	4,562	3,940	622	801,402
	5,000-10,000	123	3,745	3,172	573	881,264
	10,000-20,000	72	2,973	2,557	416	1,001,173
	20,000-30,000	31	2,361	2,046	315	772,630
	30,000百万ウォン以上	37	4,304	4,002	302	2,827,320
計		1,325	20,628	18,025	2,603	6,521,349

出所：韓国統計情報サービス (<http://kosis.kr/>) より、三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング作成。

また、図表 3-14 より、金型産業に従事する労働者に関するデータからは、金型産業の従事者は他の産業に比べて労働時間が長いことがわかる。

図表 3-14 2011年度年間総労働時間比較(韓国金型業界)

区分	年間総労働時間
OECD平均	1,749
韓国全産業平均	2,193
金型産業 事務・管理職	2,731
金型産業 生産・現場職	2,998

出所：図表 3-10 と同じ

<sup>51</sup> 馬場敏幸(2005)「韓国の金型技術力」『素形材』46(11):13-4.

<sup>52</sup> 馬場敏幸(2010)「ベトナム、中国、韓国の金型産業の段階的発展状況と日本の金型産業競争力について」『韓国の産業競争力獲得とサポーター産業の貢献に関する研究』:1-26.

<sup>53</sup> 2014年の年間為替平均レート(TTM)は、0.103円/ウォン(三菱UFJリサーチ&コンサルティング)。

韓国統計情報サービスで取得した、素形材産業に従事する労働者に関するより詳細なデータが図表 3-15 である。ここでは、平均月別労働日数、月別標準 / 超過労働時間、平均月給、労働者数などがわかる。

図表 3-15 からは、平均年齢は女性の方が高く男女平均だと 40 代前半程度であること、平均勤続年数は男性の方が長い、男女平均でも 6 年程度であること、労働時間は経年で短縮されてきているが、標準労働時間が短くなり、超過（残業）時間が増加していること、平均月給、賞与額、さらに労働者数については、圧倒的に女性の方が少ないということがわかる。

図表 3-15 素形材産業の労働者の性別・賃金・労働条件等

韓国標準職業分類6次	性別	2009年										
		平均年齢	平均勤続年数(年)	平均月別労働日数(日)	月別総労働時間(時間)	月別標準労働時間(時間)	月別超過労働時間(時間)	平均月給(ウォン)	定額月給(ウォン)	超過月給(ウォン)	賞与額(ウォン)	労働者数(人)
技能職および関連技能従事者	計	40.5	6.3	23.4	203.6	182.9	20.7	2,046,643	1,824,955	221,688	4,540,145	568,562
	男	39.7	6.6	23.4	203.4	182.9	20.5	2,158,739	1,926,805	231,934	5,000,968	492,291
	女	45.4	4.4	23.7	204.6	182.8	21.8	1,323,119	1,167,562	155,557	1,565,767	76,271
金属成形関連技能職	計	39.3	6.0	23.8	216.8	177.8	39.0	2,077,706	1,682,515	395,191	5,146,121	97,073
	男	39.0	6.1	23.8	216.8	177.8	39.0	2,109,477	1,708,060	401,416	5,306,582	91,918
	女	44.7	5.3	23.6	215.9	177.3	38.6	1,511,269	1,227,060	284,209	2,285,239	5,155
金型鑄造・鍛造技能職	計	39.8	7.8	23.7	215.2	179.0	36.2	2,162,500	1,765,643	396,857	6,430,472	43,048
	男	39.6	8.0	23.8	215.9	179.1	36.8	2,206,421	1,797,290	409,131	6,697,151	40,484
	女	42.3	5.3	23.5	204.9	177.9	27.0	1,468,918	1,265,883	203,036	2,219,206	2,564
2010年												
技能職および関連技能従事者	計	40.7	6.4	23.3	202.0	180.3	21.8	2,123,991	1,882,299	241,691	4,596,637	553,640
	男	39.8	6.8	23.3	201.9	180.3	21.6	2,246,056	1,992,480	253,577	5,103,792	476,979
	女	45.8	4.2	23.4	202.6	180.0	22.6	1,364,504	1,196,764	167,740	1,441,142	76,661
金属成形関連技能職	計	39.8	5.9	24.0	217.2	178.0	39.2	2,185,873	1,775,353	410,520	5,268,630	86,015
	男	39.5	6.1	24.1	216.9	178.2	38.7	2,224,580	1,811,061	413,519	5,459,111	81,313
	女	44.3	3.8	23.8	222.7	175.7	47.0	1,516,433	1,157,774	358,659	1,974,230	4,701
金型鑄造・鍛造技能職	計	39.8	7.0	24.0	219.6	177.9	41.7	2,246,454	1,795,136	451,318	6,069,811	41,182
	男	39.6	7.3	24.1	219.6	178.0	41.6	2,306,562	1,846,194	460,368	6,400,215	38,256
	女	42.9	3.2	23.1	219.3	176.6	42.7	1,460,791	1,127,767	333,024	1,751,136	2,927
2011年												
技能職および関連技能従事者	計	41.4	6.2	22.8	198.1	174.5	23.7	2,214,802	1,939,976	274,826	5,134,781	620,686
	男	40.8	6.4	22.9	198.0	174.4	23.6	2,324,630	2,038,422	286,207	5,603,319	546,643
	女	45.8	4.8	22.8	199.2	175.1	24.1	1,403,969	1,213,164	190,805	1,675,653	74,043
金属成形関連技能職	計	40.5	6.4	23.5	216.8	171.7	45.1	2,275,221	1,788,190	487,031	6,830,062	116,350
	男	40.3	6.5	23.5	216.5	171.5	45.0	2,311,574	1,817,455	494,119	7,042,883	111,021
	女	45.3	4.6	23.3	223.0	176.7	46.2	1,517,883	1,178,517	339,366	2,396,410	5,329
金型鑄造・鍛造技能職	計	40.7	7.1	23.6	226.5	171.5	55.0	2,418,940	1,819,911	599,029	6,892,553	41,622
	男	40.4	7.3	23.7	226.9	171.0	55.9	2,476,132	1,859,082	617,049	7,210,983	39,308
	女	45.5	4.9	22.7	220.5	180.4	40.1	1,447,341	1,154,448	292,893	1,482,876	2,314
2012年												
技能職および関連技能従事者	計	41.6	6.1	22.0	191.9	168.3	23.6	2,316,042	2,034,610	281,432	4,693,331	662,797
	男	40.9	6.3	22.1	192.3	168.1	24.1	2,441,117	2,143,304	297,812	5,151,430	577,517
	女	46.4	4.7	21.9	189.4	169.5	19.9	1,469,041	1,298,534	170,507	1,591,107	85,281
金属成形関連技能職	計	40.6	6.4	22.5	208.1	161.7	46.4	2,413,354	1,876,128	537,226	6,563,715	119,817
	男	40.4	6.5	22.5	208.2	161.5	46.7	2,449,734	1,904,187	545,547	6,745,543	114,723
	女	45.0	4.9	22.8	205.0	164.4	40.6	1,594,037	1,244,219	349,818	2,468,756	5,094
金型鑄造・鍛造技能職	計	41.2	7.2	22.7	217.2	161.1	56.1	2,463,044	1,806,544	656,499	6,245,321	43,015
	男	41.0	7.3	22.7	217.7	160.9	56.9	2,507,062	1,835,164	671,898	6,436,364	41,063
	女	44.7	5.9	22.6	207.2	166.1	41.1	1,536,917	1,204,401	332,516	2,225,827	1,952
2013年												
技能職および関連技能従事者	計	42.5	6.5	21.3	186.6	162.4	24.2	2,432,543	2,134,135	298,408	5,355,658	657,487
	男	41.9	6.8	21.4	187.1	162.3	24.7	2,558,724	2,244,660	314,063	5,914,081	572,667
	女	47.1	4.7	21.1	183.5	162.6	20.9	1,581,784	1,388,930	192,854	1,590,551	84,920
金属成形関連技能職	計	41.2	6.2	22.0	204.6	154.7	50.0	2,507,799	1,936,885	570,913	7,198,654	113,862
	男	40.9	6.3	22.0	205.0	154.6	50.4	2,549,992	1,969,598	580,394	7,432,010	108,158
	女	46.4	3.8	21.8	197.9	155.8	42.0	1,707,731	1,316,592	391,139	2,773,810	5,704
金型鑄造・鍛造技能職	計	42.4	7.4	22.8	214.8	157.2	57.5	2,560,748	1,885,397	675,351	7,016,402	38,597
	男	42.2	7.6	22.8	215.7	157.1	58.6	2,613,187	1,921,771	691,416	7,317,264	36,535
	女	45.2	3.2	21.8	197.5	158.8	38.7	1,631,665	1,240,944	390,721	1,685,874	2,062

出所: 韓国統計情報サービス (<http://kosis.kr/>) より、三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成。

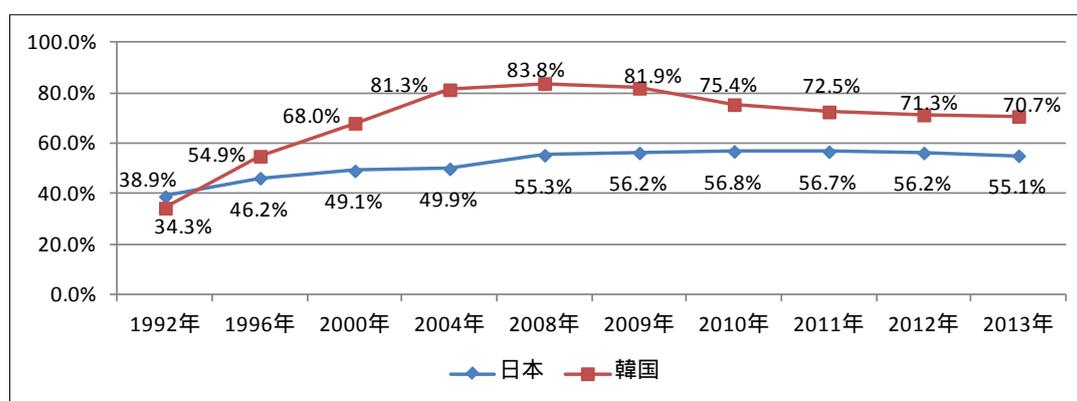
#### (4) 人材育成

前述してきたような、1970年代以降の韓国政府を挙げた部品・素材産業への振興政策の中で、素形材産業をはじめとする技術者・技能者の育成策も多く展開されてきた。例えば、金型産業に関しては、金型産業の重要性を熟知していた朴正熙大統領の支援もあり、特に1980年代以降には、大学・短期大学、工業高等学校に金型科・課程が設立され、多くの金型技術者を国策として養成してきた。

しかし、IMF危機で就職難に陥ったことや、3D業種<sup>54</sup>への敬遠などから、2000年代以降は、一部の金型科が機械工学科に併合されている<sup>55</sup>。

また、2000年代以降、韓国国内では高等教育進学率が上昇し、2008年には83.8%に達した(図表3-16)一方で、大卒者の就職状況は悪化している。2010年の統計収集方法変更後の大卒就職率は50%台後半で推移しており、2014年は58.6%に止まる(図表3-17)また、韓国の青年失業率は9.0%(2014年、日本は5.1%)と比較的高くなっている。こうした背景には、韓国人男性には兵役が課せられる等の特殊な理由もあるものの、高い大学進学率の一方で、限られた財閥企業への入社志向が高まっていることがあり、結果的に大卒者の半数近くが就職困難となっており、高等教育を受けた人材を十分に活用できていないという現状もある。

図表 3-16 韓国と日本の大学進学率



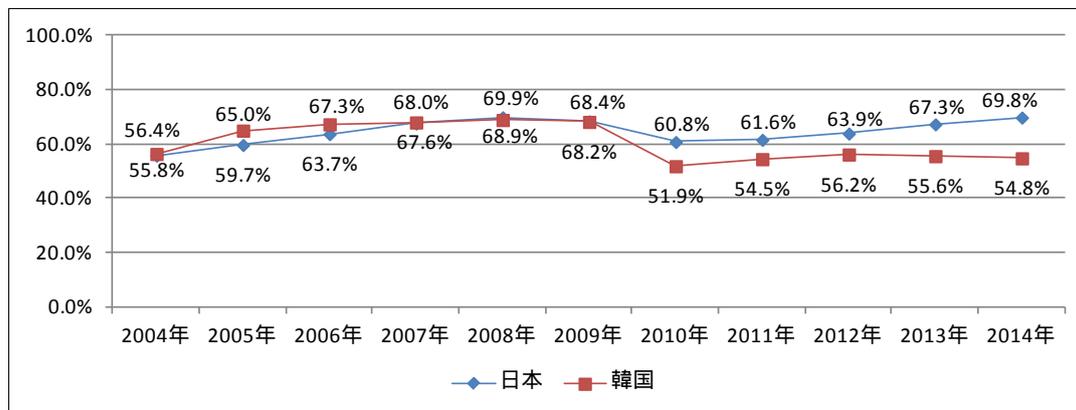
注：大学(学部)、短期大学(本科)への進学率(過年度高卒者等を含む)。韓国は、2010年までは大学合格者基準(各年2月に推計)、2011年から大学登録者基準(各年3月に推計)で推計。韓国の新学期は各年度3月から始まる。

出所：韓国教育開発院「教育統計」、文部科学省「学校基本調査」

<sup>54</sup> 難しく(Difficult)、汚く(Dirty)、危険な(Dangerous)業種を指し、わが国でいわれる「3K業種」と重なる。一般的に韓国の労働者が敬遠する建築業・鋳業・製造業などを指す。

<sup>55</sup> 水野順子他(2003)「台湾、韓国の金型産業 技術革新と人材」『アジアの金型・工作機械産業』アジア経済研究所: 191-206。

図表 3-17 韓国と日本の大卒就職率（4年制大学卒業生）

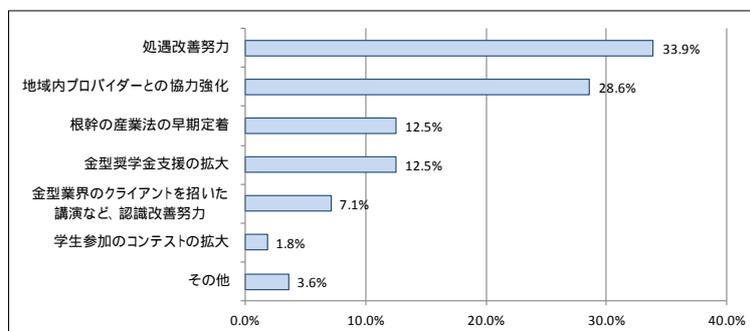


注1：韓国の2004-2009年は、高等教育機関卒業生就職統計調査。2010年以降は、就業者を、6月1日時点での国民健康保険職場加入者に変更。2012年以降から現在は、就職率 = (職場の健康保険加入者 + 海外就業者 + 農業従事者) / (卒業生 - 進学者 - 入隊者 - 就職不可能者 - 外国人留学生 - 除外認定者) × 100 で算出。

出所：韓国教育開発院「雇用統計年報」、文部科学省「学校基本調査」

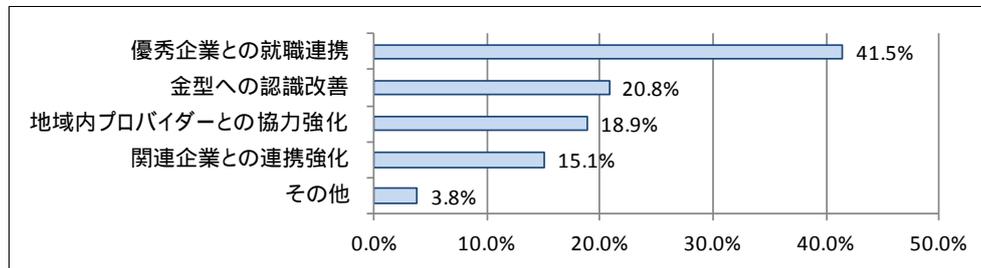
また、韓国は素形材産業における人材育成・確保という点でも、3D業種への敬遠や高等教育卒業生の増大に伴い課題を抱えている。韓国金型工業協同組合が2012年に全国の31校の金型関連学科・過程をおく教育機関(30校<sup>56</sup>から回収)に実施したアンケート調査「金型人材の雇用状況と就業率拡大案に関する調査」では、金型メーカーへの就職率向上の課題として、処遇改善努力(33.9%)、地域内プロバイダーとの協力強化(28.6%)が上位に挙げられている(図表3-18)。そうした問題に対して、教育機関が行っている金型メーカーへの就職率向上のための努力として、優秀企業との就職連携(41.5%)、金型への認識改善(20.8%)が上位に挙げられており、就職先の確保や金型への認識が韓国において課題となっていることがわかる(図表3-19)。

図表 3-18(韓国金型工業協同組合の)金型メーカーの就職率向上への課題(n=30、単位:%)



<sup>56</sup> 4年制大学：2大学、短期大学：6大学、韓国ポリテク大学：8校、人材開発院：4院、高等学校：10校の30校。

図表 3-19 教育機関の金型メーカーへの就職率向上のための努力 (n=30、単位：%)



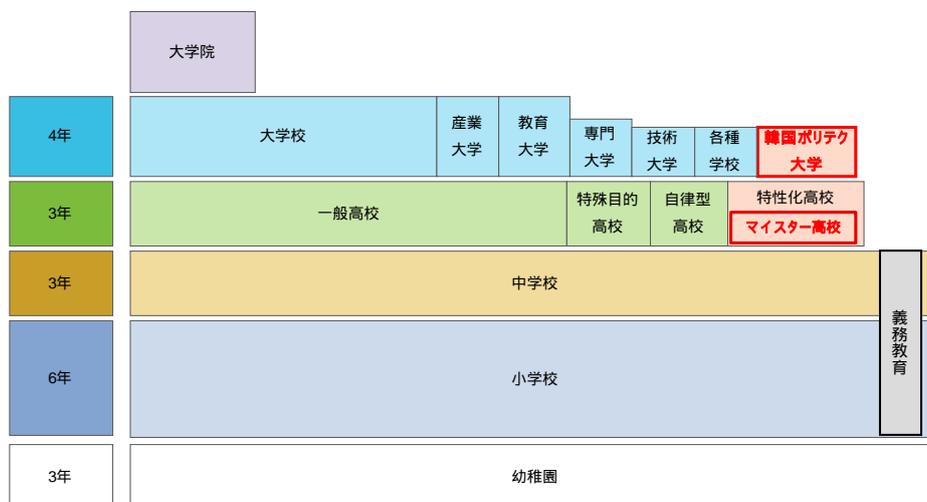
以上のような、高い高等教育進学率 (= 学歴インフレの進行)、低い大卒就職率、金型産業等のものでつくり産業への人材供給不足といった状況を重くみた韓国政府は、2010年頃から、「先・就業、後・進学制度 (Employment-first Education-Later System)」を推奨し、高卒就職を後押しする政策に国主導で取り組み始めている<sup>57</sup>。

以下では、素形材産業の人材育成に関する取組み・機関として、(1) 李明博前大統領の肝煎り事業として開始された「マイスター高校」、(2) 高等教育における技術士の養成機関である「韓国ポリテク大学」に着眼し、そこにおける素形材産業の人材育成について検討する。

具体的な検討に際して、韓国における職業教育体制・学校体系について概観する。韓国の学校体系は、建国以来一貫して、基本的には我が国と同じ6-3-3制の単線型を定めており、初等学校6年間と中学校3年間が義務教育とされている。韓国の産業人材養成制度は、教育部が管轄する職業教育と雇用労働部が管轄する職業訓練に分けて運営されており、教育部が管轄する職業教育は高等学校から開始される。

<sup>57</sup> 労働政策研究・研修機構 (2011)「マイスター高校など職業教育を充実 資格試験免除の制度も導入」([http://www.jil.go.jp/foreign/jihou/2011\\_9/korea\\_01.htm](http://www.jil.go.jp/foreign/jihou/2011_9/korea_01.htm))。

図表 3-20 韓国の学校体系略図<sup>58</sup>



韓国では、受験の過熱化による生徒の健全な成長の阻害を避けるために、中学校卒業者の進路選択に際して、基本的に学区内の学校（一般高校）に抽選で機械的に振り分ける平準化政策が採られている。ただし、一般高校の他に、英才教育を目的に、選抜試験を課す高等学校の設置が認められており、具体的には、1983年に科学技術人材育成のための「科学高校」が設立された<sup>59</sup>。その後、高校設置区分の変更が繰り返され、現在の韓国の高校区分は、一般校（全体の7割強）、特殊目的校、自律型高校、特性化高校（～で全体の3割弱）の4分類となっている。高校入学時の生徒の選抜方法は地方自治体の裁量となっているが、平準化政策を採用する地方自治体が多い。

<sup>58</sup> 1979年に旧専門学校が専門大学へと改編した。また1998年以降は、大学呼称自由化措置により、韓国では、専門大学や産業大学でも「専門大学」ではなく「大学」を正式名とすることが認められている。専門大学は、日本の短期大学に相当。

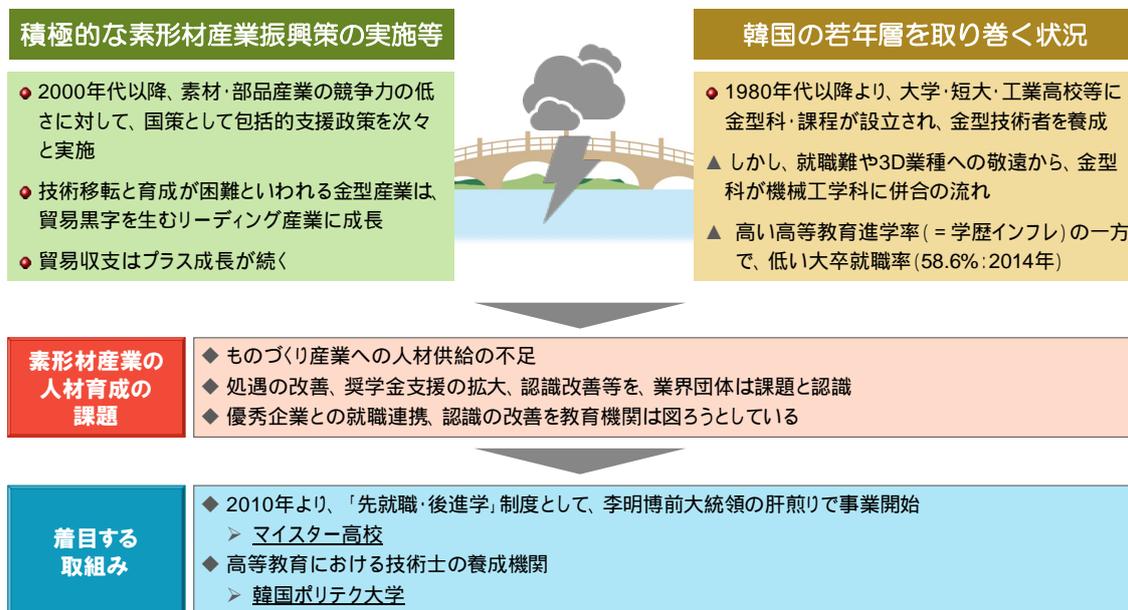
産業大学は、有識社会人を主な対象として、産業社会で必要な学問や専門知識を教授するための継続教育機関。

技術大学は、有識社会人を主な対象として、労働現場で必要な学問や専門知識を教授するための継続教育機関。2年間の課程で、韓国ポリテク大学とは異なる。

<sup>59</sup> 石川裕之（2011）『韓国の才能教育制度 その構造と機能』東信堂。

以上、韓国の素形材産業及び人材育成や韓国の若年層の取り巻く状況を踏まえると、以下の図表 3-2 1 のようにまとめることができる。

図表 3-2 1 韓国の素形材産業と人材育成



## 4. 中等教育機関における職業教育：マイスター高校<sup>60</sup>

### (1) 概要

韓国では1998年より、特殊分野の職業教育を集中的に実施し、専門職業人材の早期育成を目指し、特性化高校を設置しているが、さらに細分化・専門化を志向した高校として、2010年3月、マイスター高校21校を設置した。マイスター高校の設置は、当時の李明博元大統領の肝煎りの事業であり、小・中等教育法施行令第90条第1項第10号において、産業現場の必要性に応じた教育課程が用意される「オーダーメイド型高等学校」とされており、「専門的な職業教育の発展のために、産業の需要に直接連携する教育課程の運用を目的とする高等学校」と定義されている。

マイスター高校の設置目的として公式HPにも、「有望分野に特化した産業需要と連携し、最高の技術中心教育により若手マイスターを養成する学校」と謳われている。

### ① 学校数・学生数

2010年度に21校で開始されたマイスター高校は、2013年度には35校、2014年度37校、2015年度は42校と確実にその規模を拡大させてきており、2016年3月には、新たに2校が追加され44校となる見込みである。

2014年度の37校について、設置主体等の学校属性は以下の図表3-22の通りである。設置主体では公立高校が26校、また男女共学高校が24校で半数以上を占めている。

図表 3-22 マイスター高校 学校属性

	公立	私立	国立	合計
学校数	26	5	6	37
クラス数	537	135	206	878
生徒数	10,782	3,166	4,098	18,046
	男子校	女子校	男女共学	合計
学校数	12	1	24	37
クラス数	324	18	536	878
生徒数	6,489	354	11,203	18,046

同様に、2013年度の生徒数について、立地地域別、専攻別で示したのが図表3-23、図表3-24である。マイスター高校は全国各地に設置されているが、男子生徒が15,476人で、全体の8割を占めており、また工業を専攻としている生徒も16,031人で、全体の9割弱を占めている。

<sup>60</sup> マイスター高校に関する情報は、マイスター高校HP (<http://www.meister.go.kr/index.jsp>) を参照。

図表 3-23 マイスター高校立地地域別生徒数

	男子生徒	女子生徒	合計
ソウル特別市	496	447	943
釜山広域市	2,047	16	2,063
仁川広域市	895	0	895
大邱広域市	684	146	830
光州広域市	171	71	242
大田広域市	987	81	1,068
蔚山広域市	1,861	266	2,127
京畿道	854	111	965
江原道	429	158	587
忠清北道	598	395	993
忠清南道	940	78	1,018
全羅北道	1,356	79	1,435
全羅南道	1,028	431	1,459
慶尚北道	1,959	248	2,207
慶尚南道	1,171	43	1,214
合計	15,476	2,570	18,046

図表 3-24 マイスター高校専攻別生徒数

	男子生徒	女子生徒	合計
工業	13,991	2,040	16,031
農生命	420	355	775
一般	1,065	175	1,240
合計	15,476	2,570	18,046

出所：韓国職業系高等学校ポータル HP  
 ( <http://www.hifive.go.kr/> ) を基に、三菱  
 UFJ リサーチ & コンサルティング作成。

## ②設置状況（地域有望分野の選定）

マイスター高校は、韓国の全国各地に設置されている（図表 3 - 2 5 ）。

ここでの大きな特徴は、各地域別に立地している企業・工場等を考慮した上で、国家・地域戦略産業の有望分野を選定し、地域企業とマイスター高校の連携をとりやすい形を目指しているところである<sup>61</sup>。

さらには、企業とマイスター高校の連携だけにとどまらず、各地方自治体の教育庁、研究所、大学、関連産業の経験者などとも連携する形で、専門性と現場性を兼ね備えた教員を確保して、優秀な人材を育成するための取組みを進めている。

<sup>61</sup>素形材産業に限らず、複数の産業について地域別に指定がなされている点は注意したい。

図表 3-25 2014年度マイスター高校認定校（2015年3月運営開始の5校も含まれる）

No	学校	開校年度	指定分野	所在地	協約企業数
1	美林女子情報科学高等学校	2010	ニューメディアコンテンツ	ソウル特別市	105
2	ソウル都市科学技術高等学校	未定	海外建設・プラント	ソウル特別市	-
3	ソウルロボット高等学校	2013	ロボット	ソウル特別市	79
4	首都電気工業高等学校	2010	エネルギー	ソウル特別市	181
5	釜山機械工業高等学校	2010	機械	釜山広域市	335
6	釜山自動車高等学校	2010	自動車産業	釜山広域市	125
7	釜山海事高等学校	2012	海洋	釜山広域市	45
8	慶北機械工業高等学校	2010	機械・メカトロニクス	大邱広域市	200
9	大邱東部工業高等学校	2015	自動車	大邱広域市	-
10	仁川電子マイスター高等学校	2010	電子・通信	仁川広域市	166
11	仁川海事高等学校	2012	海洋	仁川広域市	38
12	光州自動化設備工業高等学校	2010	自動化設備	光州広域市	66
13	大徳電子機械高等学校	2015	ソフトウェア	大田広域市	-
14	東亜 高等学校	2010	電子・機械	大田広域市	69
15	蔚山マイスター高等学校	2010	機械・自動化	蔚山広域市	55
16	蔚山エネルギー高等学校	2012	エネルギー	蔚山広域市	50
17	現代工業高等学校	2015	造船海洋プラント	蔚山広域市	-
18	水原ハイテク高等学校	2010	メカトロニクス	京畿道	111
19	平澤機械工業高等学校	2010	自動車・機械	京畿道	157
20	三陟マイスター高等学校	2013	発電産業	江原道	22
21	原州医療高等学校	2010	医療機器	江原道	136
22	忠北半導体高等学校	2010	半導体装備	忠清北道	37
23	忠北エネルギー高等学校	2013	次世帯電池	忠清北道	30
24	韓国バイオマイスター高等学校	2012	バイオ	忠清北道	52
25	公州マイスター高等学校	2012	SMT装備	忠清南道	38
26	鍊武臺機械工業高等学校	2012	自動車部品製造	忠清南道	27
27	忠南発酵食品高等学校	2015	食品	忠清南道	-
28	合徳製鉄高等学校	2010	鉄鋼	忠清南道	26
29	群山機械工業高等学校	2010	造船・機械	全羅北道	96
30	全北機械工業高等学校	2010	機械	全羅北道	168
31	韓国競馬畜産高等学校	2014	馬産業	全羅北道	11
32	麗水石油化学高等学校	2013	石油化学産業	全羅南道	27
33	莞島水産高等学校	2014	漁業・水産物加工	全羅南道	34
34	全南生命科学高等学校	2013	環境に優しい農・畜産	全羅南道	77
35	韓国港湾物流高等学校	2010	港湾物流	全羅南道	97
36	龜尾電子工業高等学校	2010	電子	慶尚北道	80
37	金烏工業高等学校	2010	機械・電子モバイル	慶尚北道	131
38	浦項製鉄工業高等学校	2013	鉄鋼	慶尚北道	15
39	韓国原子力マイスター高等学校	2013	原子力発電設備	慶尚北道	50
40	巨濟工業高等学校	2010	造船	慶尚南道	34
41	空軍航行科学高等学校	2012	航行技術	慶尚南道	1
42	三千浦工業高等学校	2010	航行・造船	慶尚南道	62

出所：マイスター高校 HP を基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

### ③マイスター高校の特典

マイスター高校は、特性化高校の一つと位置づけられるが、他の特性化高校にはない、様々な特典が与えられている。

#### 学生支援

- ・ 授業料、入学費、学校運営支援費が免除
- ・ 優秀学生と低所得層学生には別途奨学金を支給
- ・ 学生の教育集中のために、快適な学生寮を提供
- ・ 海外職業専門学校に研修、国家・自治体のグローバル化事業などと連携し、学生の海外進出を支援

#### キャリア経路の構築・支援

- ・ 入学から卒業まで、学生の技術水準を評価する「卒業認証制」を通して優良企業へ就職する機会を提供
- ・ マイスター高校ごとに企業との有機的な協力を通じ、協力企業と採用協約を締結
- ・ 内定が決まった卒業生（男性）は最長 4 年間入隊が延期可能で、特技分野への代替勤務が可能
- ・ 3 年以上の勤務経験者には、産業在職者特別選考、契約学科、社内大学など就職後学位が取れる経路を付与

#### 職業と大学教育の移行

- ・ 就職後、契約学科、社内大学、サイバー大学などを活用し、勤務経験と連携した高等教育の機会の提供

また上述したように、このマイスター高校は、李明博元大統領の肝煎り事業として開始された経緯があり、マイスター高校に対して集中的に資金投資を行っており、2010 年 156 億ウォン、2011 年 579 億ウォン、2012 年 700 億ウォンと年々予算規模が膨らんでいる<sup>62</sup>。

## (2) 金型関連学科

ここでは、素形材産業の主要産業として、金型産業について、金型関連学科を開設しているマイスター高校に着目する。

<sup>62</sup> 2014 年 9 月には、韓国の国会討論のなかで、特性化高校のうちマイスター高校のみに予算投入が偏りすぎているとの指摘がなされるほどになっている。実際、2010 年から 2014 年までに教育部から各市道教育部に要求した予算交付基準額は 1,461 億ウォンであったが、実際各市道教育部の予算編成は 37.9%多い 2015 億ウォンであった一方で、マイスター高校を除く特性化高校へは予算交付基準額の 11.4%の増加率にとどまった。このため、1 校あたりの予算編成額は、マイスター高校は 82 億 4,400 万ウォンであるのに対し、特性化高校は約 36 億 9100 万ウォンで、予算格差は 2.2 倍に広がっている。

## ①平澤機械工業高等学校「自動車金型学科 (Department of Die & Mold Design)」

### 1)概要

金型関連学科を開設しているマイスター高校の一例として、平澤機械工業高等学校の「自動車金型学科」について、以下の図表 3-26 でまとめている。外国語を用いて、実務型の課題へと PBL で取り組むことが特徴的である。

図表 3-26 平澤機械工業高等学校「自動車金型学科」概要

開設目的	グローバル知識情報化社会に備えて、専門基礎能力と外国語能力に基づいて、有望分野の産業従事者による職務分析結果が反映された実践型の課題を、プロジェクト型授業 (PBL) を用いて実施することにより、現場の技術変化に能動的に対応できるような、金型設計・製作および部品生産分野からの需要に応じたオーダーメイド型人材を育成する。
クラス数 (2014年3月1日時点)	1 学年 2 クラス × 3 学年、合計 120 名 1 年生：男性 38 名、女性 2 名、計 40 名 2 年生：男性 35 名、女性 4 名、計 39 名 3 年生：男性 40 名、女性 1 名、計 41 名
学習内容	・金型設計 ・プレス・射出成形 ・金型組み立て ・金型製品の加工

韓国は、毎年3月から新年度開始。

### (3) 卒業生の就職先、就職後の姿

#### ①第 1 期マイスター高校卒業生調査より

では、上記のようなマイスター高校の卒業生の就職率や就職後の働き方はどのような状況になっているのか。この点について、韓国職業能力開発院 (KRIVET) は、2012 年 2 月に卒業した第一期マイスター高校卒業生 (855 人、回答数 744 人) に対して、2012 年 10 月～11 月にアンケート調査を行っている<sup>63</sup>。以下では、その調査で明らかになった点を列挙する。

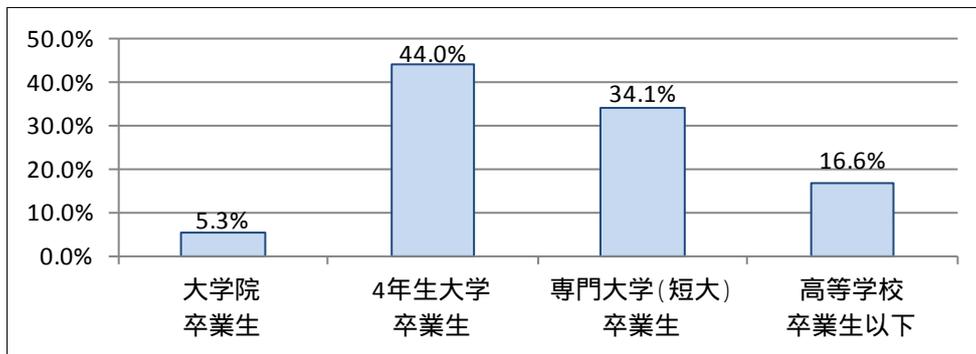
#### 1)マイスター高校卒業生のうち 78.1%が大卒者と同じ仕事を遂行する

マイスター高校卒業生と同じ仕事に従事する人々の学歴を調べた結果、4 年制大学卒業者が 44.0% で最も多く、その他の専門大学卒業生 (34.1%)、高等学校卒業生以下 (16.6%)、大学院卒業生 (5.3%) の順であった (図表 3-27)。

現職場でのスキルの熟練状態に対する本人の認識を調べた結果、教育と訓練が必要だという意見が 51.6% であり、自身の技術および能力にマッチしているという意見が 32.1%、さらに難しい職務を遂行可能だという意見は 16.3% だった (図表 3-28)。

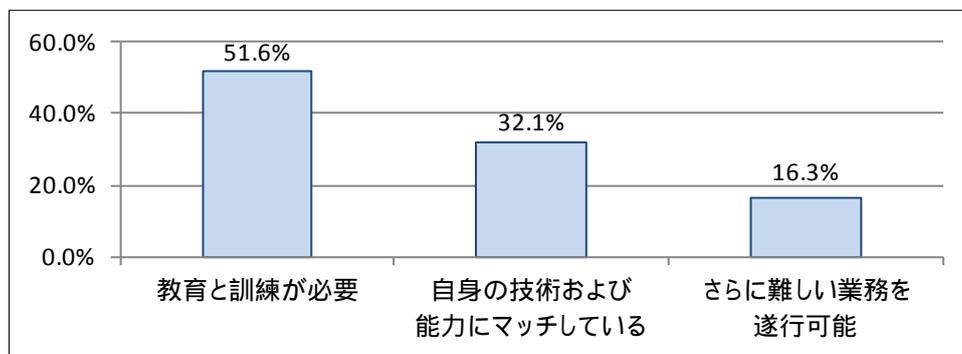
<sup>63</sup> 韓国職業能力開発院 (2013)「マイスター高校卒業生の労働市場移行成果」、韓国職業能力開発院 (2014)「KRIVET Issue Brief」45(2014 年 2 月号)

図表 3-27 マイスター高校卒業生と同一の業務を遂行している人の最終学歴 (n=744)



出所：韓国職業能力開発院 2013「マイスター高校卒業生の労働市場移行成果」

図表 3-28 現職場でのスキルの熟練状態 (n=744)



出所：図表 3-27 と同じ

## 2) マイスター高校卒業生の大多数が、職場と学業を併行して学位を取得する計画である

今後、学位取得の計画があるマイスター高校卒業生は、82.5%であり、そのうち 78.4%が職場と学業を並行すると答えている。性別で見れば、女性は今後の学位取得計画がある比率が 87.3%で、男性の 81.6%に比べて高い。企業規模別では、大企業就業者は、学位取得計画がある比率が 85.9%である反面、小規模企業就業者は 76.8%で、企業規模が大きいほど今後大学に進学しようと思う比率が高まる。

図表 3-29 第一期マイスター高校卒業生の学位取得計画と学位取得方法

		学位取得計画あり	学位取得方法		
			職場・学業両立	会社を辞職して学業に専念	その他
全体		82.5%	78.4%	19.9%	1.7%
性別	男性(n=647)	81.6%	78.0%	20.5%	1.6%
	女性(n=96)	87.3%	81.2%	16.4%	2.4%
企業規模 (従業員数)	99人以下(n=172)	76.8%	61.2%	35.7%	3.1%
	100-299人(n=167)	79.5%	73.4%	25.9%	0.8%
	300人以上(n=404)	85.9%	86.4%	12.1%	1.5%

出所：図表 3-27と同じ

また、今後、学位取得を計画する理由は、個人的な満足（31.3%）が最も高く、職能向上（25.5%）より良い職場への転職（22.4%）等の順となっている。性別では、男性と女性どちらも、個人的な満足（男性：30.9%、女性：33.3%）が最も高い理由である。企業規模別では、大企業従事者では個人的な満足（37.0%）と職能向上（28.1%）が主な動機である反面、中小企業従事者は、より良い場所へ転職するため（小規模：36.4%、中規模：28.5%）が最も高い理由となっている。

図表 3-30 第一期マイスター高校卒業生の学位取得計画の理由

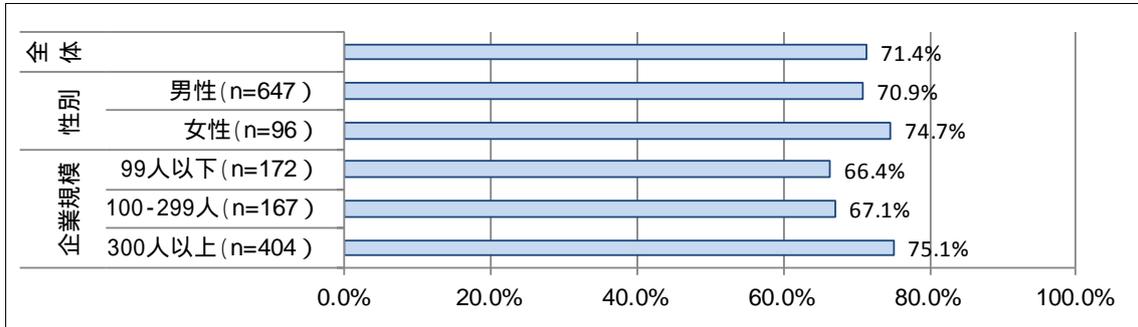
		よりよい職場へ転職するため	昇進のために必要だから	専攻を変えるため	個人的な満足(自己啓発)のため	起業準備ため	職務能力向上のため
全体		22.4%	12.9%	5.2%	31.3%	2.7%	25.5%
性別	男性(n=647)	23.3%	13.1%	4.3%	30.9%	3.0%	25.5%
	女性(n=96)	17.9%	11.6%	10.1%	33.3%	1.4%	25.6%
企業規模	99人以下(n=172)	36.4%	8.2%	9.5%	22.8%	4.8%	18.4%
	100-299人(n=167)	28.5%	13.3%	6.1%	23.2%	3.0%	25.9%
	300人以上(n=404)	15.3%	14.5%	3.2%	37.0%	1.9%	28.1%

出所：図表 3-27と同じ

### 3)マイスター高校卒業生の学校教育への満足度と、業務遂行への有用度は比較的高い

マイスター高校卒業生の71.4%が学校教育を満足に思うことがわかった。性別では、女性が74.7%で、男性の70.9%よりも高くなっている。企業規模別では、企業規模が大きくなるほど学校教育への満足度が高く、300人以上の企業従事者では、75.1%となっている(図表3-31)。

図表 3-3 1 第一期マイスター高校卒業生の学校教育満足比率

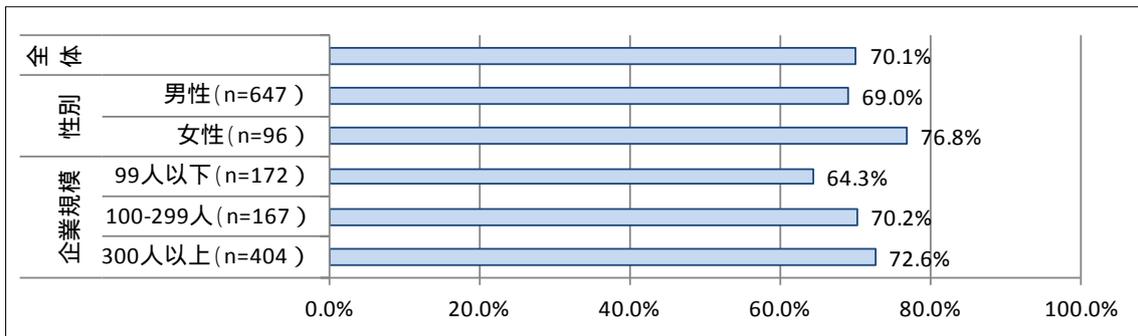


出所：図表 3-2 7と同じ

注：学校教育満足度は、満足度を6点尺度で測定し、「非常に満足」「満足」「やや満足」への回答をした割合の合計。

また、学校有用度について、マイスター高校卒業生の70.1%が、現在の職場での業務に従事する際、マイスター高校での学校教育が役に立ったと回答している（図表 3-3 2）。

図表 3-3 2 第一期マイスター高校卒業生の学校教育有用度



出所：図表 3-2 7と同じ

注：学校教育有用度は、有用度を6点尺度で測定し、「非常に役立っている」「役立っている」「やや役立っている」への回答をした割合の合計。

#### 4) マイスターと卒業生の半分以上が産学協力企業に推薦入社する

現在の仕事への入職方法は、推薦入社（マイスター高校と産学連携している企業）が59.2%で最も高く、公開採用（30.2%）、その他（7.0%）、家族または親戚の推薦（3.6%）の順であった。規模別には、大企業の場合、公開採用が45.4%で比較的高かった反面、中小企業は学校と産学連携をしている企業へ推薦入社した場合が大部分である（図表 3-3 3）。

図表 3-3 3 第一期マイスター高校卒業生の現在の職場に入社した方法

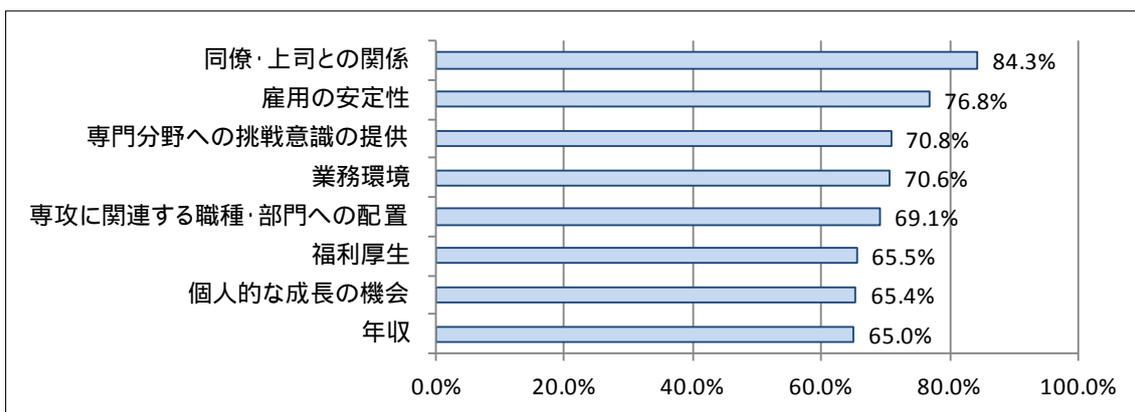
		公開採用	推薦入社	家族・親族の すすめ	その他
全体		30.2%	59.2%	3.6%	7.0%
性別	男性(n=647)	30.0%	58.9%	3.8%	7.4%
	女性(n=96)	31.2%	61.2%	3.0%	4.6%
企業規模	99人以下(n=172)	10.4%	70.5%	9.9%	9.1%
	100-299人(n=167)	10.0%	81.0%	4.5%	4.5%
	300人以上(n=404)	45.4%	46.9%	0.7%	7.0%

出所：図表 3-2 7と同じ

### 5) マイスター高校卒業生の現在の仕事に対する満足度は全体的に高い水準である

マイスター高校卒業生の 84.3%が現在の職場の同僚や上司との関係に満足しており、雇用の安定性のための満足率も 76.8%と高い(図表 3-3 4)。

図表 3-3 4 第一期マイスター高校卒業生の職場満足度比率(項目別)(n=744)



出所：図表 3-2 7と同じ

注：職場満足度は、満足度を 6 点尺度で測定し、「非常に満足」「満足」「やや満足」への回答をした割合の合計。

上述のような分析から、導出される示唆として、報告では、以下の 2 点を指摘している。

(1) マイスター高校にとって初めての卒業生の労働市場移行の成果は、雇用の量と質の両面で、満足のいくレベルであることがわかった。特にオーダーメイド型の教育課程の運営を通じて、採用まで連携させる点で、スイス・ドイツなどの職業教育の先進国と同様の完結的職業教育モデルとして確立した。

(2) (政府が目指す「先就職・後進学」体制でいう)「後進学」を計画する卒業生の割合が高く、「先就職・後進学」の形を持続的に発展させるためにも、仕事と学業の両立を可能にするシステム作りが必要である。

## ②就職率と具体的な就職先

マイスター高校卒業生の就職率は、毎年高い数字となっており、直近の2013年は92.3%、2014年は90.6%といずれも9割が就職をしている。

また、具体的な就職先の一例として、釜山自動車高等学校の就職実績を掲載する（図表3-35）。下記に出ている会社以外でも、例えば、現代自動車のモジュール部品メーカーのなかで最大規模のモジュール生産会社である現代モビス<sup>64</sup>は、自動車指定分野になっている多くの高校の連携先となっている。

図表 3-35 釜山自動車高等学校 就職実績（2012年～2014年）

	就業者数(人)	就職率(%)	大学進学者数			その他	計(人)	主な就職先	
			4年制大学(人)	2年制大学(人)	計(進学率)				
2012年2月卒業生	70	40.2%	22	66	88(50.5%)	16(9.2%)	174	斗山重工業、サムスン電子等、28社	
2013年2月卒業生	115	100%	0	0	0	0	115	サムスン電子、現代自動車等	
2014年2月卒業生	113	96.6%	0	0	0	0	113	サムスン電子、現代自動車、斗山重工業、ハンファケミカル	
2015年2月卒業生	120	100%	0	0	0	0	120	韓国石油公社、韓国西部発電、現代自動車、斗山重工業等	
2016年2月卒業予定者	目標	121	100%	0	0	0	0	121	産学連携メーカー
	2015年2月末時点	41	34%	0	0	0	0	121	韓国水力原子力株式会社、現代自動車、斗山重工業等

出所：釜山自動車高等学校 HP「就職現況」ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

以上、マイスター高校の卒業生を対象とした調査、実際の就職率・就職先からも、設置開始から5年目を迎えるマイスター高校は、政府が目指す「先就職・後進学」でいうところの、「先就職」は一定程度確立されたと考えられる。そして現在は、「後進学」を計画する卒業生への対応として、仕事と学業の両立を可能にするシステム作りへと課題が移行しており、韓国のマイスター高校は次の段階に突入しているといえる。

このように、導入から5年程度の政策に対して、確実に成果を出すための背景には、徹底した「選択と集中」路線を示し、大統領から関連省庁及び各市道への、非常に強い働きかけがあることは繰り返し指摘しておくべき韓国の特徴である<sup>65</sup>。

例えば、大学またはマイスター高校等の職業教育訓練課程に教育費用、現場訓練手当等を支給する場合、その費用に対して研究人材開発費の税額控除を適用される制度や、大学またはマイスター高校等に研究開発施設を寄付する企業に研究人材開発設備投資に対する

<sup>64</sup> 朴泰勲(2011)『戦略的組織間協業の形態と形成要因 中国におけるフォルクスワーゲンと現代自動車』白桃書房。

<sup>65</sup> 実際、李明博元大統領は、2011年9月7日に光州自動化整備工業高校、2012年3月5日には韓国バイオマスター高校を直接訪問するなどからも注力ぶりがうかがわれる。

税額控除を適用する（税額控除率は、大企業 3%、中堅企業 5%、中小企業 10%）といった制度が整備され、特定の政策実行のために、複数領域に渡る制度が同時並行的に整備されている。

各市道教育部においても、現在マイスター高校に指定されていない特性化高校を、マイスター高校化し、一定程度の予算の確保や、学生の就職率の向上、地域産業の発展などに向けて支援を注いでいる。

また、中小企業大国といわれるスイスとの協力関係を築き、韓国産業技術振興院とスイスエンジニアリング協会の間で、グローバル技術人材育成業務協定を締結しており、2016年から、マイスター高校卒業後、スイス企業の韓国法人・支社に就職した社員 20 名を選抜し、3 年間スイスで職業訓練を受ける機会を与え、全面的な支援を行うことが決まっている。

ただし、マイスター高校が入学者を確保し、卒業後においても一定程度成果をあげ、その規模を拡大させている要因として、上記で挙げたような側面に加えて、大卒就職率が低いというネガティブな理由や、兵役の延期もしくは代替服務が可能であるといった別の要因が働いていることも考えられる。韓国において、素材材分野を含むものづくり分野自体の魅力が増しているのかどうか、また、高学歴化が進む社会の中で、ものづくりの職業への社会的な眼差しはどのようなものなのか等については更なる吟味が必要だろう。

さらに、「選択と集中」モデルが可能であったのは、キャッチアップを目指す後発走者だからこそ為し得たともいえるため、次の段階に入りフロントランナーになりつつある状況で、今後どのような方向性を示していくことができるかは注視するべき点である。

## 5. 高等教育機関における職業教育：韓国ポリテク大学<sup>66</sup>

### (1) 概要

韓国ポリテク大学は、「労働者の職業能力開発法」第 39 条（技術大学の設立）を設置根拠とする、雇用労働部傘下の特殊大学である。英語表記は、Korea Polytechnics。

#### ①設置目的：実務中心の職業能力開発が主目的

韓国ポリテク大学の設置目的は、実務中心の職業能力開発であり、具体的には以下の大きな 2 点に集約される。

##### 養成訓練：融合型技術・技能人材を養成

- ・ 民間部門で担当しにくい国家基幹産業、新成長産業分野の多技能技術者、技能長などを養成
- ・ 就職を希望する青少年、高学歴未就業者、失業者、高学歴青年失業者、キャリア断絶の女性、就職困難層などを対象に技能労働力（技能士）を養成

##### 向上訓練：在職労働者の職業能力の開発

<sup>66</sup> 韓国ポリテク大学 HP（<http://www.kopo.ac.kr/>）を主に参照して作成。

- ・ 中小企業への技術指導、創業保育センターの運営など産学連携事業
- ・ 地域住民の生涯職業能力開発、地域産業人材育成等、政府・地方自治体による委託事業
- ・ その他、訓練情報及び教材開発・普及、企業への訓練相談など多様な教育訓練サービスの提供

## ②歴史

- 1968年6月 : 国立中央職業訓練センター（現、韓国ポリテク第2大学）を設立
- 1977年7月 : 技術大学法が定められ、全国に24の技術大学が設置
- 1998年2月 : 学校法人技術大学を設立
- 2005年12月 : 技術大学と職業専門学校<sup>67</sup>の運営主体を学校法人で一元化し、従来の24の技術大学と19の職業専門学校の統廃合（技術大学法及び韓国産業人材公団法改正）
- 2006年3月 : 学校法人技術大学を、学校法人韓国ポリテク大学へ名称変更
- 2012年3月 : 韓国ポリテク ダソム学校<sup>67</sup>開講

韓国ポリテク大学 HP には、設立から現在に至るまで、各年代での歩みや、同大学が果たしてきた役割を以下のように紹介している。財閥を中心とした輸出主導型の短期間での経済成長の実現、IMF 危機への対処、近年の目覚ましい発展に、韓国ポリテク大学の卒業生が大きく貢献してきたことをうかがうことができる。

1960-1970年代：海外の先進国や国際機関の支援を受けて、職業訓練体制の構築

1970-1980年代：製造業を中心とした産業の人材育成を行い成長を牽引

1990年代：多技能技術者の養成など産業の高度化と IMF 危機克服に貢献

2000年代：新成長分野融合型の技術・技能の人材育成と産業競争力の強化

<sup>67</sup>多文化家庭（国際結婚、移民者の家庭）の子女のための学校（日本のフリースクールに相当）。2012年3月に開設し、電気電子、機械、調理、コンピューター、ファッションデザインなどの学科とハングル、韓国文化など韓国社会適応に向けた教育も並行して実施。

### ③大学数・設置課程（2014年）

#### 1)大学数

8大学34キャンパス、ダソム学校、新技術研修センター、南原研修院を設置している。ここでの特徴は、先のマイスター高校とも通ずる部分があるが、地域特性に応じて開設する課程やカリキュラムを選定しているという点である。例えば、金型関係であれば、仁川キャンパスと昌原キャンパスを中心に注力していることがわかる（図表 3-36）。

図表 3-36 韓国ポリテク大学 キャンパス

No.	キャンパス	金型関係のカリキュラムの有無				所在地
		多技能技術者課程 「金型設計」	技能士課程 「プレス金型職種」など	技能長課程 「機械加工」など	学位専攻 (工学学士)課程 「金型工学」	
<b>韓国ポリテク第1大学</b>						
1	ソウル正修(ジョンズ)キャンパス					ソウル特別市
2	ソウル江西(カンソ)キャンパス					ソウル特別市
3	城南(ソナム)キャンパス					京畿道
4	済州(チェジュ)キャンパス					済州特別自治道
<b>韓国ポリテク第2大学</b>						
5	仁川(インチョン)キャンパス					仁川広域市
6	南仁川(ナミンチョン)キャンパス					仁川広域市
7	華城(ファソン)キャンパス					京畿道
<b>韓国ポリテク第3大学</b>						
8	春川(チュンチョン)キャンパス					江原道
9	原州(ウォンジュ)キャンパス					江原道
10	江陵(カンヌン)キャンパス					江原道
<b>韓国ポリテク第4大学</b>						
11	大田(テジョン)キャンパス					大田広域市
12	清州(チョンジュ)キャンパス					忠清北道
13	牙山(アサン)キャンパス					忠清南道
14	洪城(ホンソン)キャンパス					忠清南道
15	忠州(チュンジュ)キャンパス					忠清北道
<b>韓国ポリテク第5大学</b>						
16	光州(クァンジュ)キャンパス					光州広域市
17	金堤(キンジェ)キャンパス					全羅北道
18	木浦(モクポ)キャンパス					全羅南道
19	益山(イクサン)キャンパス					全羅北道
20	順天(スンチョン)キャンパス					全羅南道
<b>韓国ポリテク第6大学</b>						
21	大邱(テグ)キャンパス					大邱広域市
22	亀尾(クミ)キャンパス					慶尚北道
23	達城(タルソン)キャンパス					大邱広域市
24	浦項(ポハン)キャンパス					慶尚北道
25	栄州(ヨンジュ)キャンパス					慶尚北道
<b>韓国ポリテク第7大学</b>						
26	昌原(チャンウォン)キャンパス					慶尚南道
27	釜山(プサン)キャンパス					釜山広域市
28	蔚山(ウルサン)キャンパス					蔚山広域市
29	東釜山(トンプサン)キャンパス					釜山広域市
30	晋州(チンジュ)キャンパス					慶尚南道
<b>特性化大学</b>						
31	バイオキャンパス					忠清南道
32	繊維ファッションキャンパス					大邱広域市
33	航空キャンパス					慶尚南道
34	安城(アンソン)キャンパス					全羅北道

出所：韓国ポリテク大学 HP「大学紹介」ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

## 2) 課程

課程は大きく 4 つ開設されている。多技能技術者課程、技能士課程、技能長課程、学位選考課程の 4 つであり、それぞれの詳細は以下の図表 3-37 の通りである。

多技能技術者コースは、準学士と位置づけられ、技能者ではなく技術者の育成を目指している。一方で、技能士課程は、授業料は全額無料に加えて、訓練手当や寮や食事の支援、課程修了後の就職斡旋及び事後指導まで行っており、手厚い支援体制がとられている。

図表 3-37 韓国ポリテク大学 開設課程

	多技能技術者課程(準学士)	技能士課程	技能長課程	学位専攻課程
主旨	製品開発と生産に至る全工程での生産性向上と技術的な問題解決能力を保有している多技能技術者(Technician)を養成する職業教育訓練課程	就職を希望する15歳以上の未就業者を対象に、全額国費で職業訓練を実施し、修了者の90%以上が国の定める技術資格を取得して就職する課程	専攻分野の熟練技術者を対象に、新技術や生産管理技法に関する教育を通して、作業現場の管理及び技能指導・監督能力を養成する職業訓練課程	専門大学(日本の短期大学に相当)を卒業した産業経験者を対象に、職務能力向上のための再教育と専門人材の育成強化を通じて学士学位を授与する課程
入学資格	高校卒業(予定者)または同等以上の学力保持者	15歳以上、学歴制限なし	産業技士、技能士以上の資格取得者で、同一職務分野で8~9年の実務従事者	専門大学卒業者で、専門大学入学後、関連産業分野でのキャリアが1年以上ある者
教育年限	2年	1年、または3~6ヶ月	1~2年	2年
開設キャンパス数	24	29	5	3
その他特典等		<ul style="list-style-type: none"> <li>国家技術資格試験の筆記免除(1年コースのみ)</li> <li>授業料全額無料</li> <li>国家戦略産業職種訓練手当(20万ウォン)と交通費(5万ウォン)支給</li> <li>寮と食事の支援</li> <li>修了後の就職斡旋及び事後指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>授業料無料</li> <li>技能長試験受検資格付与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Work to schoolの生涯職業教育課程を標榜</li> <li>学位を授与</li> </ul>

出所：韓国ポリテク大学 HP「教育訓練」ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

## ④ 入学状況・学生数

主に高卒学生を対象とする多技能技術者課程の入学試験は、近年、入学定員に対して 5 倍以上の競争率となっており高い競争率が継続している。技能士課程も、2~3 倍弱の競争率であり、毎年予定している入学定員を超過した入学者数となっている(図表 3-38)。

図表 3-38 韓国ポリテク大学入学状況

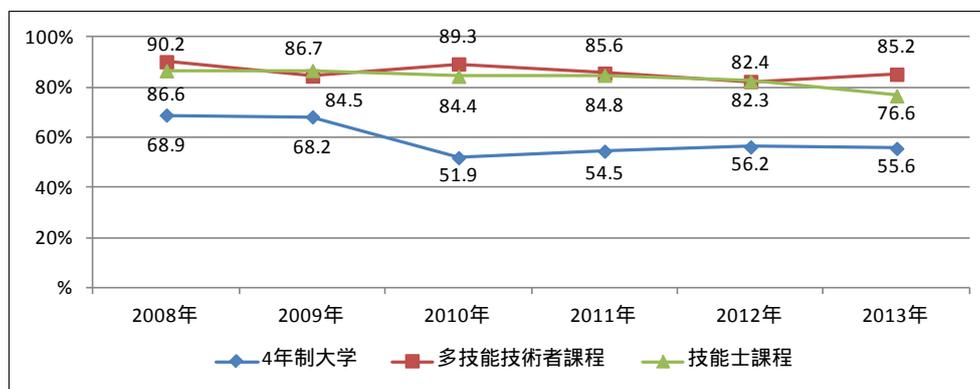
年度	多技能技術者課程(2年)				技能士課程(1年)			
	入学定員	入試競争倍率	入学者数	入学率	入学定員	入試競争倍率	入学者数	入学率
2008	7,595	約2.7倍	7,967	104.9%	5,805	約2.5倍	6,206	106.9%
2009	7,745	約3.2倍	8,188	105.7%	5,930	約2.2倍	6,273	105.8%
2010	7,410	約5.1倍	8,583	115.8%	5,930	約2.4倍	6,355	107.2%
2011	7,735	約6.3倍	9,001	116.4%	5,930	約2.6倍	6,312	106.4%
2012	7,990	約5.2倍	9,267	116.0%	5,930	約2.7倍	6,328	106.7%
2013	7,990	約5.7倍	9,330	116.8%	5,265	約2.9倍	5,636	107.0%

出所：韓国ポリテク大学 HP「入学状況」ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

## ⑤卒業生の進路（就職率）

韓国ポリテク大学卒業生の就職率は 8 割程度を維持しており、一般の 4 年制大学の卒業生よりも、高い就職率となっていることが特徴といえる（図表 3-39）。

図表 3-39 韓国ポリテク大学卒業生の就職率



注：多技能技術者課程の数値は 2013 年 6 月 1 日時点、技能者コースの数値は 2013 年 3 月 31 日時点のもの。

出所：韓国教育開発院「雇用統計年報」、韓国ポリテク大学 HP「就職状況（2008 年～2013 年）」を基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

## （2）金型関連学科

ここでは、素形材産業の主要産業として、金型産業について、金型関連学科を開設しているキャンパスに着目して議論を進める。

### ①仁川キャンパス「金型設計学科（Department of Die & Mold Design）」

#### 1)概要

仁川キャンパスの、多技能技術者コース内に開設されている金型設計学科について、以下の図表 3-40 でまとめている。超精密射出成形金型、超精密プレス金型、特殊金型へと専攻を細分化し、現場実務型の次世代を担う人材の育成に取り組んでいる。

図表 3-40 仁川キャンパス「金型設計学科」概要

開設コース	多技能技術者コース内
教員数	9名
開設目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・首都圏の超精密金型専門人材の要請</li> <li>・5軸高速加工とCAD/CAM/CAEシステムの専門家養成</li> <li>・超精密射出成形金型、超精密プレス金型、特殊金型専攻へと専攻を細分化</li> <li>・産業分野の企業が要求する次世代型人材の育成</li> <li>・現場実務型の金型専門人材養成</li> </ul>
専攻	<ul style="list-style-type: none"> <li>超精密金型専攻</li> <li>超精密プレス金型専攻</li> <li>特殊金型専攻</li> </ul>

出所：韓国ポリテク大学 仁川キャンパス「金型設計学科」ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

## 2)カリキュラム（専攻別）

金型設計学科のなかに、3つの専攻（超精密金型専攻、超精密プレス金型専攻、特殊金型専攻）が開設されており、それぞれで図表 3-4 1 のようなカリキュラムが組まれている。

図表 3-4 1 仁川キャンパス「金型設計学科」専攻別カリキュラム

< 超精密金型専攻 >		
射出成形金型	射出成形金型設計・製作	超精密5軸加工
超精密加工法	CAD/CAM/CAE演習	金型工作法
高速加工実習	金型材料	精密測定
工作機械実習	機械システム	逆設計

< 超精密プレス金型専攻 >		
プレス金型	プレス金型設計・製作	超精密5軸加工
超精密加工法	CAD/CAM/CAE演習	金型工作法
高速加工実習	金型材料	精密測定
工作機械実習	機械システム	逆設計

< 特殊金型専攻 >		
インプラント加工	特殊金型設計・製作	超精密5軸加工
超精密加工法	CAD/CAM/CAE演習	金型工作法
高速加工実習	医工学材料	精密測定
工作機械実習	機械システム	逆設計

出所：韓国ポリテク大学 仁川キャンパス「金型設計学科」主なカリキュラム ページを基に、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成。

### (3) 卒業生の就職先、就職後の姿

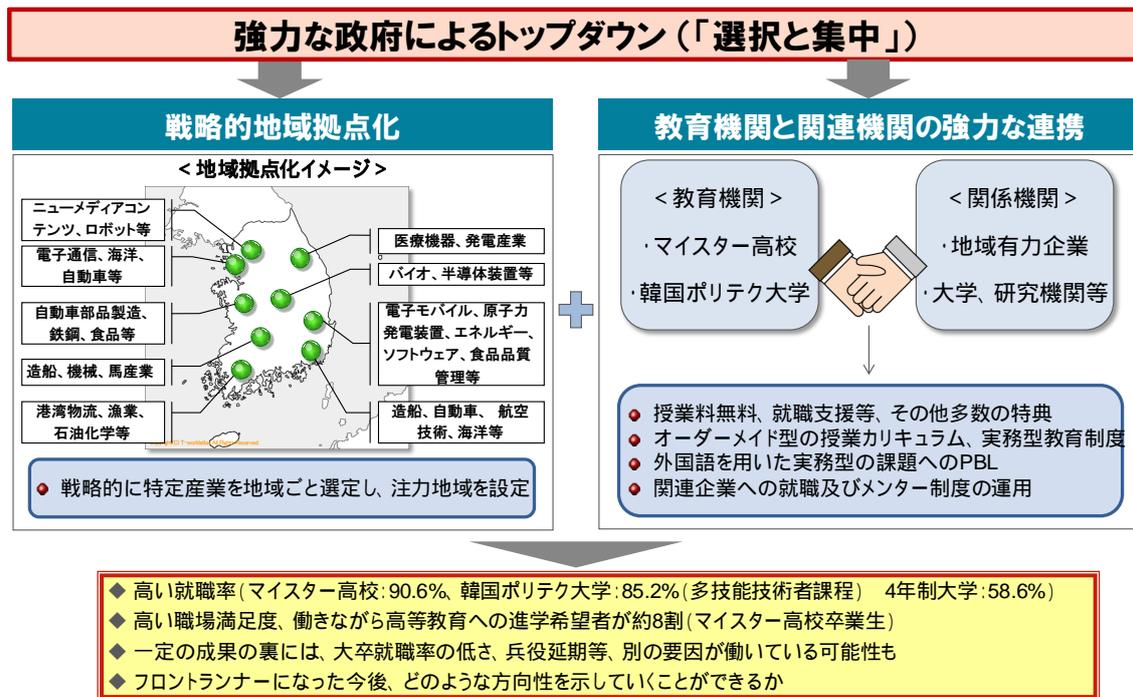
卒業生の就職率として、例えば韓国ポリテク大学仁川キャンパス「金型設計学科」では、金型に関連する正規職就職率は 89.3%（卒業生 47 名中 42 名、2011 年）に達している。主な就職先（2008 年～2011 年）として、サムスン電子、LG ディスプレイなど財閥系企業も含めて、大学での教育・訓練を活かすことができる職場へと就職している。

このような、学生の専攻と関連性の高い職種への高い就職率の背景には、ポリテク大学と企業との連携体制が組まれていることが大きく影響している。実際、仁川キャンパス「金型設計学科」では、大企業と優秀中小企業との締結を通じて、実務型教育システムを構築しており、実務認証制度の資格付与を介して、関連企業就職やメンター制度を連携して運用しており、結果的に高い就職率へと繋がっている。

## 6. 考察

上記までの議論をまとめると、以下の図表 3-4 2 のようにまとめることができ、2つの点が韓国における素形材産業の人材育成、ひいてはものづくり人材の育成体制の特徴として指摘できる。

図表 3-4 2 韓国の素形材産業に係る人材育成の取組



第一に、マイスター高校も韓国ポリテク大学においても、分野別の注力地域を設定し、選択と集中を徹底していることである。特にマイスター高校については、各地域別に立地している企業・工場等を考慮した上で、戦略的に特定産業を選定し、集中的に地域産業とマイスター高校の連携を推し進めている。

この点にも関連して、第二に、教育機関卒業後の出口として、教育機関が企業と強力な連携を図り、高い就職率、高い職場満足度・学校教育有用度がみられるということである。韓国の若年層を取り巻く高い大学進学率の一方で低い大卒就職率に対して、マイスター高校、韓国ポリテク大学双方において、高い就職率を誇っている。また、マイスター高校卒業生への調査からは、マイスター高校卒業生が大卒者と同等の業務に従事していることや、職場満足度や学校有用度が高いことが明らかになっている。

以上のような特徴を可能にしている根底には、韓国は特定の政策に対して国策として集中的に資金を投じ、体制を整えることができる点が大いに関係している。こうした選択と集中体制は、まさに韓国のお家芸であり、かつての圧縮された期間での高度経済成長、各財閥企業の急成長も、トップダウンによる一極集中体制といった、韓国の強みをもたらしたものである。

しかし、マイスター高校や韓国ポリテク大学が一定程度の成果あげている背景には、上記で挙げたような側面に加えて、大卒就職率が低いというネガティブな理由や、兵役の延期もしくは代替服務が可能であるといった別の要因が働いていることも考えられる。韓国において、素形材分野を含むものづくり分野自体の魅力が増しているのかどうか、また、高学歴化が進む社会の中で、ものづくりの職業への社会的な眼差しはどのようなものなのか等については更なる吟味が必要だろう。

さらに、「選択と集中」モデルが可能であったのは、キャッチアップを目指す後発走者だからこそ為し得たともいえるため、次の段階に入りフロントランナーともいえる状況になりつつある中で、今後どのような方向性を示していけるかは注視すべき点である。

以上のように、韓国と日本では違いがあるという前提に立つと、韓国が一定程度成功を収めているモデルを、そのまま日本に持ち込むことは難しいものの、同じ東アジアの隣国として、韓国が先行的に取り組んでいる事例から得られる示唆は小さくないと考えられる。日本の素形材産業の人材育成を考える上で一つの参考となり得るかもしれない。

## 第4章 米国における人材供給・育成の実態

### 1. はじめに

本章では、アメリカ合衆国（以下、米国）における素形材分野など基盤的技術に係る人材育成についてその現状を明らかにする。さらに、議論の前提として、米国の素形材産業の現状および産業構造や産業政策の経緯などの特徴を概観する。これを通じ、かつては自動車産業をはじめとする機械産業大国であった米国の政策の状況から得られる示唆を、今後の日本の素形材分野の人材育成の在り方を考える際の参考とする。

調査方法は主に文献調査とし、米国の素形材分野や人材育成に係る書籍、報告書、ウェブページ等を参照する。

なお、米国においては“素形材産業”というカテゴリーが必ずしも確立していないため、「 casting」「金型」「ダイカスト」といった主要業種に特徴的な動向等を調査対象とする<sup>68</sup>。また、必要に応じ、製造業全体をカバーする政策、素形材に直接的・間接的な影響を与える R&D や先端技術等にも触れることとする。

### 2. 米国の産業構造の概観

#### (1) 米国産業の経緯（概観）

米国の産業発展の経緯を振り返ると、18世紀後半から19世紀半ばまでの産業革命の時代以降、19世紀半ばから後半の鉄道、19世紀後半から20世紀半ばの電気や自動車、20世紀半ばからの石油・原子力といったように、イノベーションが牽引力となり製造業を中心に経済発展が遂げられてきた<sup>69</sup>。さらには1890年の国勢調査において工業生産高が初めて農業生産高を上回って以来、製造業は急成長を遂げた。第一次世界大戦前夜の1913年には、米国は世界の工業生産の3分の1以上を占め<sup>70</sup>、英国に代わり「世界の工場」となった。とりわけ自動車産業は、19世紀後半から米国製造業の中心となり、大量生産によって世界ト

<sup>68</sup> このなかでも以下の有力業界団体の公表資料を参考とする。

米国鑄造ソサエティ（AFS; American Foundry Society）(<http://www.afsinc.org/>)

北米ダイカスト協会（NADCA; North American Die Casting Association）

(<http://www.diecasting.org/>)

精密金属加工協会（PMA; Precision Metalforming Association）

(<http://www.pma.org/about/>)

<sup>69</sup> たとえば、みずほ銀行「米国の競争力の源泉を探る」みずほ産業調査 45, 2014 No.2 (<http://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/m1045.html>)

<sup>70</sup> 在日米国大使館「米国の産業 概要」

(<http://aboutusa.japan.usembassy.gov/j/jusaj-business-business.html>)

ップ<sup>71</sup>となり、長年に渡り米国産業全体を牽引してきた。しかし、1980年代の石油危機により米国経済は低迷期に入り、米国製造業の競争力が国際的に低下するなか、自動車産業も輸入品との競争にさらされるに至った。さらには産業のグローバル化が進んだ1990年代に、自動車産業の製品開発や部品調達におけるグローバルな連携・統合が志向され、米国内の製造拠点が経済を牽引する構図は変化していった。代わって、20世紀後半からは情報技術分野が活況を呈し、米国産業をリードしてきた<sup>72</sup>。

代表的な素形材産業の一分野である鋳造は6000年という長い歴史を持つが、例えば、溶融金属に圧力を加えて射出し鋳造するダイカスト法は、活版印刷機用の活字を大量に製造するために1838年に米国において発明された。その他の部品においてダイカストが商業化されたのは1892年<sup>73</sup>のことであり、まさに工業の産業規模が農業を上回った時期であった。その後、自動車、一般機械、電機・電子機器、精密機械、通信機器等へとその用途を広げてきたダイカストは、米国における産業の進展と共に発展してきた。これは、ダイカストに限らず、素形材分野全般に当てはまることと言えよう。

## (2) 米国製造業の海外流出

近年の産業政策を検討するうえで重要となる米国産業史上の展開のひとつが、製造拠点の海外流出、すなわち「産業空洞化」である。そこで、米国における近年の製造業の低迷や製造拠点のアジア等への流出を把握すべく、産業空洞化の議論を以下に整理する。

米国において、産業空洞化の懸念は1970年代から数次にわたって論じられてきた。まず、第一次石油危機前の1970年代初頭、電機・電子産業などの製造業が対外直接投資を通じて労働集約的な生産工程の一部を海外に移転したことを契機に、労働組合を中心に空洞化を懸念する声が高まった。続いて1980年代の初頭、石油危機を境に米国では深刻な不況と物価上昇、工業製品の輸出急増に見舞われ、繊維、鉄鋼、カラーテレビ、自動車が貿易摩擦の対象となった。1980年代の半ばには、大幅なドル高を受けて製造業の輸出は縮小、輸入は拡大し、量産型製品はもとより一部ハイテク製品についても米国製造業の競争力が失われたとの危機感が内外に広がり、米国企業による海外からの部品・完成品の調達が激増した<sup>74</sup>。これらの産業空洞化の議論では、概して、米国において顕在化した工業製品の輸出減少と輸入増大による大幅な貿易赤字や、製造業の国際競争力低下などが、国内の工場閉鎖と失業の増大の原因となっており、製造業が地盤低下することによって米国経済の低成長

<sup>71</sup> 1930年頃には世界の自動車生産の75%が米国で生産されていた。坂本尚史「自動車産業の100年に学ぶこれからの産業をみる視点」日立総研(2010年8月号(vol. 5-2))  
([http://www.hitachi-hri.com/research/organ/pdf/vol5\\_2\\_3.pdf](http://www.hitachi-hri.com/research/organ/pdf/vol5_2_3.pdf))

<sup>72</sup> みずほ銀行(2014)

<sup>73</sup> 一般社団法人日本ダイカスト協会「ダイカストって何?」  
([http://www.diecasting.or.jp/diecast/pdf/book/pdf\\_set06-0.pdf](http://www.diecasting.or.jp/diecast/pdf/book/pdf_set06-0.pdf))

<sup>74</sup> 労働政策研究・研修機構「米国における産業と雇用の空洞化に関する議論について」『産業と雇用の空洞化に関する国際比較研究』労働政策研究報告書 No. L-7, 2004  
(<http://www.jil.go.jp/institute/reports/2004/L-7.html>)

と所得上昇の鈍化を引き起こしているとの主張がなされている<sup>75</sup>。

産業空洞化論の主要論点は、直接投資を通じた海外への生産拠点の移動である。第二次世界大戦後から 1970 年代までの米国の直接投資は、重化学工業分野を中心とする多国籍企業の世界ネットワーク構築が中心であり、先進国への投資が目立ったのに対し、1980 年代には、日本を除くアジア・太平洋地域のシェアが拡大した。米国の途上国向け製造業投資の急速な増加の要因は、アジアの新興工業国への電機・電子、一般機械および自動車などの輸送機械の伸びが目覚しかったことである。米国企業が国際競争力回復を目的に、低賃金労働力を求めたものであり、技術進歩による工程分離の容易化がこれを促した<sup>76</sup>。電機・電子産業を中心とした大企業の多くは部品や中間財の生産を海外に移転し、それを自国工場に輸入する戦略をとった。アジアにおいて従来から米国の主要投資先であったフィリピンに加え、香港、シンガポール、韓国、台湾、マレーシアが米国企業の家電製品、コンピュータ等の電子部品の製造拠点となった。

産業空洞化のいまひとつの重要な論点が雇用への影響である。米国有力労働団体であるアメリカ労働総同盟・産業別組合会議（AFL-CIO）は、エレクトロニクス分野等で米国内の工場が閉鎖され従業員が大量解雇された一方で海外工場での雇用が拡大していることなどを例に、米国内の雇用への影響を主張した。ただし、資本財と部品の輸出の貿易促進効果などを通じて米国内の雇用は増大したとの別の推計もあり、海外への拠点流出が雇用に対してもたらした影響についての結論は収斂していない<sup>77</sup>。また、雇用量だけではなく雇用の質について、直接投資による生産拠点の海外移転により、米国内から中間生産的労働者である工業労働者の仕事が失われ、高所得の高技能職と低技能の単純労働者の 2 極のみが米国内に残るとの見方があったが、この見解についても中間生産的労働者の減少は長期にわたる現象であり、海外への生産拠点の移動だけが原因だとは断定されていない<sup>78</sup>。

以上のとおり、海外直接投資の増加と産業空洞化の関係については、未だ十分な実証研究が積み重ねられていない状況とされるが、少なくとも電機・電子産業など特定産業については、1960 年代後半以降、海外への生産拠点の移動によって生まれた失業が他産業等に吸収されず、地域レベルで残存してしまうという事態が見られた。さらに、鉄鋼業、一部の鉱山業、皮革なども同様に産業レベルでの空洞化が起きたという点では、概ね論者の見解の一致が見られる<sup>79</sup>。

### （3）1990 年代以降の米国産業

1990 年代以降の米国経済においては、産業空洞化に関する懸念が聞かれることはなくなった。その原因として、第 1 には、史上最長の景気拡大と IT 及び株式ブームを通じた経済

<sup>75</sup> 同上、p. 131。

<sup>76</sup> 同上、p. 143。

<sup>77</sup> 同上、p. 147。

<sup>78</sup> 同上、p. 149。

<sup>79</sup> 同上、p. 151。

成長の増大が挙げられる。製造業に関しても、雇用は穏やかに低下したものの、実質産出高や実質 GDP におけるシェアも上昇した。1990 年代には IT 産業において新製品開発や新投資、新規企業の設立が相次ぐとともに、かつて衰退した製造業の一部にも活況が取り戻された<sup>80</sup>。第 2 には、1990 年代に米国企業の海外直接投資が増大した反面、外資の受け入れも急増したことが挙げられる。1980 年代後半以降、日本や欧州諸国が貿易摩擦を回避すべく米国製造業に直接投資を進めた。こうした外資の流入が、米国から流失した資本を補完していると見ることができる<sup>81</sup>。

1990 年代の長期拡大が一段落した 2000 年以降、景気回復が続いたものの雇用が順調には増えず、空洞化とは称されることはなかったが、雇用の輸出に対する危惧が高まった。1990 年代の米国経済の担い手であった IT 産業がグローバル経営を志向し、経営拠点を世界に展開したことが大きな要因として注目された。米国経済はかつて単純な肉体労働（簡易な製造業）を海外に輸出し、その後は単純なサービス労働を、さらに今日では高速のネットワークを背景として、より高度な知的労働をオフショアで行うようになってきている<sup>82</sup>。

#### （４）2010 年以降の米国製造業

2008 年の金融危機を原因とした景気後退に伴い、米国の鉱工業生産指数と製造業雇用者数は大幅に減少していた。しかし、2013 年に入ってから好調な自動車関連産業などを中心に、雇用を増やさないと生産が追いつかないとの声が聞かれ始めたという<sup>83</sup>。

米国製造業による海外生産拠点からの回帰については、大手コンサルティングのボストン・コンサルティング・グループが、2011 年 8 月に、新興経済国における賃金上昇や物流コスト上昇などによって製造業が米国国内に回帰し、80 万人規模の雇用が創出されるという分析レポート<sup>84</sup>を発表したことが契機となり、注目を集めることとなった。この他、プライス・ウォーターハウス・コーパースやマサチューセッツ工科大学などがそれぞれ米国製造業の国内回帰を説明するレポートを公表してきた。しかしながら、企業関係者、金融関係者、商務省、州・郡の経済開発局誘致関係者の間では、慎重な見方が一般的であるといわれている<sup>85</sup>。

---

<sup>80</sup> 同上、p. 151。

<sup>81</sup> 同上、p. 152。

<sup>82</sup> 同上、p. 153。

<sup>83</sup> ジェトロ「米国の製造業回帰を検証する」2013 年 8 月  
([http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07001461/us\\_manufacturing.pdf](http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07001461/us_manufacturing.pdf))

<sup>84</sup> Boston Consulting Group “Made in America, Again”, 2011.

<sup>85</sup> 同上、p. 4。

### 3. オバマ政権の産業政策・人材育成政策

#### (1) オバマ政権の産業政策

2009年に発足したオバマ政権は、同年9月に「イノベーション戦略」を発表するなど、イノベーション促進を重視している。2011年には「先進製造業(advanced manufacturing)」の強化を打ち出した。ここでは、先進製造業を「情報、オートメーション、コンピュータ計算、ソフトウェア、センシング、ネットワーク等の利用と調整に基づき、物理学、ナノテクノロジー、化学、生物学による成果と最先端材料を活用する一連の活動」であり、「既存製品の新しい製造方法と新技術による新製品の製造の両方を含む」としている<sup>86</sup>。大統領科学技術諮問委員会(President's Council of Advisors on Science and Technology; PCAST<sup>87</sup>)が2011年6月に発表した「先進製造業における米国の主導権確保<sup>88</sup>」においては、そのための研究開発投資の拡充、人材育成等の必要性を確認している。

さらに、2011年6月には、先進製造業を支援する産官学連携の枠組み<sup>89</sup>である「先進製造パートナーシップ(Advanced Manufacturing Partnership; AMP)」を発表した。AMPは、産学官の力を結集し、製造業における雇用を創出し、国際競争力を高める新興技術に投資する国家的な取り組みと位置付けられ、総予算5億ドル以上(既存プログラムとの重複分を含む)向こう10年で技術開発のブレークスルーのためのプラットフォームの提供、先進製造技術のためのロードマップの作成、中小製造者が使用可能な施設設備の整備を行うこととした<sup>90</sup>。AMPは大手製造企業と主要な工学系大学とが連携しており、その共同議長にはダウケミカルCEOのAndrew LiverisとMIT学長のSusan Hockfieldが就任している。

#### (2) 国家先進製造戦略計画における技能労働力の強化

2012年2月、国家科学技術会議(National Science and Technology Council; NSTC)の下の技術委員会は、米国競争力法再授權法の規定に基づき「国家先進製造戦略計画(National Strategic Plan for Advanced Manufacturing<sup>91</sup>)」を作成した。同計画は、先進

<sup>86</sup> 定義の和訳は独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター海外動向ユニット「米国：先進製造技術の研究開発動向」2012年6月26日に拠った。

(<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2012/FU/US20120626.pdf>)

<sup>87</sup> PCASTウェブサイト(<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast>)

<sup>88</sup> President's Council of Advisors on Science and Technology, "Report to the President on Ensuring America's Leadership in Advanced Manufacturing," June 2011 (<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-advanced-manufacturing-june2011.pdf>)

<sup>89</sup> 西川珠子「米産業構造の変化～マクロ経済統計にみる「製造業復活」の実態～」みずほ総研論集2013年II号、p. 25

(<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/argument/mron1306-2.pdf>)

<sup>90</sup> 科学技術振興機構(2012)

<sup>91</sup> Executive Office of the President, National Science and Technology Council, National

製造研究開発を支援する連邦政府の活動を調整し、指針を与えるものであり、研究開発活動と国内生産における技術イノベーションの間のギャップを埋めるための先進製造のためのイノベーション政策を提言している。このなかで、かつての半導体産業のように、政府による研究、技術、教育、訓練への投資を通じて新産業を創出すべきことを強調し、戦略の5つの目的として、中小企業の活性化、産官学連携、連邦政府の投資の最適化、R&D投資の促進とともに、「先進製造業の成長に必要なとされる技術を持つ労働者の数を増やし、技術のニーズにこたえられる教育・訓練システムを創設すること」を掲げている<sup>92</sup>。

さらに、「労働力技術の強化 (Strengthening Workforce Skill)」と題する章では現状分析や具体策が展開されている。連邦政府が取るべき対策として、(a) 州と地方の教育・訓練カリキュラムが先進製造業の要求に対応できるよう調整を行うこと、および (b) 先進製造業のキャリア、中等教育および中等教育後の専門学校や大学レベルの教育にまたがる技術教育プログラム、及び地域パートナーや産業クラスタープログラムを通じた見習い(徒弟)研修の機会に対する支援を拡大することを挙げている<sup>93</sup>。具体的には、現在、製造業人口の約25%にあたる2,800万人は55歳以上(2010年労働省統計)であり、こうした層の退職後に先進製造業の担い手となる労働者が就業する必要があるとしつつ、長期的には「ゆりかごから職業まで (cradle-to-career)」に対応する教育・訓練プログラム群を整備し、先進製造業の技術ニーズにこたえていく必要があるとしている。連邦政府は州政府や地方パートナーと連携しつつ、軍隊からの若手退職者、失業者およびスキルの向上を必要とする就業者、就業間近の人材、および12年生(高校3年生)を次世代労働者育成のターゲットとしていくと明言している<sup>94</sup>。その方法論として、既存のプログラム(例えば労働省従業員雇用・訓練事業団 (Employment and Training Administration; DOL/ETA) による助成制度等)を活用して先進製造業に適合させていき、これを新規のプログラム(例えば教育省職業・成人教育局 (Vocational and Adult Education; TAA/CCCT) による中等教育および中等教育後の職業経路事業)によって補完するといった方策が挙げられている<sup>95</sup>。

### (3) 先進製造パートナーシップ「先端製造業における米国競争優位性の確保」

上記(1)で述べた先進製造パートナーシップ (Advanced Manufacturing Partnership; AMP) の運営委員会 (Steering Committee) は、2012年7月に戦略文書「先端製造業における米国競争優位性の確保」<sup>96</sup>を公表した。同戦略は、「イノベーションを可能にする」

---

Strategic Plan for Advanced Manufacturing, February 2012  
([http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/iam\\_advancedmanufacturing\\_strategicplan\\_2012.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/iam_advancedmanufacturing_strategicplan_2012.pdf))

<sup>92</sup> Plan, p. 10.

<sup>93</sup> Plan, p. 14.

<sup>94</sup> Plan, p. 15.

<sup>95</sup> 同上。

<sup>96</sup> Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology, Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantages in

「人材パイプラインを確保する」および「ビジネス環境を改善する」の 3 つの柱に整理されて 16 項目の提言を行っている。このうち、「人材パイプラインを確保する」には以下 6 項目が提言されている。

#### 先進製造業における競争力優位性の確保に関する報告書

##### 「人材パイプラインを確保する」の 6 項目からなる提言

製造に関する公の誤解を修正する  
復帰退役軍人の人材プールを活用する  
コミュニティカレッジレベルの教育に対して投資する  
技能証明と認証を提供するためのパートナーシップを発展させる  
先進製造大学プログラムを強化する  
全米製造フェローシップ・インターンシップを創設する

上記のうち「コミュニティカレッジレベルの教育への投資」では、現在、製造業においてニーズと供給のギャップが最大なのは技術者 (technician) と設備運転者 (equipment operator) であり、コミュニティカレッジにおいてこの技能に関する訓練が提供されているものの依然ギャップは大きい点、コミュニティカレッジは第二次世界大戦後に退役軍人の就業支援に成功して以来、地域のニーズを踏まえて産業界との連携、教育・訓練インフラおよび教育メソッドを蓄積しており、これを先進製造業への就業支援に活用すべきであるとの認識が示されている。そのうえで、コミュニティカレッジに投資し、コミュニティカレッジと産業界、大学、国家研究機関および 12 年生プログラムと連携されることが急務であると強調している。そのための具体的な方策として、以下 3 点を提言している。

教育省の国家ニーズ分野の卒業支援プログラム (Graduate Assistance in Areas of National Need; GAANN) を修正し、大学やコミュニティカレッジからのフェローシップやスカラシップを製造業に勧誘することを通じ、産業界、コミュニティカレッジ、大学の連携を強化すること

アメリカ国立科学財団 (National Science Foundation; NSF)、教育省および労働省の教育プログラムの成功事例やカリキュラム、リソースを共有すべく統合することによって、製造業関連の教育者の国家的なネットワークを構築すること、これを製造イノベーション機関の全国ネットワーク (national network of Manufacturing Innovation Institutes; MII) のインフラの一部とすると共に、製造業団体を当該ネットワークに取り込むこと

連邦政府の助成による研究プログラムにおけるコミュニティカレッジとの連携の提案や実施を奨励すること、MII がコミュニティカレッジの科目開発、地域製造業との連携等の

支援を行うこと<sup>97</sup>。

続く「技能証明と認証を提供するためのパートナーシップを発展させる」においては、現代的な工場設備を運転し、問題が発生した際には解決できる労働者を育成することに焦点を当てるべきであるとしつつ、現在、1,500のコミュニティカレッジにおいて、地域製造業のニーズに合わせたカリキュラムを展開しているという現状を報告し、こうした取り組みを加速し、適宜、コミュニティカレッジにおいて技能証明や認証のためのカリキュラムを開発することを推奨している<sup>98</sup>。さらに、製造業のための高度技能人材の継続的な育成を支援するうえで、人材の教育、行動やリーダーシップに関する知識、製造業の経験ならびに個人の能力における一貫性ある製造業の基礎を構築するためにも、国家規格（national standard）、資格（credential）および認定資格（certification）は極めて重要であるとしている。新規の資格等の成功のためには、国内で認知され、産業界、教育界ならびに政府により採用されることが必要で、その実現に向けては、既存の取り組みを活用することが有効であり、2009年から実施されている製造業技術認証制度（Manufacturing Skills Certification Systems; MSCS）との連携を提言している（MSCSについては、本章5（4）で詳述する）。この制度と連携し、産業団体、専門家団体および教育機関が連携し、先進製造業のそれぞれのレベルにおける能力モデルに関する規格、認証、認定を設けること、さらに、コミュニティカレッジの製造業プログラムにおいて資格見直しの仕組みを導入し、職業資格を高校、コミュニティカレッジおよび大学のカリキュラム開発の基礎として活用することを提言している<sup>99</sup>。

「先進製造業大学プログラムを強化する」については、まず、米国の主要研究大学は先進製造業の基本となる要素を特定し、次世代の教育者や産業界のリーダーを輩出することを主要な役割とし、製造業の最先端研究など質的な人材供給源となっているものの、学究のなかの製造業の位置付けや、学位プログラムにおける境界線、取り組むべき学部や学科がわかりにくいこと等によって製造業関連の教育・研究が過小評価される傾向があるとの現状認識を示している。そのため、工学系のカリキュラムにおいて製造業関連の科目に拡大し、学生が包括的に製造業について俯瞰でき、職業上の技術や運営を展望できる新たな修士レベルのプログラムを創設することを提案している。そのうえで、民官連携がこの提言の実施において不可欠であり、コミュニティカレッジのプログラムとの連携や、地元の製造業におけるインターンシップ・プログラムなどが複層的に実施されるべきことを提言している。すなわち、大学レベルでは製造業におけるリーダーシップの新規修士課程の設立、政府レベルでは既存の奨学金等の活用、産業レベルでは大学の課程と協力してのキャリアパスの可視化や製造業の魅力の周知（インターンシップ・プログラムの実施を含む）が期待されるとしている。また、高校、コミュニティカレッジ、学部教育においても教育技術

---

<sup>97</sup> 同上、p.33。

<sup>98</sup> 同上、p.33。

<sup>99</sup> 同上、pp33-34。

の向上等を通じた技能の取得とソフトスキル（対人交渉や意思疎通等）が強化されることが必須であるとしている<sup>100</sup>。

#### （４） オバマ政権の製造業雇用政策

オバマ大統領は 2012 年の大統領選挙戦において、「製造業雇用 100 万人創出」を公約し、中間層の雇用創出を掲げたが、製造技術を有する技能者は依然として不足しているとの見方がある<sup>101</sup>。こうした技能者不足を背景に、オバマ政権の製造業支援策の一環として、労働省と教育省が運営する産学連携の職業訓練基金の創設に見られるように、技術者よりも技能者の育成に重点が置かれていると考えられる。

2014 年 1 月の一般教書演説においては、前年に引き続き、中間層の雇用創出を通じた景気回復と機会の拡大を訴えた。労働政策全般のなかでは、最低賃金の引き上げ、職業訓練・徒弟制度の充実化、失業保険給付措置の延長や退職後の保障に関する新たな措置の導入の 3 点を挙げている。うち 2 点目の「職業訓練・徒弟制度の充実化」は、模範例として製造業を挙げていることから、製造業を重視した方針と言える。また、バイデン副大統領が米国の職業訓練プログラム改革をリードすることも併せて言明した<sup>102</sup>。

同一般教書の内容が反映された同年 3 月の予算教書では、成長のイニシアティブとして勤労者訓練のための新規投資、科学・技術・工学・数学（Science, Technology, Engineering and Mathematics; STEM）教育の再編と戦略的投資を、労働政策としては、勤労者の賃金・手当の改善、求職者に対する失業保険の拡大等を掲げている<sup>103</sup>。

#### （５） オバマ政権の教育・人材育成政策

オバマ大統領は 2012 年 2 月に発表した 2013 年度の米国連邦予算教書において、イノベーションに対する全面支援を打ち出し、そのなかで、「次の 10 年間で 10 万人の STEM 教員を養成し、次の 2 年間では 1 万人の STEM 教員を採用する」という目標を掲げた。

さらに、次世代の科学者リーダーを育成すべく、科学・エンジニアリングのキャリア形成段階にある最高位の科学者やエンジニアを評価、支援するプログラムへの予算増を盛り込んだ<sup>104</sup>。

2013 年 4 月に発表した 2014 年度の予算教書では、さらに、STEM 教育の予算を前年比

<sup>100</sup> 同上、pp. 35-36。

<sup>101</sup> 全米製造業協会研究所、アクセンチュア「在庫不足 - 米国製造業に対して技術不足が脅威」（2014）

<sup>102</sup> 独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター海外動向ユニット「米国：オバマ大統領一般教書演説 2014」2014 年 2 月 19 日  
（<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2013/FU/US2014022801.pdf>）

<sup>103</sup> Office of Management and Budget, Budget of the U.S. Government, Fiscal Year 2015,  
（[http://www.mofa.go.jp/mofaj/na/na2/us/page3\\_000688.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/na/na2/us/page3_000688.html)）

<sup>104</sup> 米国連邦予算調書和訳、NEDO 海外レポート No.1083, 2012,3.23  
（<http://www.nedo.go.jp/content/100479934.pdf>）

6.7%増に積み増し、より高い効果を狙った STEM 教育プログラムの再編を予定した。2014 年 3 月に発表した 2015 年度の予算教書では、さらに STEM 教育を 3.7%積み増し、飛躍的な学習効果を実現する技術についてのハイリスク・ハイリターン研究を支援する教育高等研究計画局の設立を提案した<sup>105</sup>。

2014 年 7 月には、2016 年度の科学技術分野の予算編成方針に関する覚書(Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies) が発表されたが、このなかでも STEM 教育投資の実施に関して再確認がなされている<sup>106</sup>。

2015 年 1 月に行われた一般教書演説では、中間層重視の政策を維持しつつ、テネシー州の事例を挙げてコミュニティカレッジを高校と同様に利用しやすくするために、その無償化を提案した<sup>107</sup>ことが注目される。

## 4. 米国産業における素形材産業の現状と位置付け

### (1) 概況

米国の素形材産業は、自動車産業などの低迷の影響を受けたものの、米国内の生産品の 9 割に鋳造製品が用いられている<sup>108</sup>など、国内製造業において素形材は引き続き重要な位置を占める。素形材業界は、宇宙、医療、電気製品等の多様な先進分野への供給を進めるとともに、リサイクル製品や省エネ製品といった時代の要請にこたえる製品の開発にも取り組んでおり<sup>109</sup>、米国の先進製造業への対応を志向しているといえる。

世界市場を俯瞰すると、米国製品は重要な位置を占めていることが明らかになる。例えば、素形材のなかでも中心的な製品である鋳造品に着目すると、近年の鋳造品生産量は、米国は中国に次いで世界第 2 位の生産量となっている(図表 4-1)。また、世界主要国の銑鉄鋳物生産量を見ると、米国の生産量は日本やドイツと同様に 2009 年前後に落ち込みを見せたものの、その後は堅調な回復を見せている(図表 4-2)。

<sup>105</sup> 独立行政法人科学技術振興機構研究開発センター海外動向ユニット「米国：2015 年度大統領予算教書における研究開発予算の概要」2014 年 4 月

(<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/FU/US20140425.pdf>)

<sup>106</sup> 独立行政法人科学技術振興機構研究開発センター海外動向ユニット「米国：2016 年度予算の科学技術優先事項」2014 年 7 月 28 日

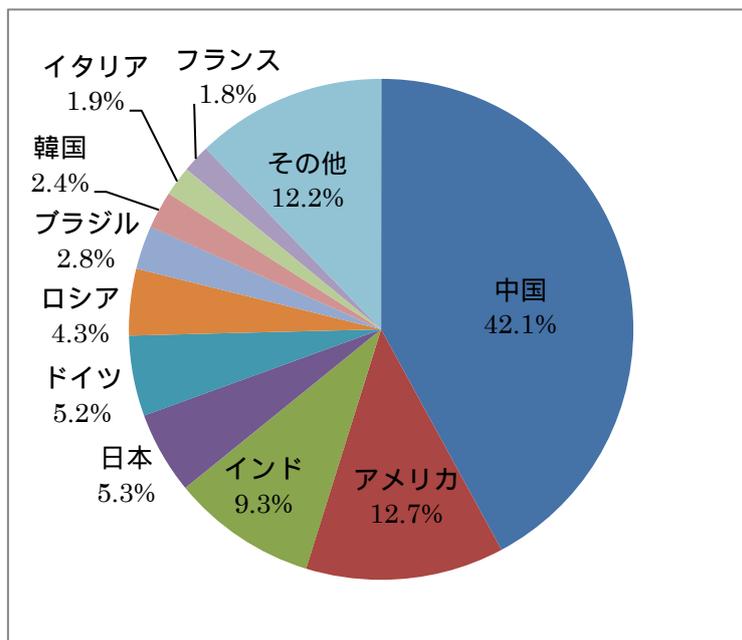
(<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/FU/US20140728.pdf>)

<sup>107</sup> Remarks by the President in State of the Union Address | January 20, 2015, (<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/01/20/remarks-president-state-union-address-january-20-2015>)

<sup>108</sup> North American Die Casting Association ウェブサイト “Shaping America’s Future” ([http://www.diecasting.org/wcm/Die\\_Casting/Shaping\\_America\\_s\\_Future/wcm/Die\\_Casting/DC\\_Shape.aspx?hkey=ef77621e-91b7-47cb-ba35-f4d8e1671a1a](http://www.diecasting.org/wcm/Die_Casting/Shaping_America_s_Future/wcm/Die_Casting/DC_Shape.aspx?hkey=ef77621e-91b7-47cb-ba35-f4d8e1671a1a))

<sup>109</sup> *Id.*

図表 4-1 鑄造品生産量の国別割合



資料：Modern Casting 2013年12月号 出所：素形材年間（2014）

図表 4-2 世界主要国の銑鉄鑄物生産量の推移（単位：トン）

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
中国	11,733,004	12,835,094	14,430,000	16,870,776	18,142,716	20,771,105
韓国	1,424,800	1,448,500	1,482,800	1,513,900	1,525,300	1,564,100
日本	4,192,455	4,093,264	4,386,229	1,554,540	4,701,948	4,870,030
アメリカ	8,153,100	8,166,614	8,157,363	8,269,895	8,698,993	8,384,202
ドイツ	3,572,481	3,530,029	3,637,888	3,849,617	3,956,292	4,243,728
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国	23,158,572	24,600,000	25,700,000	29,500,000	30,055,000	31,000,000
韓国	1,589,400	1,606,200	1,628,200	1,695,400	1,706,500	1,734,400
日本	4,900,119	4,748,825	3,018,545	3,508,465	3,825,745	3,586,692
アメリカ	7,779,000	7,100,534	4,963,208	5,386,047	6,803,000	8,776,100
ドイツ	4,513,400	4,524,467	2,998,266	3,672,182	4,239,246	4,034,182

資料：Modern Casting 各年12月号 出所：素形材年間（2014）

鑄造品の内訳の推移を見ると、銑鉄鑄物が安定的に6~7割程度を占めており、非鉄金属のなかではアルミニウム鑄物が多い（図表4-3）。また、図表には統計がないが、2013年の金属鑄造製品の売り上げは348億ドル、出荷量は1,226内蔵トンであった（米国鑄造ソサエティ調べ<sup>110</sup>）。

<sup>110</sup> 米国鑄造ソサエティ（AFS; American Foundry Society）資料  
 （[http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2013/08/IFF\\_2014\\_North](http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2013/08/IFF_2014_North)）

図表 4-3 米国における鑄造品の品目別生産量の推移（単位：トン）

			2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
鉄系 鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	4,329	4,256	4,458	4,256	3,899
		球状黒鉛鑄鉄	3,828	4,014	4,241	4,129	3,890
	小計		8,157	8,270	8,699	8,385	7,789
	可鍛鑄鉄		105	163	75	n/a	67
	鑄鋼品		950	1,031	1,287	1,366	1,248
非鉄 金 属 鑄	銅合金鑄物		277	286	292	288	283
	アルミニウム鑄物		1,952	1,964	2,080	2,004	1,847
	マグネシウム鑄物		73	80	101	105	110
	亜鉛鑄物		345	327	313	307	298
	その他鑄物		210	194	49	n/a	54
合計			12,070	12,314	12,897	12,455	11,819
			2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
鉄系 鑄物	銑鉄鑄物	ねずみ鑄鉄	3,503	2,409	2,633	2,962	4,296
		球状黒鉛鑄鉄	3,598	2,554	2,753	3,841	4,480
	小計		7,101	4,963	5,386	6,803	8,776
	可鍛鑄鉄		60	35	-	102	85
	鑄鋼品		1,172	687	983	977	1,433
非鉄 金 属 鑄	銅合金鑄物		275	179	265	263	356
	アルミニウム鑄物		1,740	1,191	1,234	1,523	1,753
	マグネシウム鑄物		110	66	106	99	111
	亜鉛鑄物		274	167	204	181	240
	その他鑄物		53	120	60	60	72
合計			10,785	7,408	8,238	10,008	12,825

資料：Modern Casting 各年 12 月号 出所：素形材年間（2014）

注）ここでいう銑鉄とは、ねずみ鑄鉄及び球状黒鉛鑄鉄の合計を指す。

## （2）素形材産業の事業者・労働者の現況

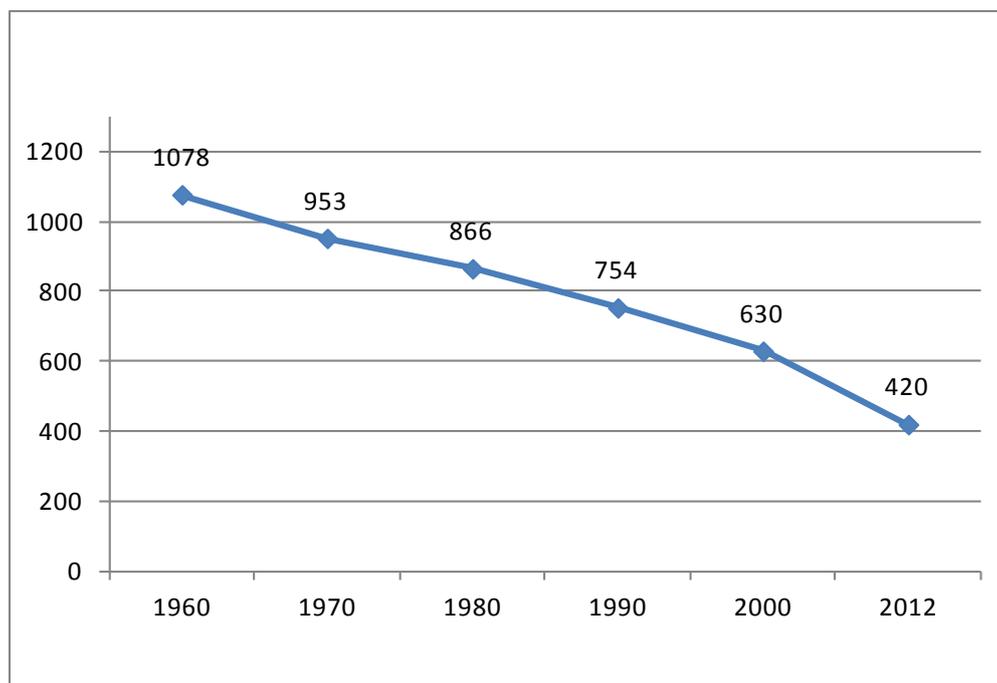
米国における金属鑄造は、現在、1,978 の製造拠点（うち鉄系約 700、非鉄系約 1,300）があり、20 万人以上が雇用されている。金属鑄造企業の約 80% が従業員 100 名以下の小規模企業である<sup>111</sup>。

金属鑄造のうち、金型を用いるダイカストについて長期的な工場数の推移を見ると、1960 年代に比して半分以下となっていることがわかる。また、ここ 10 数年でも 4 割近く減少している（図表 4-4）。また、ダイカスト産業の雇用者数は、2009 年を底に回復しているものの、リーマンショック以前の水準には回復していない。同時に、失業率は全米平均（2011 年 11 月で 7.8%）より高い水準で推移している（図表 4-5）。

America.pdf)

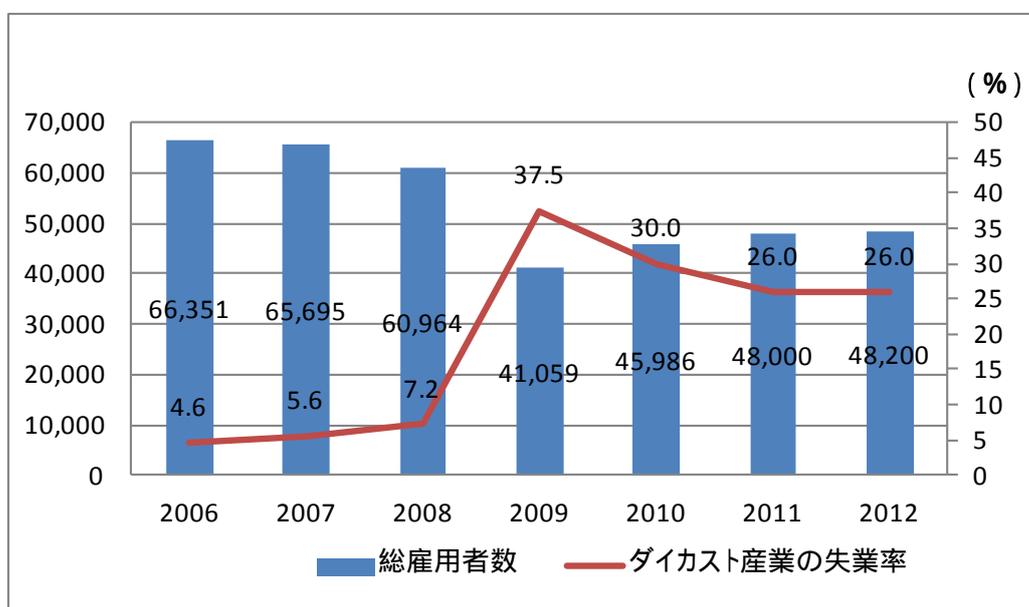
<sup>111</sup> 同上。

図表 4-4 米国におけるダイカスト工場数の推移（単位：1 工場）



出所：北米ダイカスト協会 ( NADCA; North American Die Casting Association )( 2013 )<sup>112</sup>

図表 4-5 米国ダイカスト産業の雇用者数・失業率（人・％）



出所：北米ダイカスト協会 ( NADCA; North American Die Casting Association )( 2013 )<sup>113</sup>

<sup>112</sup> NADCA State of the Industry Report and Research & Development, Shanghai Automotive and Die Casting Exhibition, October 31, 2013 (<http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2013/08/State-of-the-Industry-and-RT-China-Event.pdf>)

人材不足については複数の関連業界団体が指摘している。

例えば、米国鋳造ソサエティは、「2014年ダイカスト産業の現状<sup>114</sup>」のなかで、失業者数の多さを指摘し、とりわけオバマ政権以降、製造業は40万の雇用減であったことを問題視しつつ、同時に、雇用に必要な能力を有する労働者の不足しているなかで、対策の必要性を強調している。ダイカスト産業は年間300名のエンジニア、セールス担当者、マネジャーを必要としていることに加え、最低でも2,500名のオペレーター（operator）、技術者（technician）が必要となり、今後もダイカスト製品の生産量の増加を見込んでいることから、さらに多くの高技能者の雇用確保が重要課題であるとしている<sup>115</sup>。

また、米国鋳造ソサエティも、米国製造業全般の傾向として、必要な能力を持つ求職者がいないという「技術ギャップ」（Skill Gap）について説明しつつ、鋳造産業についても同様の問題を抱えており、各社とも個別の雇用戦略を導入して対応せざるを得ないことを強調している<sup>116</sup>。さらに、各団体とも企業内の人材育成の重要性を強調し、研修事業にも力を入れている<sup>117</sup>。

素形材産業のサプライチェーンにおける位置付けに関しては、最終使用市場から一定の把握が可能である。鋳物の最終市場においては、自動車・トラックが31%を占めている。また、建設・鋳業・油田、機械類等の部品としても用いられており、米国の産業インフラを広く支えていると言える。

---

<sup>113</sup> 同上。

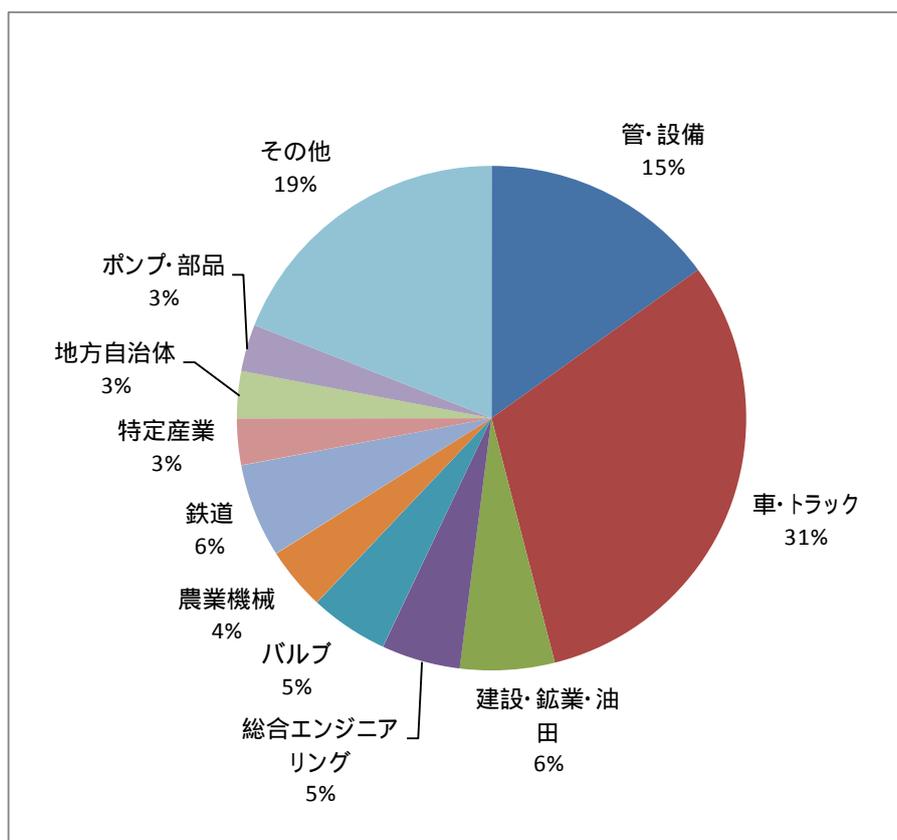
<sup>114</sup> NADCA 2014 State of the Die Casting Industry  
(<http://www.diecasting.org/docs/information/stateoftheindustry2014.pdf>)

<sup>115</sup> 同上、pp.19-20。

<sup>116</sup> AFS White Paper: Workforce Development for Metalcasting Industry  
([http://www.afsinc.org/files/AFS\\_Workforce\\_White\\_Paper.pdf](http://www.afsinc.org/files/AFS_Workforce_White_Paper.pdf))

<sup>117</sup> 例えば、精密金属加工協会（PMA; Precision Metalforming Association）による技術研修ライブラリ（<http://www.pma.org/training-and-education/technical-training/>）

図表 4-6 米国鋳物の最終市場



出所：米国鋳造ソサエティ（AFS; American Foundry Society）(2014) <sup>118</sup>

## 5. 米国の教育システム（技術者を中心とする人材育成、キャリア教育）における素形材関連教育

### （1）概況

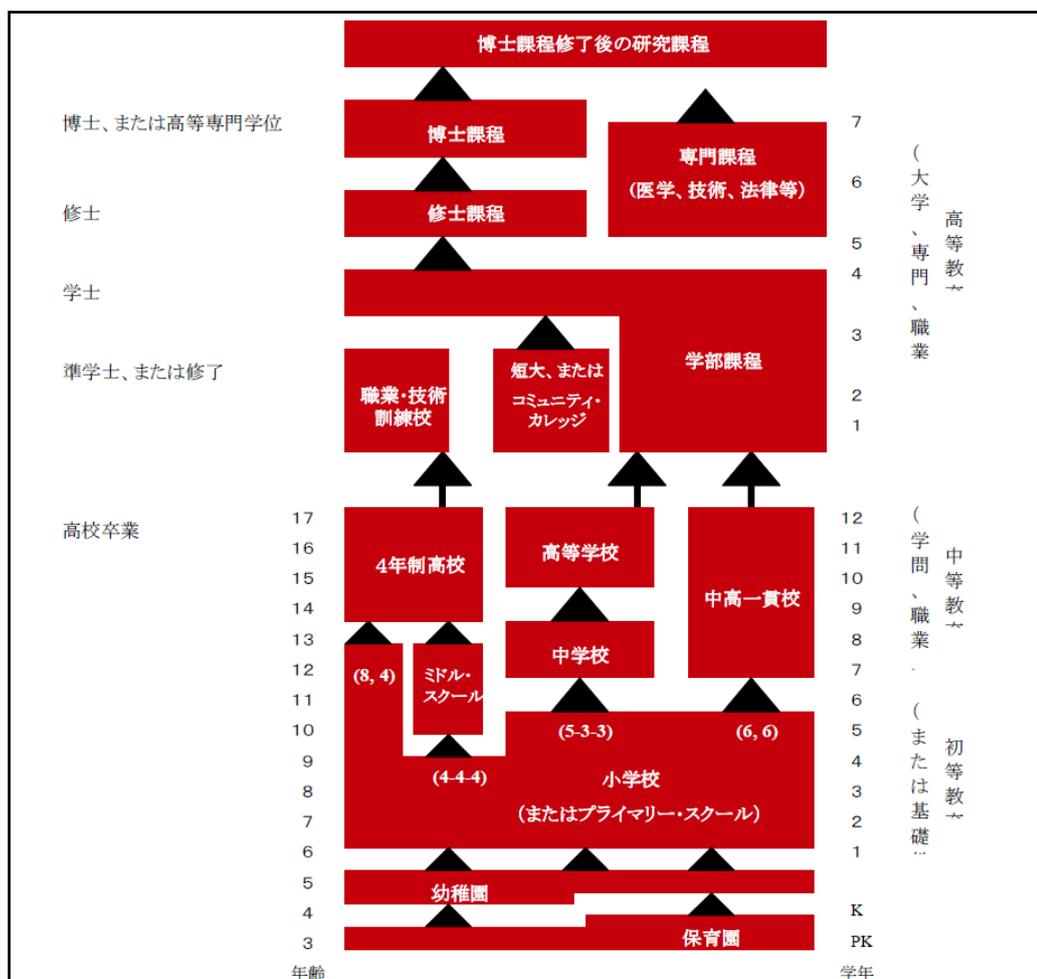
米国においては多くの州において5歳から16歳までが義務教育であり、その後、大学の学部課程、短期大学またはコミュニティカレッジ、もしくは職業・技術訓練校への進学ルートがある。その後、大学の修士課程・博士課程、専門課程（技術者を含む）へと一部が進学し、さらに博士課程終了後の研究過程がある（図表 4-7）。米国の教育制度における大きな特長として、米国連邦政府が全米規模のカリキュラムを承認、管理することはなく、州政府および地方政府にその権限が委ねられていることが挙げられる<sup>119</sup>。地方が裁量を持

<sup>118</sup> AFS, Revitalization of North American Metalcasting, ([http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2013/08/IFF\\_2014\\_North\\_America.pdf](http://www.globalcastingmagazine.com/wp-content/uploads/2013/08/IFF_2014_North_America.pdf))

<sup>119</sup> 例えば、米国大使館「米国教育制度の骨格」 (<http://aboutusa.japan.usembassy.gov/j/jusaj-pub-brief-education1.html>)

って教育サービスを提供することとなっており、例えば、オバマ大統領が 2015 年の一般教書で例に引いたテネシー州のコミュニティカレッジ無償化の取り組みのように、地方で柔軟な施策を導入することが可能である。

図表 4-7 米国教育制度の概観



出所：米国教育省「教育概観」<sup>120</sup>

本章 3 . においてオバマ政権の製造業、教育研究および労働政策を概観したところ、中間層の雇用創出を主眼とする「技能者層」の育成および先進製造業における R&D の担い手となる「研究者層」に対する促進策が焦点となっていることが明らかになったが、両者の中間ともいえる「技術者層 (エンジニア人材)」の育成は手薄であるようにも見える。そこで、以下においては、まず技術者育成の鍵となる学部教育および修士教育について検討する。その際には、大学と製造業関連団体の連携について着目する。さらに、オバマ政権が

<sup>120</sup> 在日米国大使館ウェブサイトより  
( <http://aboutusa.japan.usembassy.gov/j/jusaj-japanese-educationoverview.html> )

当初より重視してきた、技術者を中心とした人材育成の基礎ともなる幼稚園・初等中等教育から学部教育までを広くターゲットとしている STEM 教育重視の政策についても概観する。さらに、関連する職業資格について整理する。

## (2) 大学学部および修士教育

冶金 (metallurgy) や金属工学 (materials engineering) といった素形材に重要となる専攻においては、世界全体を見ても、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア州立大学バークレイ校の 2 校が有力視されている<sup>121</sup>など、この分野の米国の大学学部教育は世界的にも高水準にある。しかしながら、2012 年 7 月に先進製造パートナーシップ運営委員会が発表した戦略文書「先端製造業における米国競争優位性の確保」<sup>122</sup>においても述べられているとおり、製造業を担う大学教育は総じて、学究における製造業の位置付けがわかりにくいこと、学位プログラムのなかでどこまでの範囲を扱えばよいか不明確であることなどが課題となっており、対策の必要性が提言されているところである(本章 3 (3) 参照)。

冶金・金属工学で最有力視されるマサチューセッツ工科大学では、素材理工学部 (Department of Materials Science and Engineering) の中に約 50 ある学科・専攻 (discipline) のひとつとして金属学 (metallurgy) がある。また、この他にも素材加工 (materials processing) 素材理論 (materials theory) 素材化学 (materials chemistry) といった関連科目・専攻がある<sup>123</sup>。金属学については、比較的潤沢な 7 名の教員が配されている。但し、ナノ素材やバイオ素材といった分野に力が入れていることが教員数から見て取れる。

カリフォルニア州立大学バークレイ校の素材理工学部 (Department of Materials Science and Engineering) には、学部生を対象とする 60 の科目の中に、素材特性 (materials characterization) 素材製造 (material production) 金属加工 (metals processing) といった関連科目がある<sup>124</sup>。さらに同学部では工学専門職修士課程の教育も提供している。

こうした米国の大学において就学する学生に対し、産業団体はインターンシップ、スカラシップなどを行っている。例えば、北米ダイカスト協会では、1975 年以降続いているブ

<sup>121</sup> 大学の分野別ランキングとして、例えばガーディアン紙が 2011 年に発表している世界大学ランキングの「冶金・金属工学分野」では同 2 校が世界 1、2 位である ( <http://www.theguardian.com/higher-education-network/2011/sep/05/top-100-universities-world-metallurgy-materials-2011> )

<sup>122</sup> Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology, Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantages in Advanced Manufacturing, July 2012 ( [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast\\_amp\\_steering\\_committee\\_report\\_final\\_july\\_27\\_2012.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast_amp_steering_committee_report_final_july_27_2012.pdf) )

<sup>123</sup> “Disciplines”, Department of Materials Science and Engineering, MIT ( <http://dmse.mit.edu/research/disciplines> )

<sup>124</sup> ( <http://www.mse.berkeley.edu/courses/mse-courses> )

プログラムとして、年間 20 名ほどの 3 ヶ月以上ダイカスト産業において就労経験を持つフルタイムの学部生に対して奨学金を提供している<sup>125</sup>。また、米国鑄造ソサエティでは、学生に対するアウトリーチに力を入れており、奨学金の提供のほか、プログラムのひとつとして学生および教員を対象とした「鑄造体験学習（“Foundry in Box”）<sup>126</sup>」の機会を提供している。

### （3）中等教育レベル

2014 年 7 月に発表された 2016 年度の科学技術分野の予算編成方針に関する覚書（Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies）のなかでも STEM 教育投資の実施に関して再確認がなされている。具体的には、STEM 教育について各省庁は、国家科学技術会議（National Science and Technology Council; NSTC）が作成した「STEM 教育 5 ヶ年戦略計画」（2013 年）と、大統領科学技術諮問委員会（President’s Council of Advisors on Science and Technology; PCAST）の 2 つの報告書「準備してインスパイアせよ：米国の未来のための幼稚園・初等中等 STEM 教育」（2010 年 9 月）および「優越を目指して取り組み：STEM 学位を有する学部卒業生 100 万人の輩出」（2012 年 2 月）に沿って STEM 教育投資を実施する必要があるとするものである<sup>127</sup>。

STEM 教育 5 ヶ年計画（2013 年）<sup>128</sup>では、オバマ政権第 1 期からの STEM 教育への取り組みを振り返り、2012 年度の教育省、NSF およびスミソニアン研究所の大型プログラムの成果を示しつつ、5 ヶ年計画の内容と実施方法を示すものとなっている。重点投資分野としては、教員の拡充（2020 年時点で 10 万人増）、若年層と公共機関の関与（博物館や国立公園等）、学部生に対する STEM 経験の強化、STEM 出身のマイノリティへの着目、高等教育（修士レベル）から STEM 労働力への輩出強化の 4 点が挙げられている。

幼稚園・初等中等 STEM 報告書（2010 年）では、幼稚園から 12 年生（高校 3 年生）までの 13 年間を対象とする STEM 教育の向上に向けた政府への提言として、連邦政府のコ

---

<sup>125</sup> 北米ダイカスト協会 David Laine Memorial Scholarship Program  
（[http://www.diecasting.org/wcm/Scholarship/Laine\\_Application/wcm/Scholarship\\_Information/Laine\\_Application.aspx?hkey=c82b7fc9-0e05-4b37-94f0-6dd66bef8ab5](http://www.diecasting.org/wcm/Scholarship/Laine_Application/wcm/Scholarship_Information/Laine_Application.aspx?hkey=c82b7fc9-0e05-4b37-94f0-6dd66bef8ab5)）

<sup>126</sup> 米国鑄造ソサエティ Foundry in a Box  
（<http://www.afsinc.org/career/content.cfm?ItemNumber=13109&navItemNumber=13159>）

<sup>127</sup> 独立行政法人科学技術振興機構研究開発センター海外動向ユニット「米国：2016 年度予算の科学技術優先事項」2014 年 7 月 28 日  
（<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/FU/US20140728.pdf>）

<sup>128</sup> National Science and Technology Council, Federal Science, Technology Engineering, and Mathematics (STEM) Education 5-year Strategic Plan, May 2013  
（[http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem\\_stratplan\\_2013.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf)）

ーディネーションとリーダーシップ強化、州政府活動への支援、教員の処遇改善、STEM に関連する興味深い経験の創造および州立学校の環境改善を挙げている<sup>129</sup>。

学部レベルの STEM 報告書（2012 年）では、STEM の学位を専攻して学部に進学する学生は 40%以下であり、これを 50%に引き上げることを目標として、大学入学後 2 年間の STEM 教育の質を向上させるとともに学位取得後の進路の多様化を図ることを提言し、具体的な方策を示している<sup>130</sup>。

#### （４）職業能力資格

米国における職業能力を評価する基準は多様である。個人に与えられる代表的なものとしては、法律上定められている職業資格（License）、検定試験によって専門的な知識や経験、技能を認める認定資格（Certification）、製造業で重要な役割を果たしている技能基準（Skill Standards）がある。また、個人ではなく、専門学校、大学などの機関や教育プログラムを民間が評価認定する適格認定（Accreditation）もある<sup>131</sup>。

職業資格に関しては、100 年以上の歴史を持つ専門エンジニア（professional engineer; PE）が知られている。各州に資格付与機関があり、その全米機関<sup>132</sup>が各州の資格付与について評価を行っている<sup>133</sup>。

このうち技能基準においては、金属加工工業研究所（National Institute for Metalworking Skills; NIMS）が金属加工の業務内容と必要となる基礎知識、技能を定めている。NIMS は米国規格協会から技能基準認定機関として認定を受けており、産業界から有効性が認められている<sup>134</sup>。NIMS は金属加工や機械を含む 24 の分野において技術基準を設けており、実技と理論の両者の基準を満たす個人に付与される<sup>135</sup>。

また、先進製造パートナーシップの運営委員会が 2012 年 7 月に「先端製造業における米国競争優位性の確保」（2012 年）でもその重要性を指摘した製造業技術認証制度

---

<sup>129</sup> President's Council of Advisors on Science and Technology, Executive Report, Prepare and Inspire: K-12 Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future, September 2010, p. v.  
(<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf>)

<sup>130</sup> President's Council of Advisors on Science and Technology, Executive Report, Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics, February 2012,  
[http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final\\_2-25-12.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_2-25-12.pdf)

<sup>131</sup> 一般財団法人海外職業訓練協会資料  
(<http://www.ovta.or.jp/info/northamerica/unitedstates/pdf/files/10evaluation.pdf>)

<sup>132</sup> NCEES (<http://ncees.org/about-ncees/>)

<sup>133</sup> 国家 PE ソサエティ (National Society of Professional Engineers)  
(<http://www.nspe.org/resources/licensure/what-pe>)

<sup>134</sup> 同上。

<sup>135</sup> 金属加工工業研究所 (National Institute for Metalworking Skills; NIMS)  
(<https://www.nims-skills.org/web/nims/3>)

( Manufacturing Skills Certification Systems; MSCS )は 2009 年から実施されている( 本章 3 . ( 3 ) 参照 )。MSCS は、製造業研究所 ( Manufacturing Institute ) が ACT、Manufacturing Skills Standards Council, National Institute for Metalworking Skills, American Welding Society and Society of Manufacturing Engineers とのパートナーシップにより実施している認定資格付与の枠組みであり、米国における有力な製造業団体である全米製造業協会( National Association of Manufacturers; NAM )の承認を受けている<sup>136</sup>。上記で紹介した NIMS もこの枠組みに含まれている。

## 6. 研究開発拠点の現状

### ( 1 ) オバマ政権による製造業イノベーション国家ネットワーク

オバマ大統領が 2013 年の一般教書で製造業強化の重要性について改めて強調したことを受け、2013 年 1 月に大統領府より関係省庁、議会、民間および学界に対して提出された文書「製造業イノベーション国家ネットワーク：初期的デザイン」<sup>137</sup>を念頭に、2014 年度予算において 15 の製造業イノベーション研究・教育拠点のネットワーク ( National Network for Manufacturing Innovation; NNMI ) 構築が掲げられた<sup>138</sup>。この構想は、地域のハブとして機能する製造業イノベーション機関 ( Institute for Manufacturing Innovation; IMI ) を中心とするクラスターである。NNMI は、産業界、公的機関、教育機関等を包含するが、研究大学のみならず、コミュニティカレッジや中等教育機関もその対象となる<sup>139</sup>。まずはパイロット的に、2012 年に設立された国家積層造形( 3D )イノベーション研究所( National Additive Manufacturing Institute; NAMII )をハブに 2014 年にクラスターが構築された。このクラスターには、米国鑄造ソサエティも参加している。

上記文書においては、注力すべき 4 分野が掲げられているが、うちひとつが「先進的素材 ( Advanced Materials ) であり、例示の中には軽量金属も含まれている<sup>140</sup>。

<sup>136</sup> 製造業研究所 ( Manufacturing Institute )

( <http://www.themanufacturinginstitute.org/Skills-Certification/Skills-Certification.aspx> )

<sup>137</sup> Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Advanced Manufacturing National Program Office, Network for Manufacturing Innovation: A preliminary Design, January 2013

( [http://manufacturing.gov/docs/nnmi\\_prelim\\_design.pdf](http://manufacturing.gov/docs/nnmi_prelim_design.pdf) ) .

<sup>138</sup> National Network for Manufacturing Innovation [ウェブサイト](#)

( [http://manufacturing.gov/nnmi\\_overview.html](http://manufacturing.gov/nnmi_overview.html) )

<sup>139</sup> Lightweight and Modern Metals Manufacturing Innovation Institute Program Information

( [http://manufacturing.gov/docs/LM3I\\_Proposers\\_Day\\_Brief\\_JohnnieDeLoach\\_7-10-13\\_Final.pdf](http://manufacturing.gov/docs/LM3I_Proposers_Day_Brief_JohnnieDeLoach_7-10-13_Final.pdf) )

<sup>140</sup> Executive Office of the President, National Science and Technology Council,

15のネットワークのひとつである「軽金属・新金属産業開発研究所<sup>141</sup> (Lightweight & Modern Metals Manufacturing Innovation (LM3I) Institute)<sup>142</sup>」は素形材とも関連が深い。LM3Iは2014年2月に連邦予算7,000万ドルの投入により設立され、ミシガン州デトロイトに本部を置く36の企業、12の大学および18のその他機関から成るクラスターである。米国の競争力とイノベーション拡大に資する軽金属・新金属の製造能力の実現と産業界への新技術提供を使命としている。このクラスターにも、米国鑄造ソサエティも参加している。

## (2) 業界団体による取り組み

素形材関連の産業団体には、研究開発の取り組みを行っているところも少なくない。例えば、米国鑄造ソサエティ (AFS) は鑄造研究基金 (Metalcasting Research Foundation) を設立し、鑄造の研究および教育を支援している。支援は公的資金や他団体と連携して実施しており、エネルギー省や国防総省の予算を鑄造連盟や米国鑄造コンソーシアム等を経由して得ているところである<sup>143</sup>。2014/15年度は、9件の研究プロジェクトに資金提供等を行っている。さらに、環境省先進製造オフィスによる省エネルギー溶解に係る「鑄造コンソーシアムプログラム (Cast Metals Consortium Program)」、ワーチェスター工芸研究所 (Worcester Polytechnic Institute; WPI) による「先進鑄造研究コンソーシアム (Advanced Casting Research Consortium; ACRC)」等にも参加している<sup>144</sup>。

## 7. 考察

以上の調査結果から、米国の素形材産業に関連する人材育成において、以下の点が特徴として挙げられる。

第一の特徴として、米国における素形材関連の人材育成は、異なる政策において全てのレベルを対象にしていることが確認できた。必ずしも素形材に特化しているわけではないが、幼稚園から高校までの初等教育レベルにおいては、イノベーション政策の基盤構築策としてSTEM教育に力が入れている。中等教育後の教育としては、中間層の雇用創出

---

Advanced Manufacturing National Program Office, 2013, p. 6.

<sup>141</sup> 和訳は経済産業省資料

([http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/new\\_mono/pdf/004\\_s01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/new_mono/pdf/004_s01_00.pdf)) に拠った。

<sup>142</sup> 米国連邦政府による「先端製造業ポータル (Advanced Manufacturing Portal)」における同研究所サイト (<http://manufacturing.gov/lm3I.html>)

<sup>143</sup> ASF (<http://www.afsinc.org/technical/content.cfm?ItemNumber=7410>)

<sup>144</sup> ASF

(<http://www.afsinc.org/technical/content.cfm?ItemNumber=6972&navItemNumber=531>)

政策の一環として、職業訓練や徒弟制度の充実化が掲げられている。技能者教育に関しては、コミュニティカレッジに大きな役割が付与されていることも特徴的である。また、先進製造業強化の一連の政策のなかでは、中等教育、専門学校、大学レベルと一貫して技術教育の強化の必要性が訴えられており、さらに、個別レベルでの施策も挙げられている。例えば、技術者養成に関しても、主要大学において製造業のための修士課程の設立などの政策が提言されている。もちろん、経済社会情勢を反映し、予算配分の違いはあるものの、異なる政策の文脈における人材育成策が相互補完的に網羅的な人材育成の施策を提供していると言えよう。

第二の特徴として、業界団体のプレゼンスが高いことが上げられる。素形材関連の複数の団体の人材育成支援活動を見てきたが、インターンシップや奨学金の付与、職業能力資格の開発と運営、教育・研修の提供、研究開発支援ならびに国家および他機関による研究開発プロジェクトへの参加など、様々な側面で人材育成への直接的、間接的な寄与がなされている。さらに、新技術等に関する情報共有のための会合開催等でも実績が見られる<sup>145</sup>。

第三の特徴として、政治主導による研究開発と育成政策を融合させた施策の展開が見られる点が挙げられる。先進製造業の強化施策の一環として進行している製造業イノベーション国家ネットワークは、産学官によるクラスターのなかで、研究開発のみならず、研究機関、研究大学、コミュニティカレッジおよび中等教育機関を包含する発想により、教育・人材育成の成果も狙ったものであり、特徴的な取り組みといえる。

なお、製造拠点の米国回帰が真に進んでいるかといえば、産業界には懐疑的な意見やメリットを実感できていないとのコメントもあるということは既述のとおりであるが、少なくとも大統領が累次の一般教書演説でも言及しているとおり、政権が製造拠点回帰を肯定し、雇用政策と相まってさらなる回帰を促進するための施策を講じていることは事実である。特に、先進製造業拡大も強力な政策目的となっており、既に軽金属・新金属産業開発研究所の設立にも見られたとおり、素形材産業への影響も大きいといえるであろう。

日本は政策立案体制も産業構造も米国とは異なるため一定の制約はあるが、産業界を巻き込んでの研究開発と一体的な技術者人材育成の強化、インターンシップなども含めた一貫したキャリア教育の実施やそのための政府および産業界からの情報発信等は参照に値するものと思われる。

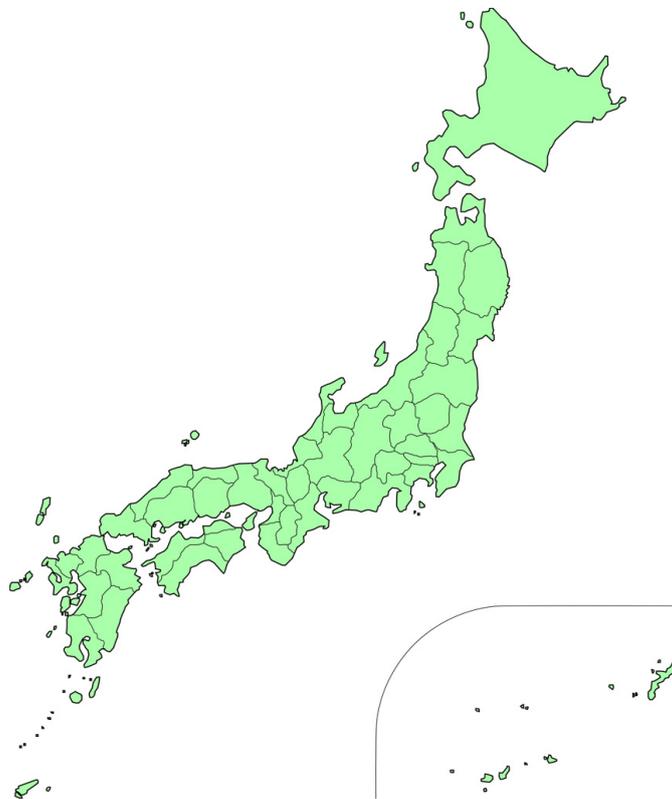
---

<sup>145</sup> 例として、鑄造 कांग्रेस

( <http://www.afsinc.org/news/MCCLanding.cfm?ItemNumber=15212&navItemNumber=8697> )

## －国内調査編－

### 我が国の素形材関連教育機関の強化に向けた調査





## 第5章 産業界が求めるエンジニア人材にかかる調査

### 1. 素形材企業における若手人材の育成・確保にかかる現状と課題

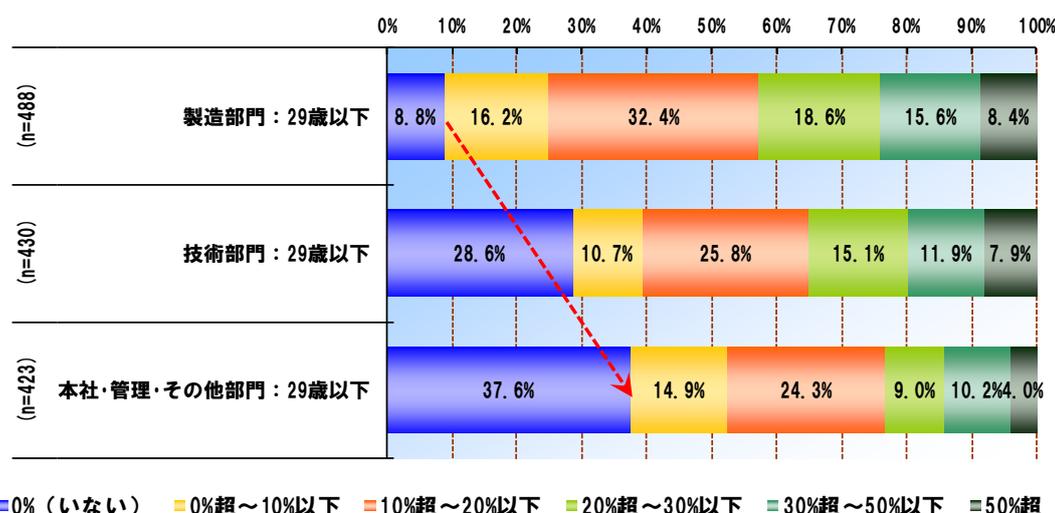
まず、素形材企業に対して実施したアンケート調査<sup>146</sup>から、エンジニア人材を含む、若手人材全般の育成・確保の現状や課題について、以下に整理した。

#### (1) 若手人材確保の状況

##### ① 部門別にみた若手人材の割合

29歳以下の社員がいる割合を部門別にみると、製造部門 技術部門 本社・管理部門となるに従い、若手の比率が減っていくことがわかる。技術部門では「29歳以下の社員がいない」という素形材企業が3割弱を占めている。

図表 5-1 部門別にみた「29歳以下」の比率



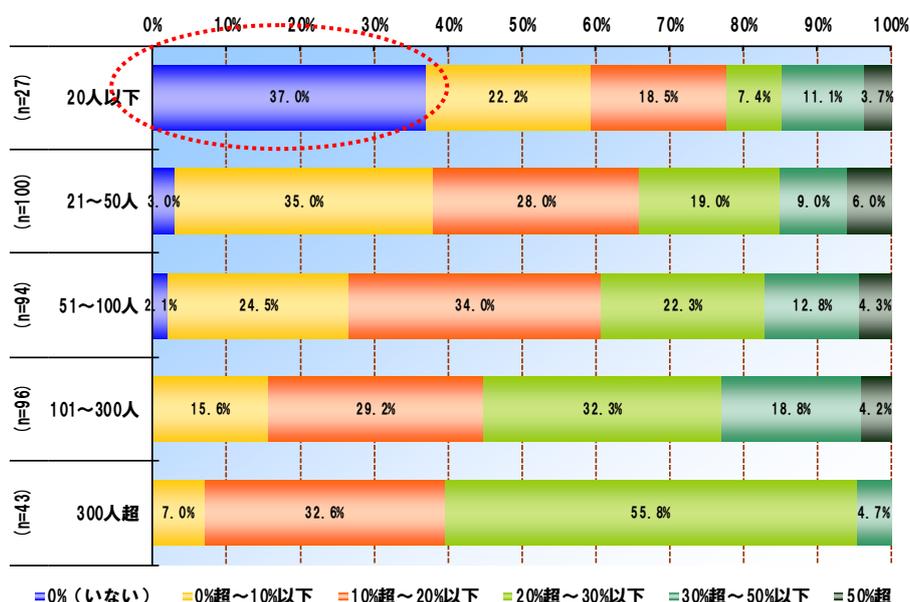
##### ② 従業員規模別にみた若手人材の割合

部門を合計した全従業員に占める「29歳以下」の割合をみてみると、小規模企業になるほど若手人材が少なくなる傾向が顕著で、20人以下の小規模企業では4割弱の企業が20代の社員がいないと回答している。規模の小さい企業は従業員が高齢化しており、若手の確保そのものが課題だといえる。

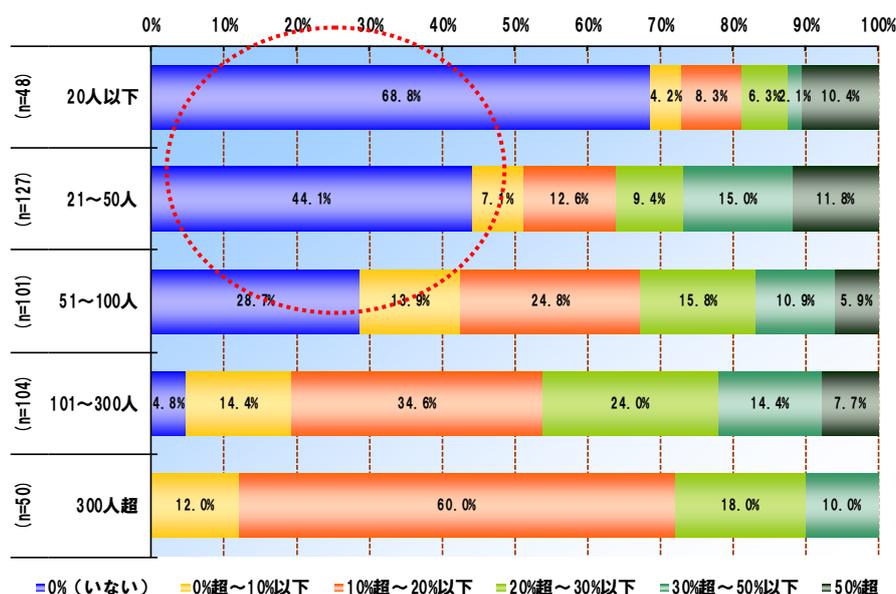
さらに、「技術部門」だけをみると、「29歳以下」の社員がいないと回答する割合は、20人以下の小規模企業では7割弱、21～50人以下の企業でも約45%、51～100人以下の企業でも3割弱となっており、素形材中小企業では若手技術者が十分確保できているとはいえない状況にある。

<sup>146</sup>素形材業界に所属する企業に対して実施（2014年12月）、有効回答数は628社。

図表 5-2 従業員規模別にみた「29歳以下」の比率（部門合計）



図表 5-3 従業員規模別にみた「29歳以下」の比率（技術合計）

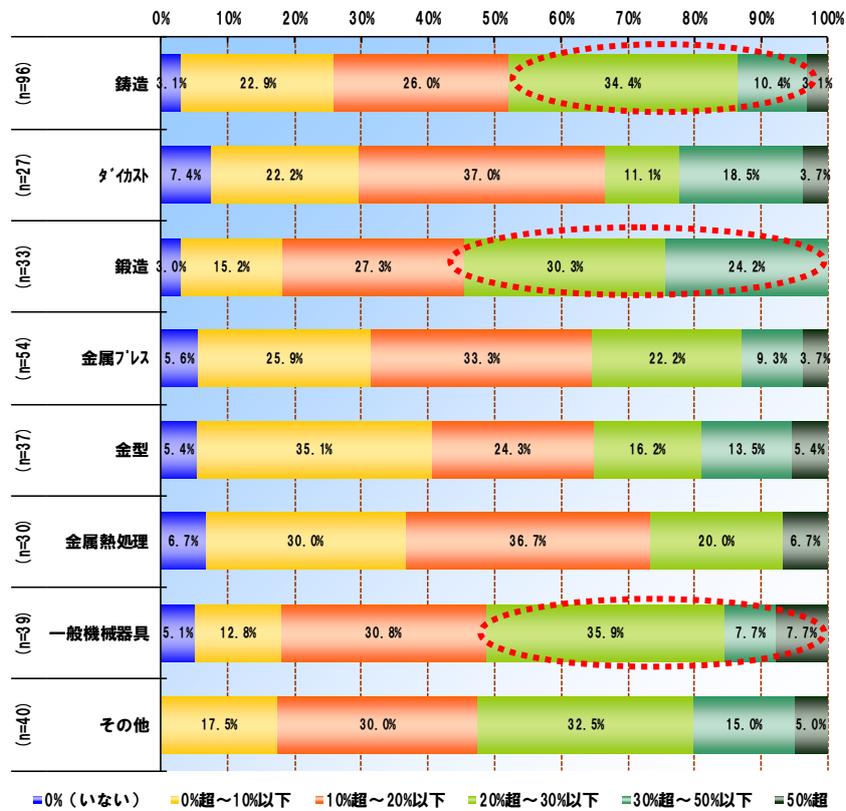


### ③主要業種別にみた若手人材の割合

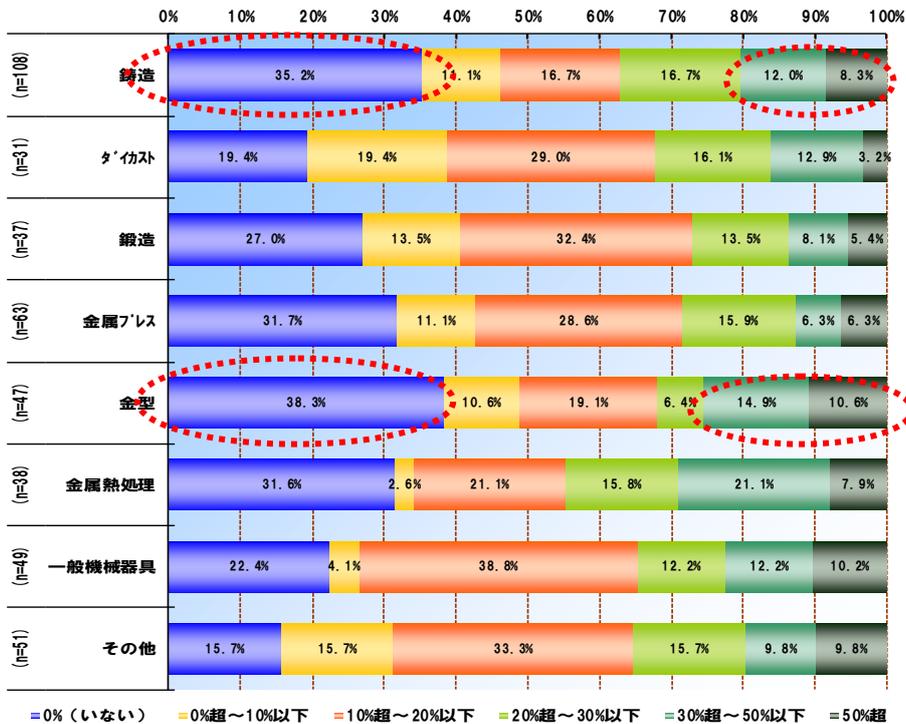
主要業種別にみると、鋳造、鍛造、一般機械器具では比較的若手人材が確保できている一方、ダイカスト、金属プレス、金型、金属熱処理では若手が少なく、高齢化が進んでいる傾向が認められる（ただし、多少サンプルが少ない業種もある点に留意）。

技術部門だけをみると、鋳造や金型において「29歳以下がいない」と回答した企業の比率が高い一方で、両者とも29歳以下が30%超の企業の比率も比較的高く、若手が確保できている企業と確保できていない企業とに二極化している様相がうかがえる。

図表 5-4 主要業種別に見た「29歳以下」の比率（部門合計）



図表 5-5 主要業種別に見た「29歳以下」の比率（技術合計）



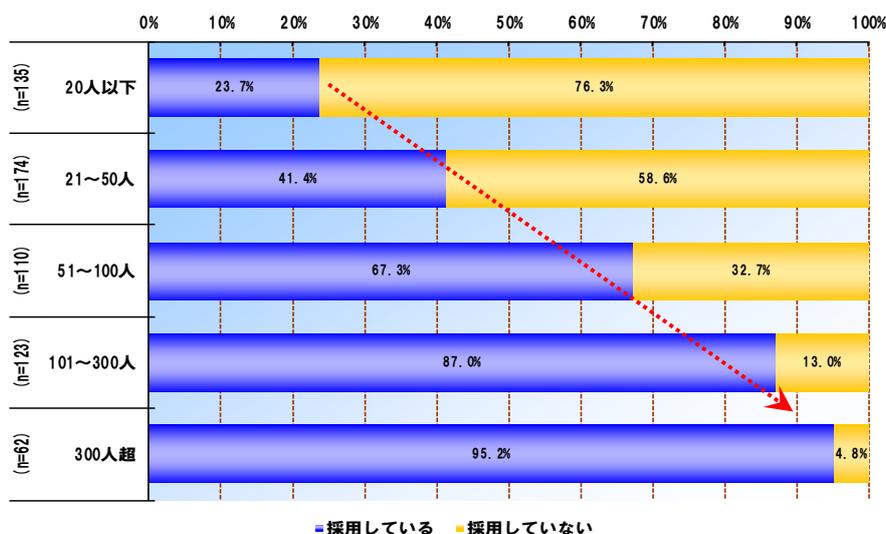
## (2) 新規学卒者の採用状況

### ① 新規学卒者の採用の有無

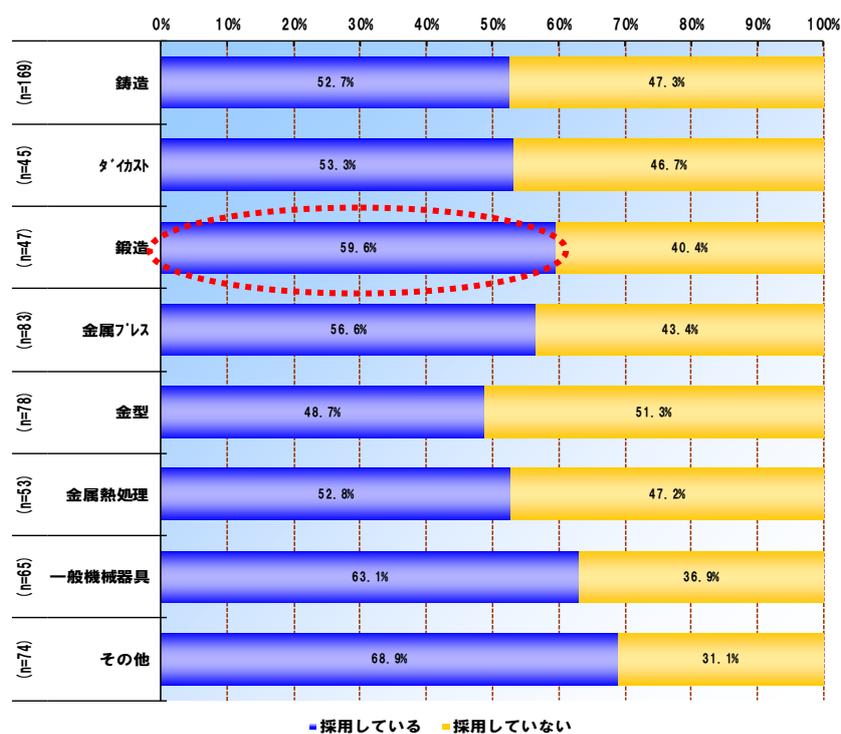
過去3年間の新規学卒者の採用状況については、従業員規模小さくなるほど「採用していない」企業が増え、特に20人以下の素形材企業の8割弱は採用していないことがわかる。

業種別にみた大きな傾向の違いは認められないが、鍛造業は過去3年間、新規学卒者を採用している企業の割合が6割程度と他業種に比べてやや高い。

図表 5-6 従業員規模別にみた過去3年間の新規学卒者の採用状況



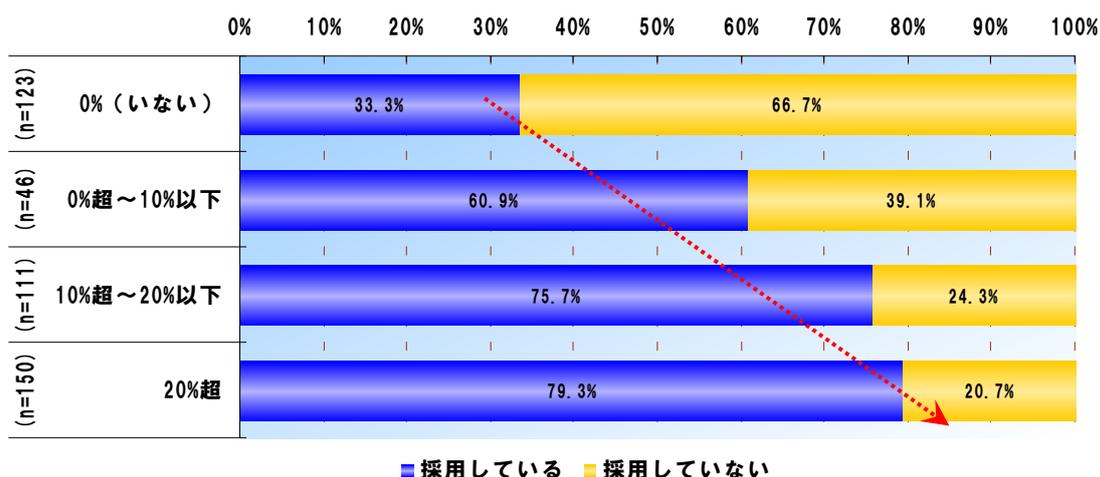
図表 5-7 主要業種別にみた過去3年間の新規学卒者の採用状況



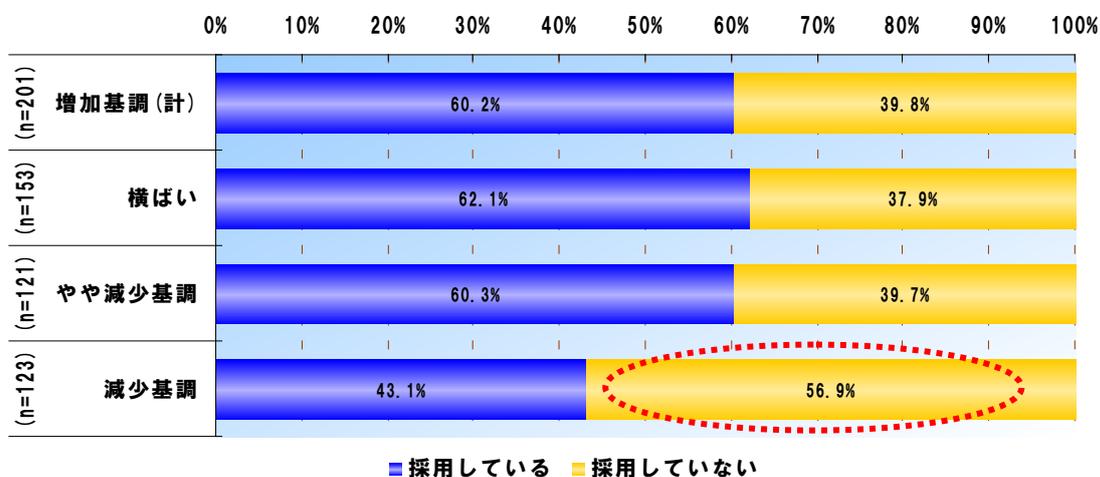
技術部門における29歳以下比率別にみると、若手が多い企業ほど、新卒採用に積極的であり、今後、若年化が進む企業と高齢化が進む企業の二極化が進む可能性が高い。

また、業績が「減少基調」と回答している企業は新規学卒者を採用していない割合が高く、業績動向と新卒採用の有無は直結していることがうかがえる。

図表 5-8 年齢構成別にみた過去3年間の新規学卒者の採用状況（技術部門）



図表 5-9 業績動向と過去3年間の新規学卒者の採用状況（技術部門）



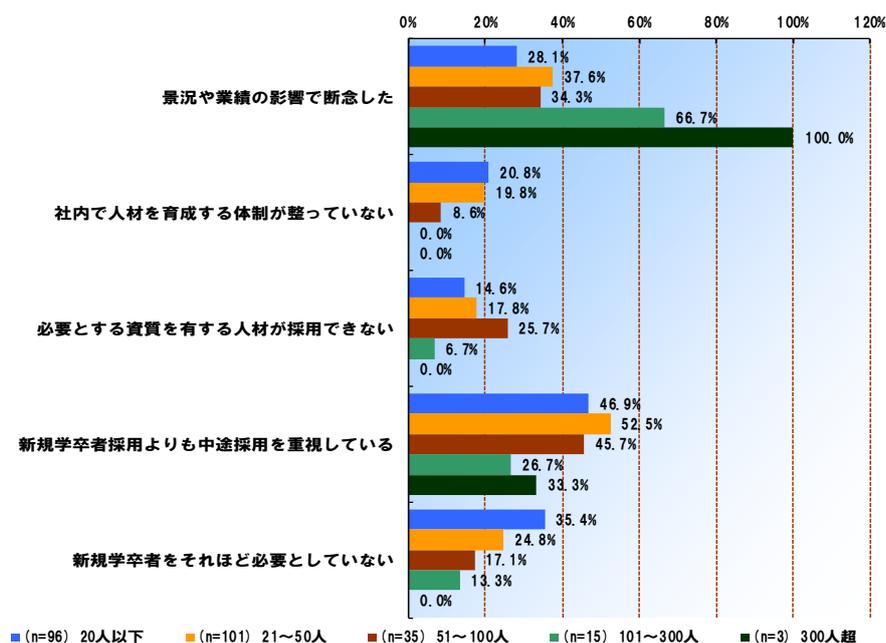
## ②新規学卒者を採用していない理由

新規学卒者を採用していない理由を従業員規模別にみると、大手企業は本来新卒を採りたいが景況や業績が思わしくなく断念しているのに対し、中小企業は新規学卒者の採用よりも中途採用の方を重視していることがわかる。特に、従業員規模が小さくなるほど「新規学卒者を必要としていない」と、そもそも若手人材を必要としていない企業の割合が高くなっている。また、50人以下の企業では「社内で人材を育成する体制が整っていない」という企業が2割程度存在する。中小企業の多くは人材育成体制が整っていなかったり、

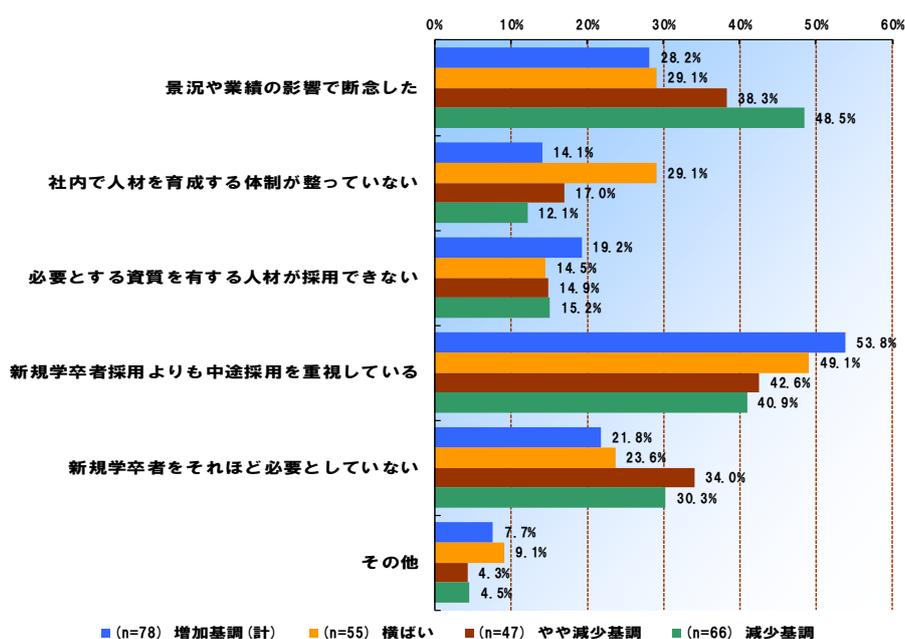
新人を育てる余裕がないため、手のかかる新卒よりも即戦力となる中途採用を重視していると考えられる。

一方、業績別にみると、業績が「やや減少基調」「減少基調」と思わしくない企業は、景況や業績を理由にあげるケースが多い。前述のとおり、業績動向と新卒採用有無は直結しており、業績の芳しくない企業では新卒を必要としていないのではなく、採りたくても採れない状況と推測される。

図表 5-10 従業員規模別にみた新規学卒者を採用していない理由



図表 5-11 業績別にみた新規学卒者を採用していない理由

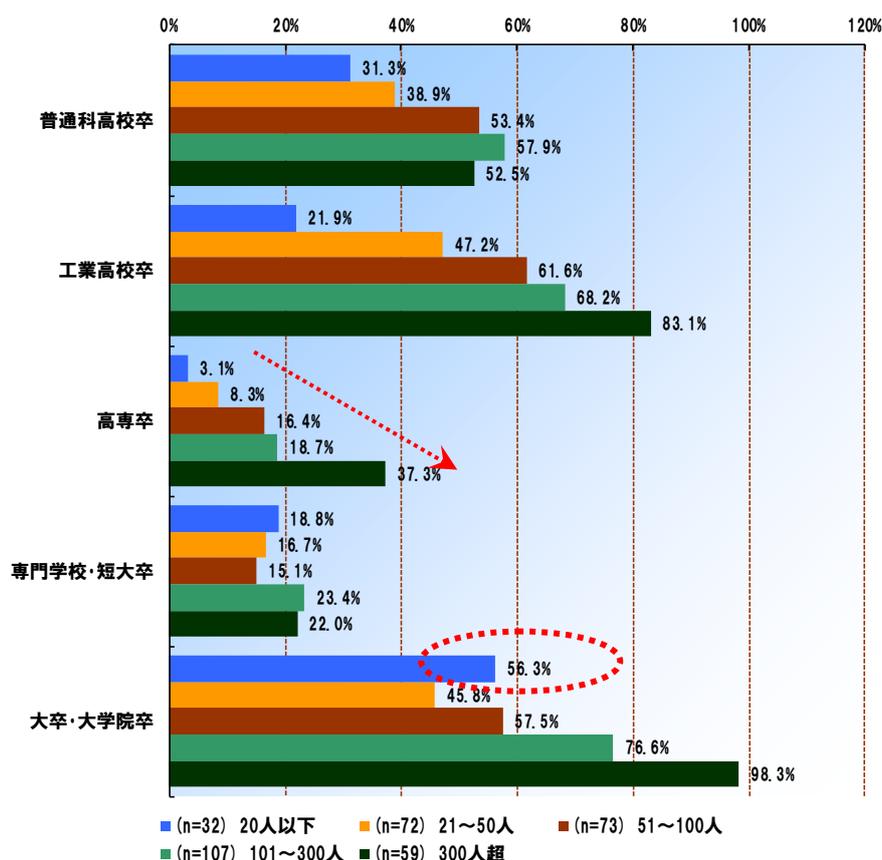


### ③採用した新規学卒者の学歴

過去3年間に採用したことがある新規学卒者は、「大卒・大学院卒(67.7%)」、「工業高校卒(61.4%)」が多く、絶対人数が少ない「高専卒」は17.4%にとどまっているが、従業員規模別にみると、300人以上では「高専卒」が37.3%と4割弱に達している。「高専卒」は従業員規模が小さくなるほど採用率は減少しており、「高専卒」が必要とされていないというよりは、大手企業に取られてしまい、中小企業ではなかなか採用できないためと考えられる。

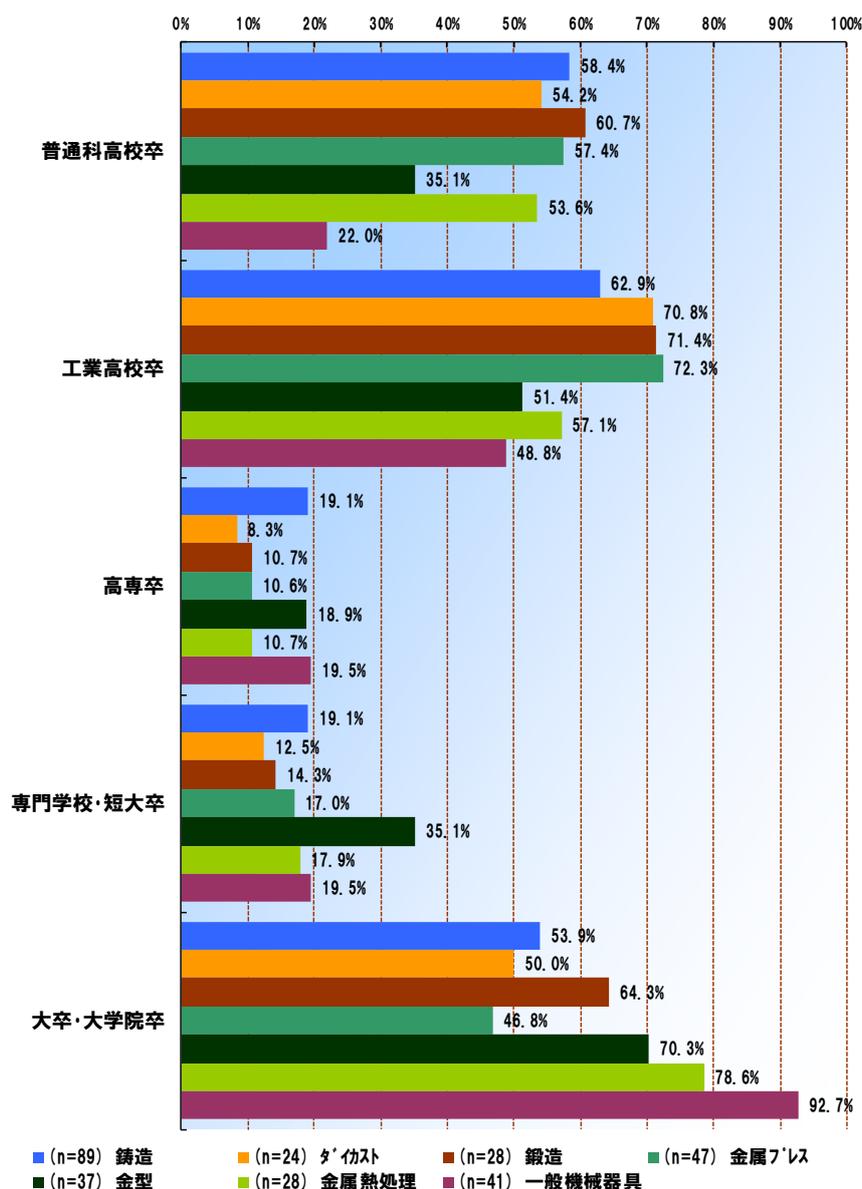
一方、大卒・院卒人材については、従業員規模が大きくなるほど採用している割合が高くなるものの、20人以下の小規模企業では6割弱の企業が大卒・院卒を採用していることがわかり、普通高校卒や工業高校卒を大きく上回っている。つまり、従業員20名の小規模企業で新規学卒者を採用している企業は、高卒よりはるかに大卒をターゲットにする少数精鋭の開発型企业ではないかと推察される。

図表 5-12 従業員規模別にみた採用した新規学卒者



主要業種別にみると、「金型」「金属熱処理」は高卒（普通高校や工業高校）よりは大卒志向、「鋳造」「ダイカスト」は大卒より高卒志向にある。（サンプル数が少ないので断定できないが、後述する主要業種別にみた量的評価の充足率をみると、「鋳造」「ダイカスト」は75%程度が大卒・院卒に対して「量的に充足している」と回答しているため、大卒を採用したくても採用できなかった、という解釈は取りにくい。）

図表 5-13 主要業種別にみた採用した新規学卒者

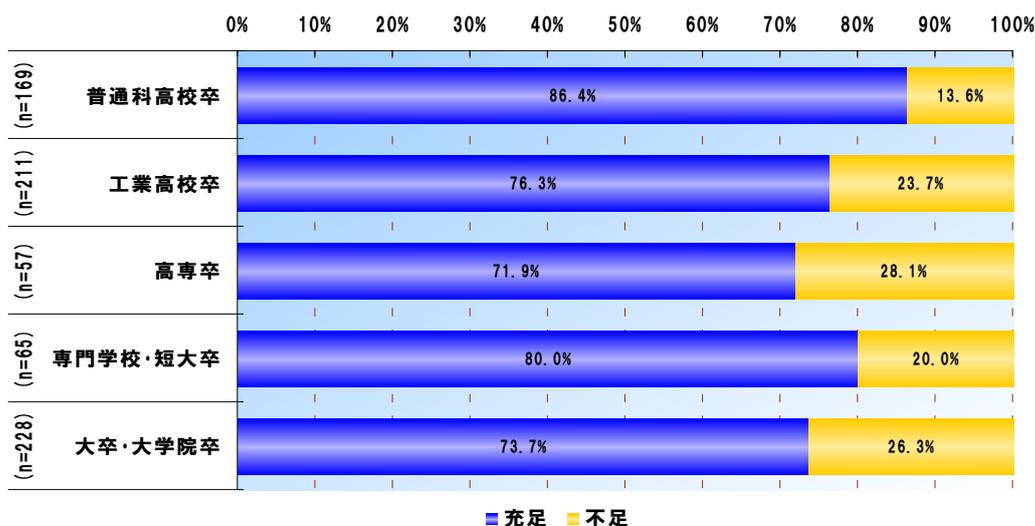


### (3) 新規学卒者に対する評価

#### ① 量的評価

新規学卒者が希望どおりに採用できているかどうかを、採用対象者別にみると、「高専卒」と「大卒・院卒」で「不足」との回答率がやや高い。「高専生」を採用できている企業も、まだ3割弱の企業が不足感を持っていることがわかる。

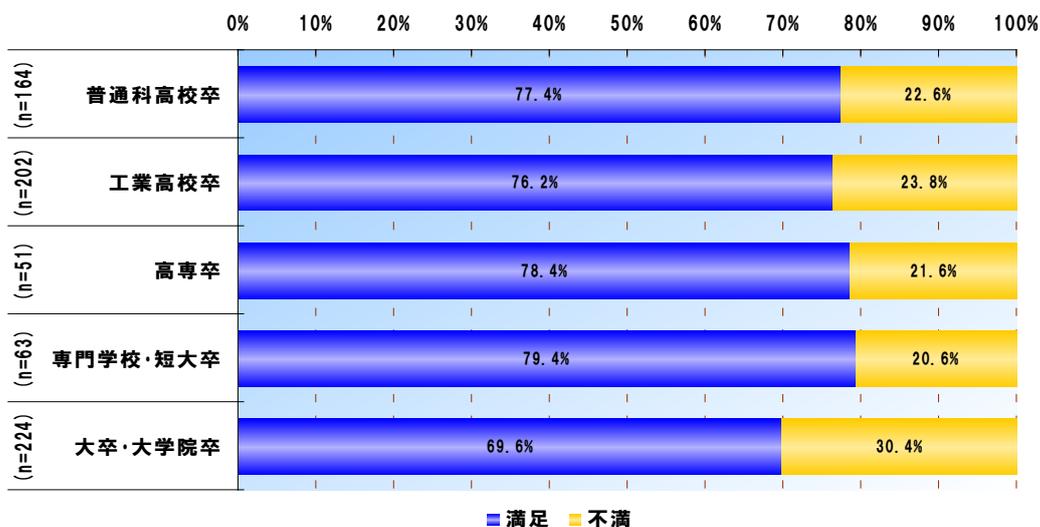
図表 5-14 希望通りの新規学卒者が採用できたかどうか（量的評価）



#### ② 質的評価

求めていたような資質の新規学卒者を採用できたかどうかという質的評価については、「大卒・院卒」で「不満」とする割合がやや高くなっている。大卒・院卒を採用したうち、約3割の企業で人材の質が期待値を下回っていたことになる。

図表 5-15 希望通りの新規学卒者が採用できたかどうか（質的評価）



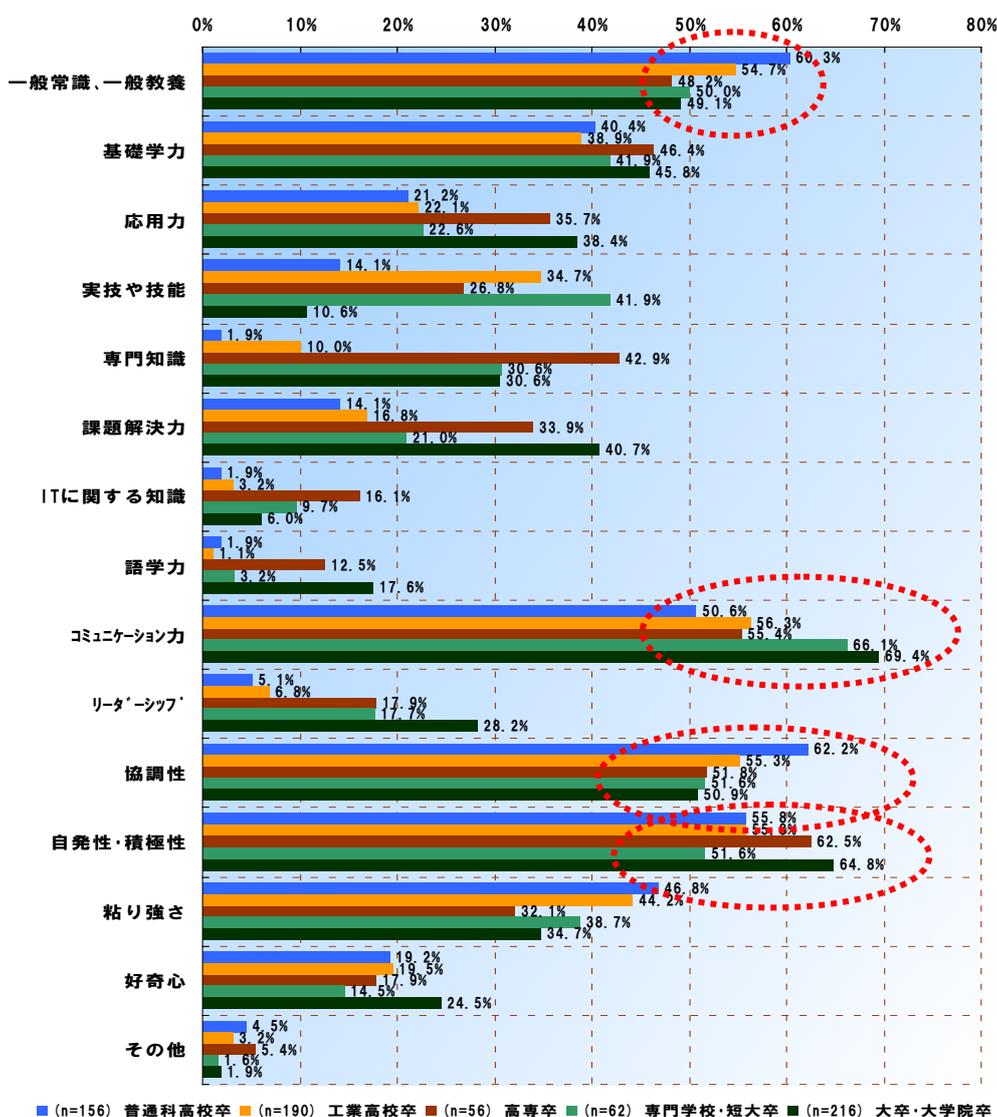
#### (4) 新規学卒者に求める資質や能力

過去3年間に採用したことがある新規学卒者に求める資質や能力については、コミュニケーション力、自発性・積極性、協調性などが高くなっているが、学歴による差異が顕著となっている。

- ✓ 普通科高校卒には「一般常識、一般教養」や「協調性」が必要。
- ✓ 高専卒や大卒・大学院卒に対しては、「基礎学力」や「課題解決力」、「応用力」へのニーズ大。加えて、高専卒に対しては「専門知識」が求められている。
- ✓ 一方、専門学校・短大、工業高校卒には「実技や技能」といった実践性に期待。

その他、高学歴化に伴い、「コミュニケーション力」や「自発性・積極性」、「リーダーシップ」が求められる傾向。逆に、普通科高校卒や工業高校卒といった若い学歴層には「粘り強さ」が求められている。

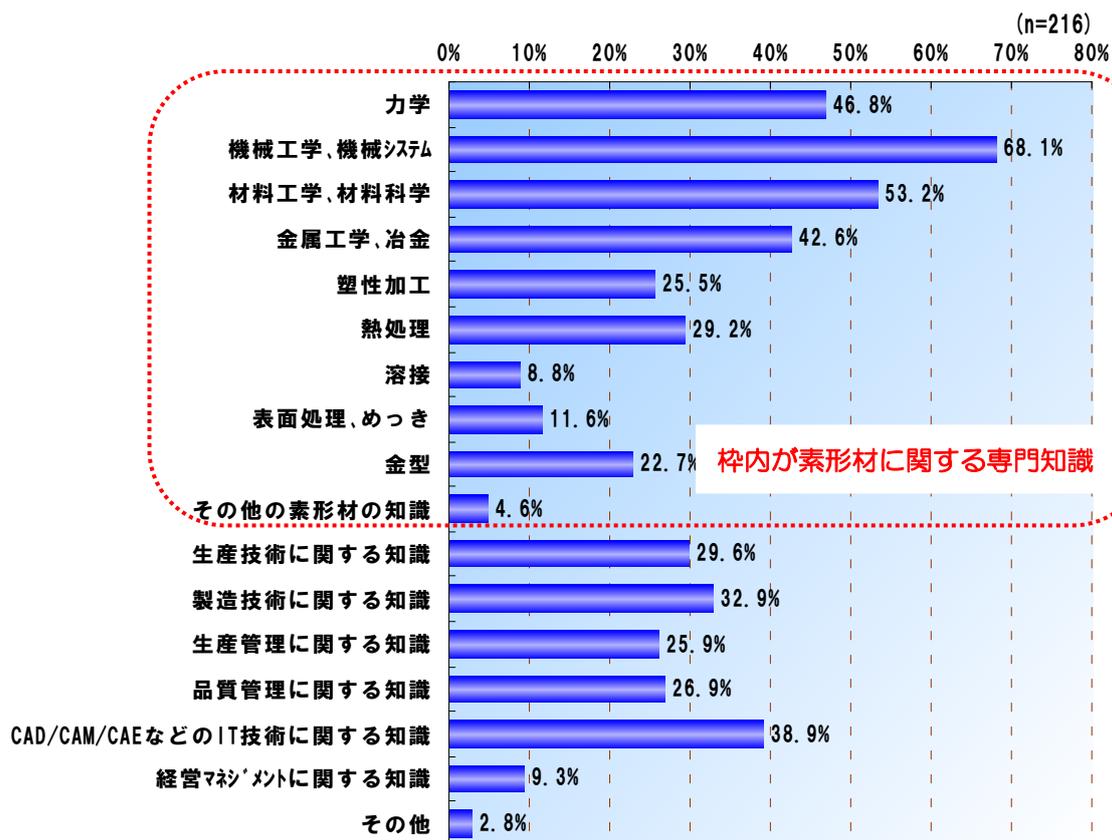
図表 5-16 新規学卒者に求める資質や能力



### (5) 大学・大学院卒に求める専門知識

大学・大学院卒には、素形材に関する専門知識（機械工学・機械システム、材料工学・材料科学、力学、金属工学・冶金）の習得を求めている。つまり、素形材業界としては、大学において素形材に必要な基礎学力の強化を期待している。

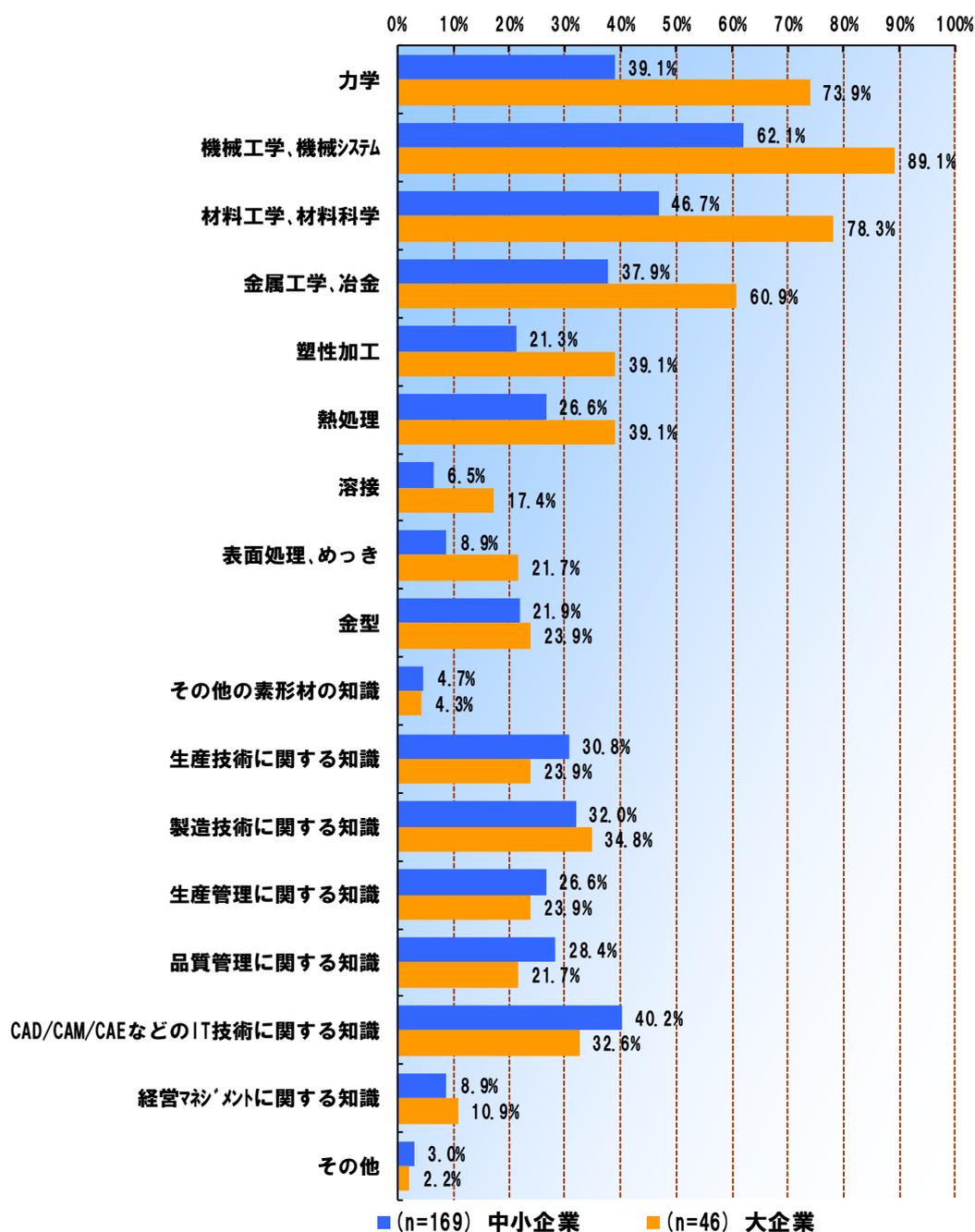
図表 5-17 大学・大学院卒に求める専門知識



企業規模別にみると、素形材に関する専門知識（機械工学・機械システム、材料工学・材料科学、力学、金属工学・冶金）をより求めているのは大企業である。

中小企業も素形材に関する専門知識を重視しているが、協力企業という位置づけから、大企業よりも生産技術、製造技術、生産管理、品質管理に関する知識や、CAD/CAM/CAEなどのIT技術に関する基礎をより重視する傾向が認められる。

図表 5-18 従業員規模別にみた大学・大学院卒に求める専門知識

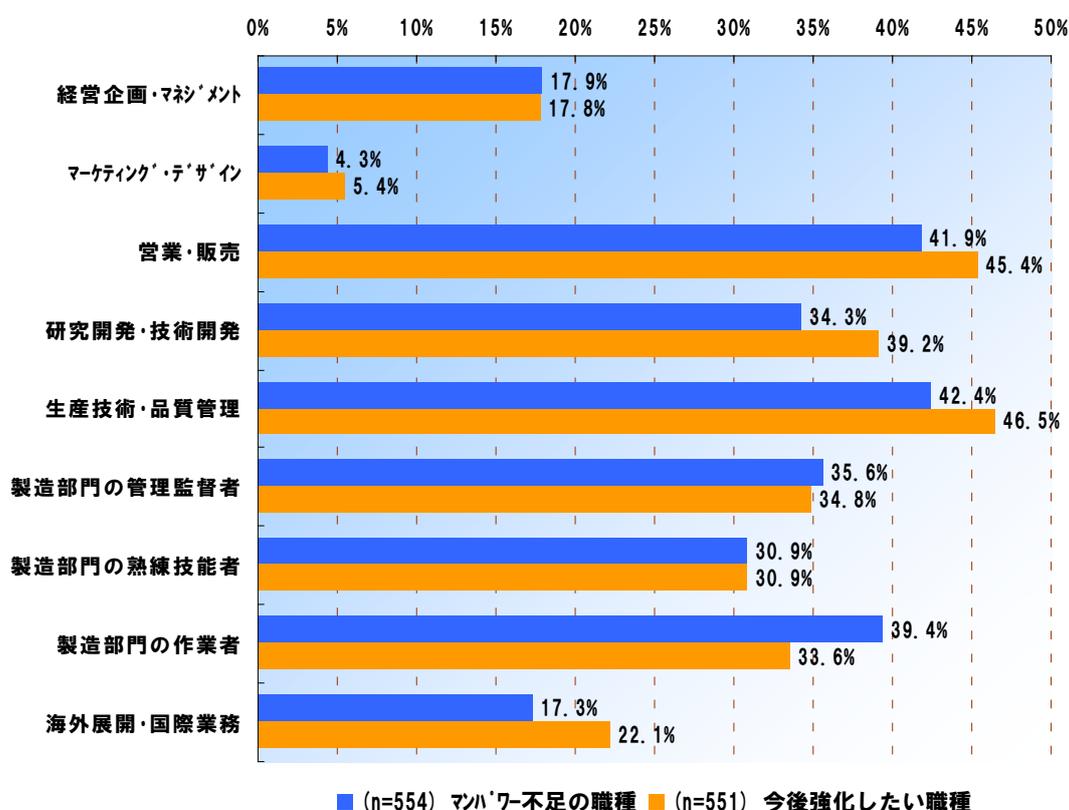


## (6) 人材の需給バランス

### ① マンパワー不足の職種と今後強化したい職種

マンパワー不足を感じている職種は、「生産技術・品質管理(42.4%)」「営業・販売(41.9%)」「製造部門の作業員(39.4%)」で4割程度、今後強化したい職種としては「生産技術・品質管理(46.5%)」「営業・販売(45.4%)」「研究開発・技術開発(39.2%)」の順となっている。素形材企業は、「研究開発・技術開発」よりも「生産技術・品質管理」「営業・販売」の職種をより重視しているといえる。

図表 5-19 マンパワー不足の職種 / 今後強化したい職種

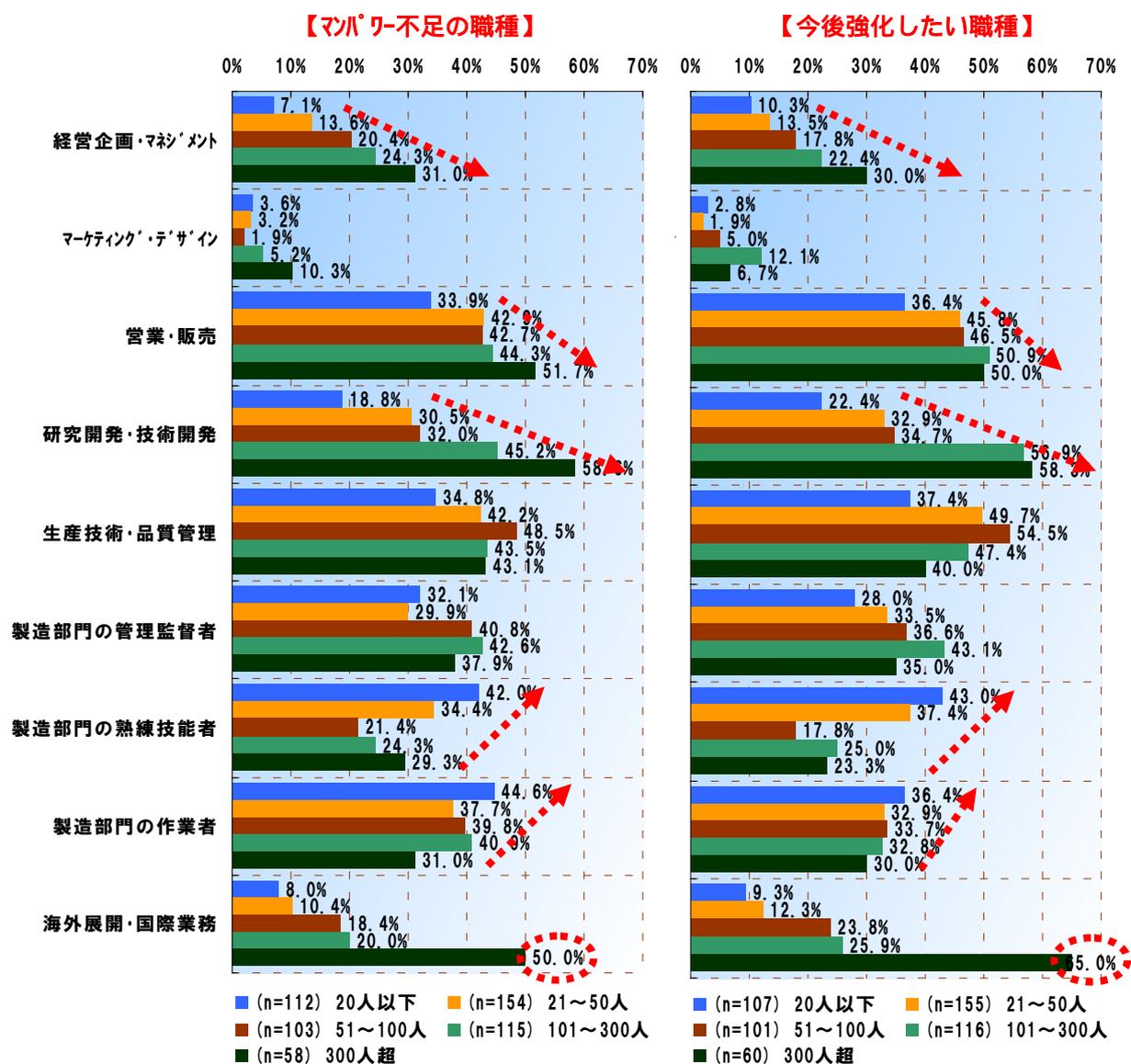


従業員規模別にみると、規模が大きい企業ほど、「営業・販売」「研究開発・技術開発」「経営企画・マネジメント」「海外展開・国際業務」といった職種に対する人材不足感が強く、今後の強化ニーズも高い。

「研究開発・技術開発」を今後強化したいとする割合は、従業員100名を境に温度差が大きく、大企業は強化する傾向が顕著に表れているが、100名以下の企業では「生産管理・品質管理」をより重視している。

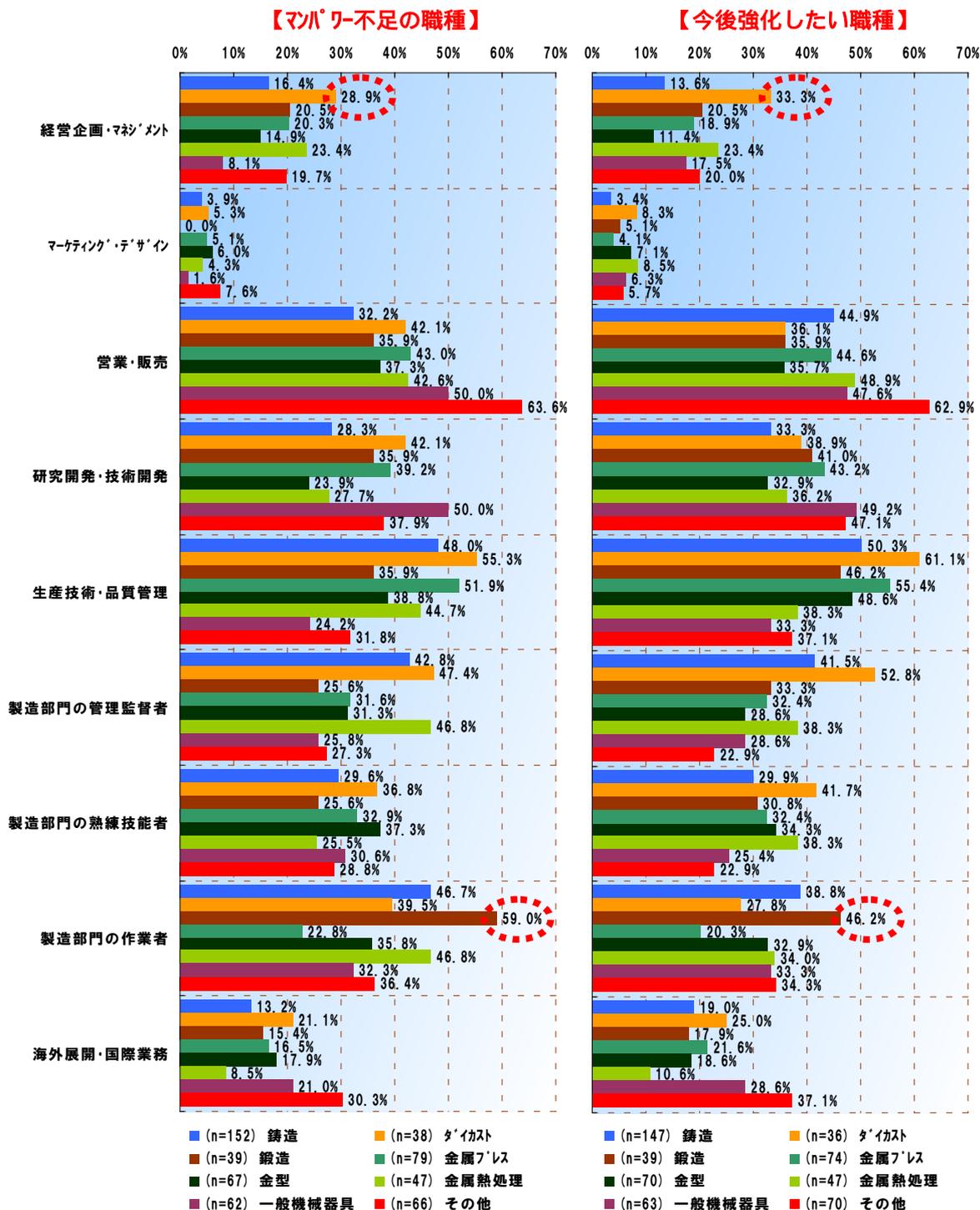
また、従業員規模が小さい企業では、製造部門の熟練技能者や作業者の人材不足感及び今後の強化ニーズが高く、製造現場での人材強化が課題となっている。

図表 5-20 従業員規模別にみたマンパワー不足の職種 / 今後強化したい職種



主要業種別にみると、ダイカストでは経営企画・マネジメント部門、鍛造では製造部門の作業者の人材不足感が他の業種に比べて強く、今後の強化ニーズも高い。また、その他業種では、営業・販売部門の強化が求められている。

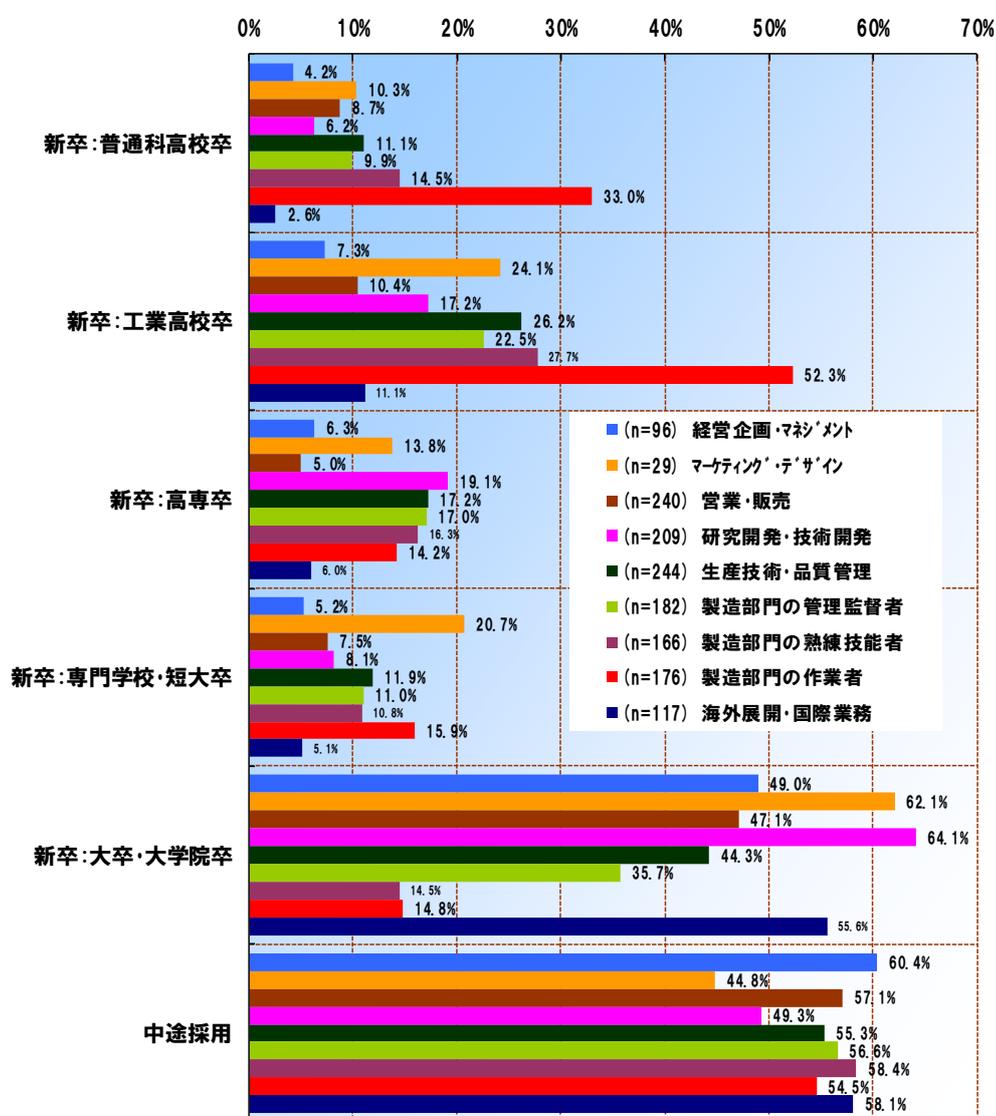
図表 5-2 1 主要業種別にみたマンパワー不足の職種/今後強化したい職種



## ②マンパワー不足の職種と今後強化したい職種の人材獲得手段

マンパワー不足の職種と、今後強化したい職種のそれぞれについて、今後どこから人材を確保したかを尋ねたところ、両者ともほぼ同様の傾向が認められた。そこで、今後強化したい職種で傾向をみてみると、その職種においても「中途採用」による確保へのニーズが高いものの、「研究開発・技術開発」「マーケティング・デザイン」では「大卒・大学院卒」が「中途採用」を大きく上回っている。今後、大卒・院卒からエンジニア人材を獲得したいと考えている企業が6割以上に達していることがわかる。

5-22 今後強化したい職種の人材確保手段



## (7) 人材育成にかかる取組み

### ①最も重視している人材育成への取組み

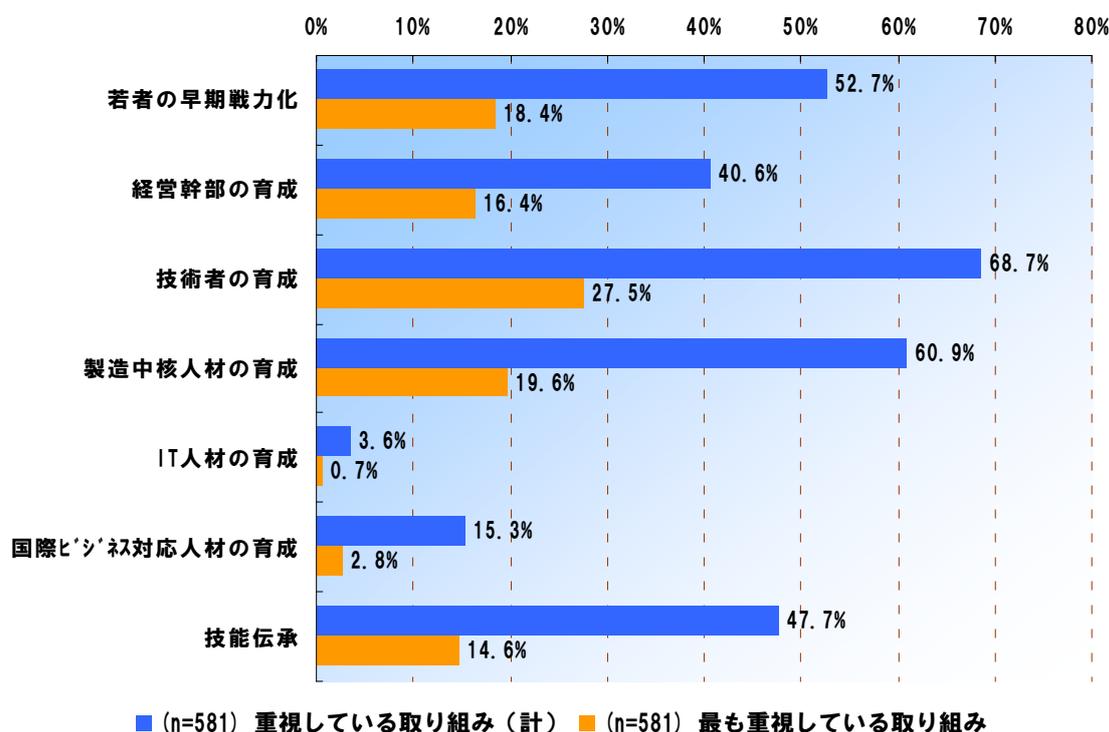
重視している人材育成の取組みについて上位3つまで挙げてもらったところ、「技術者の育成(68.7%)」が最も重視されており、次いで「製造中核人材の育成(60.9%)」「若者の早期戦力化(52.7%)」「技能伝承(47.7%)」の順となった。

最も重視している取組み(第1位)について従業員規模別にみると、従業員50人以下の中小企業は「技術者の育成」を筆頭にあげている割合が最も多い。101~300人クラスでは「経営幹部の育成」を重視していることがわかる。

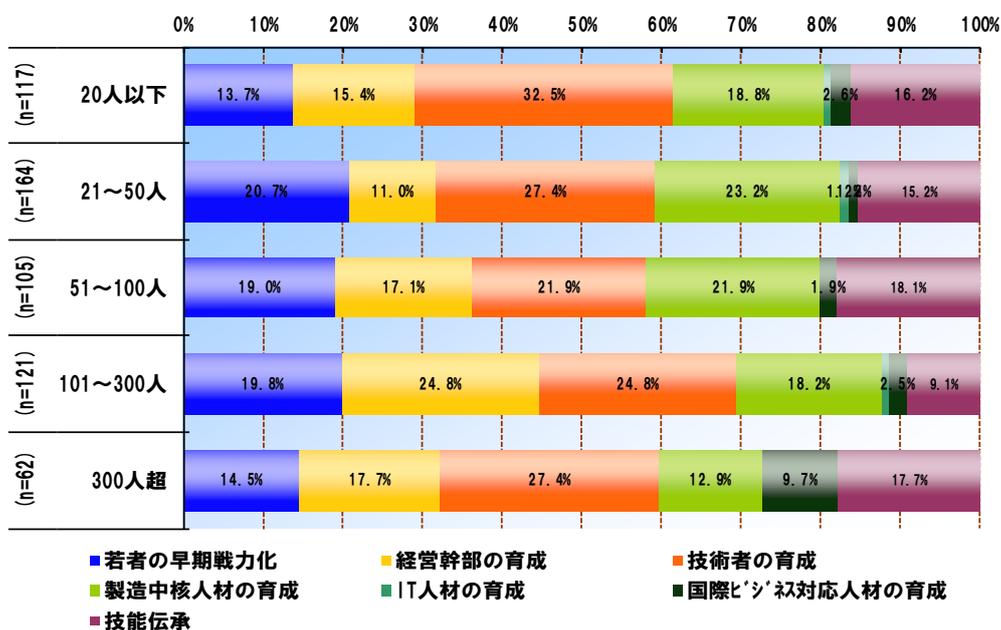
最も重視している取組み(第1位)について主要業種別にみると、金属プレスでは「技術者の育成」が35.8%と、とりわけ高くなっている。また、金属熱処理を除く全ての業種で「技術者の育成」が最も重視されている。唯一、金属熱処理では、「若者の早期戦力化」が28.0%と「技術者の育成(20.0%)」を上回っている。

基本的に、企業規模や業種を問わず、素形材企業では今後「技術者の育成」を最も重視していることがわかる。

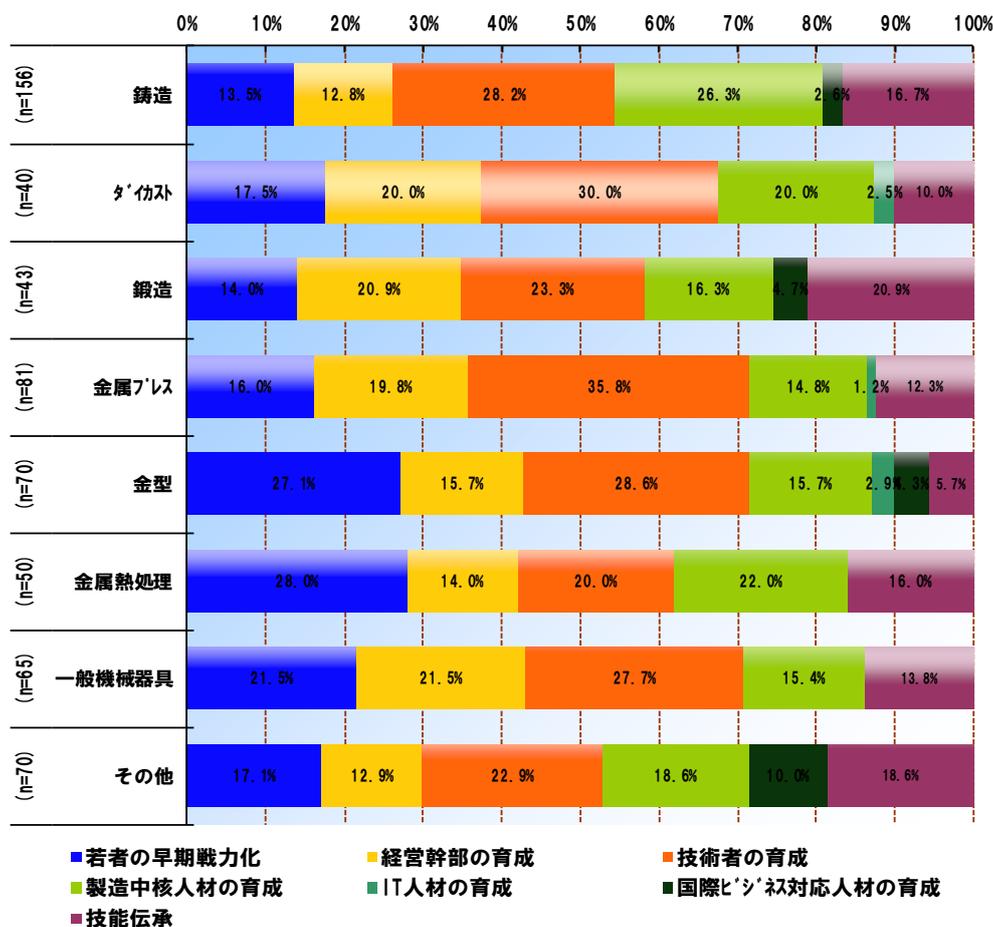
図表 5-23 最も重視している人材育成への取組み



図表 5-24 従業員規模別にみた最も重視している人材育成への取組み



図表 5-25 業種別にみた最も重視している人材育成への取組み

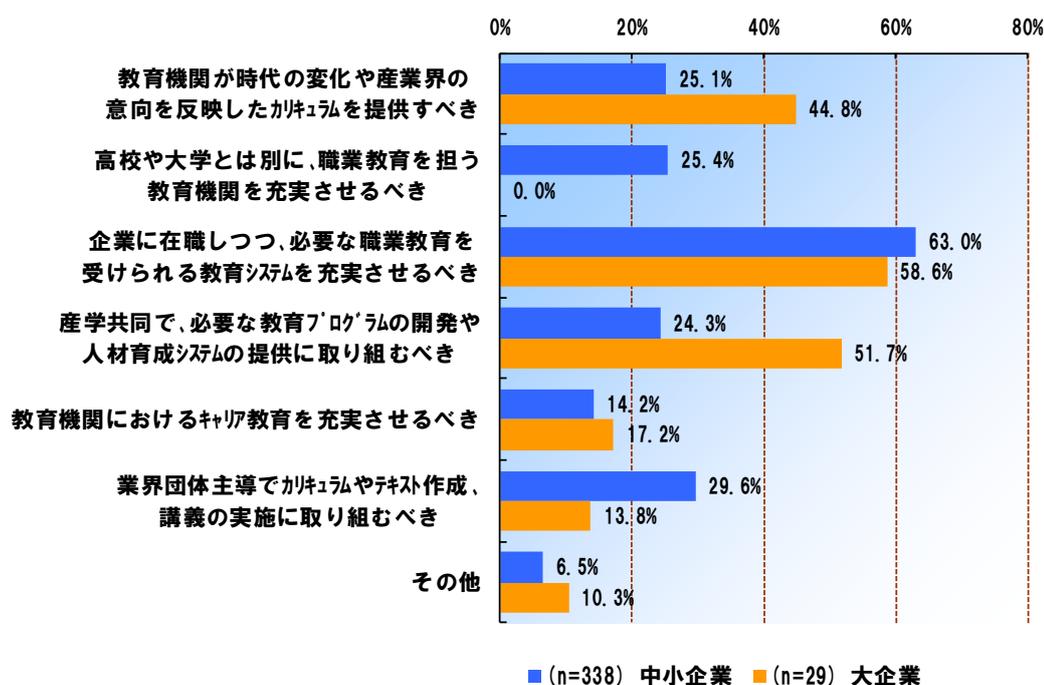


## ②技術者の育成方法

技術者を育成する方法としては、「企業に在籍しつつ、必要な職業教育を受けられる教育システムを充実させるべき」が圧倒的に支持されている。

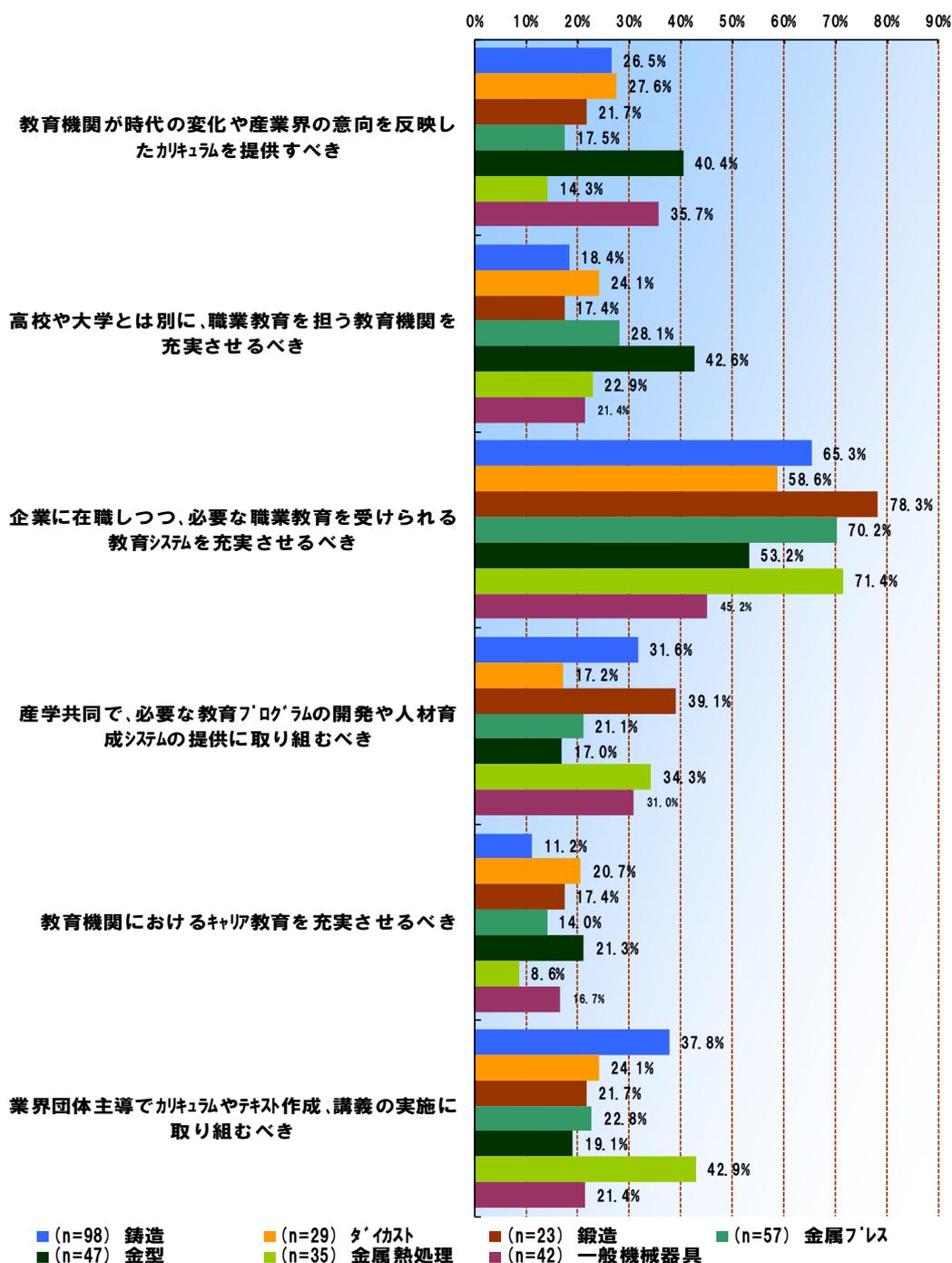
しかし、企業規模別にみた違いは大きく、大企業は「教育機関が時代の変化や産業界の意向を反映したカリキュラムを提供すべき」「産学共同で、必要な教育プログラムの開発や人材育成システムの提供に取り組むべき」と、教育機関が時代変化や業界ニーズを踏まえた技術者育成に向けた体制構築をすることを望んでいるのに対し、中小企業は「高校や大学とは別に、職業教育を担う教育機関を充実させるべき」「業界団体主導でカリキュラムやテキスト作成、講義の実施に取り組むべき」と、職業教育の充実や業界主導の人材育成を重視していることがわかる。素形材中小企業は産業界と接点を持った形での実務に即した技術者教育を重視していると考えられる。

図表 5-26 規模別にみた技術者の育成に必要なこと



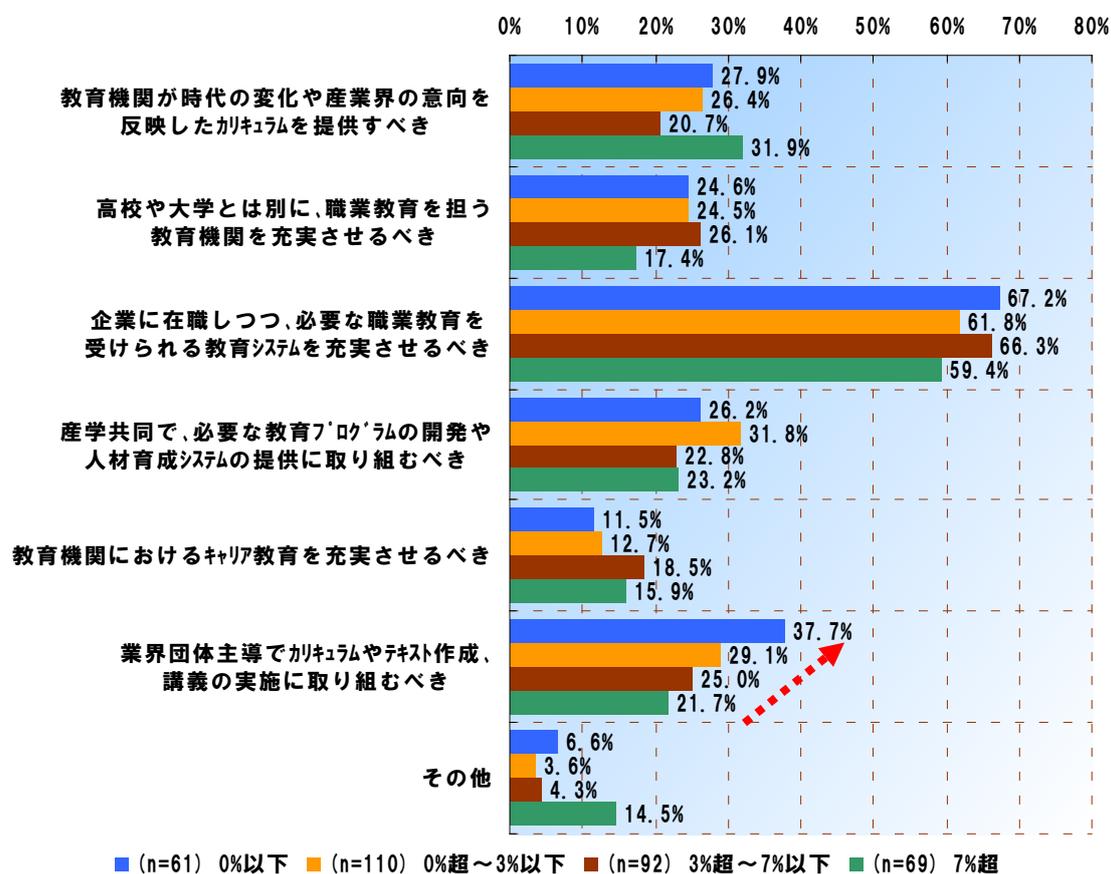
主要業種別にみると、どの業種も「企業に在籍しつつ、必要な職業教育を受けられる教育システムを充実させるべき」を最も重視しつつも、「金型」は他業種に比べて技術者の育成に「教育機関」の果たす役割を重視している。「鋳造」や「金属熱処理」は「業界主導」を他業種よりも重視している。

図表 5-27 主要業種別にみた最も重視している人材育成への取組み



このほか、営業利益率別にみると、黒字化していない企業ほど、業界団体によるイニシアティブに対する期待が高まる傾向がうかがえる。

図表 5-28 営業利益別



## (8) 高専生の採用実態・期待役割

ここではアンケート調査で「高専生を採用している」、あるいは今後の採用意向として高専生を重視している企業に電話ヒアリングを実施し、高専生の採用の現状、採用後のキャリアパスのイメージ、高専生に期待する能力や役割などについて補足調査を行った。

どの企業も高専生は即戦力となり実務能力に優れていると高く評価しているものの、高専生の進学率が高まり、大手企業に取られてしまうため、思うように採用できないという声が多い。また、高専生や大学生への要望として、改めて「基礎の強化」「コミュニケーション能力の強化」を求める声もある。

以下、素形材企業から指摘されたポイントをまとめている。

### 大手鋳鋼品メーカー

- ・高専生はネットワークのある高専に募集をかけ、不定期に採用している。
- ・当社の場合、高専は大卒と同じ扱いとなり、事務職採用（技術者）となる。社内に入ってから本人の能力次第で、最初から大卒と明確にキャリアパスが別れているようなことはない。一方、工業高校卒になると、原則として現場配属となる。
- ・入社してからの教育が重要だと考えているので、学生は個人としての素養がしっかりしていれば問題ない。基礎ができていないと応用がきかず、手広く仕事をこなすこともできない。会社としても、最適な業務を提供できなくなる。よって、高専生に限らず、学生には基礎をしっかり学んでほしい。

### 大手鋳造メーカー

- ・高専の採用には力を入れていきたいと考えており、高専とのネットワーク強化を図りたいと考えている。
- ・高専生は専門性が高く、ものづくりのところで実力を発揮できるので、社内では技術畑に特化して配属されている。ただし、大卒と高専に（配属先やキャリアパスで）大きな差はない。

### 中小鋳造メーカー（加工・組み立てまでの一貫生産）

- ・当社では大卒、高専卒、高卒と多様なところから採用しており、大学なら工学系、高校なら自動車課（こういう学科を持つ高校もある）などから採用し、生産技術や生産管理、品質保証などの部署へ配属させる。ただし、学歴によって配属先を明確に振り分けているようなことはなく、個々人を総合的に判断して配属先を決める。当社は学歴でキャリアパスが規定されるのではなく、本人が努力すれば報われる会社経営を行っている。
- ・大卒は幹部候補としての採用になるが、高専生も本人の能力次第で高いステップへ進むことは十分可能である。

- ・高専生に特に限った要望ではなく、大卒にも言えることは、最近の学生は「一般常識」に欠ける点。さらには「コミュニケーション能力」が不十分。特に後者は深刻かつ非常に重要な資質とみている。高専生であれば基礎学力や専門性への期待は当然あるが、それもコミュニケーション能力あってこそ発揮されるもの。
- ・いくら高専で専門技術を学んだとしても「人」としての能力が劣るようでは話にならない。コミュニケーション能力とは、「報・連・相」ができるか、他の人と連携できるか、ということ。職業バカになってもらいたくない。モノをつくるのも、動かすのも全て人であり、技術や知識はもちろん必要となるが、それ以前の「人間性」の問題の方が大きい。ここがしっかり教育してもらわないと、どのような職業でもちゃんとやっていくことはむずかしい。
- ・個人事業主や職人の世界で生きていくのなら別であるが、モノづくりはチームによる連携プレー。だからこそ、コミュニケーション能力が重要となる。

#### 中堅鍛造メーカー

- ・高専生は大手に準じた形で採用している。特にその後のキャリアパスには差をつけていないが、高専生は即戦力となり、現場に配属してすぐに実務にも馴染む。もう少し理論的なところになると、大卒（院卒）になるかもしれない。
- ・大卒は「理系」という枠で採用するが、当社の事業にぴたりとはまる人を採用することは難しい。それに比べると高専生の方が素形材産業への馴染みもあり、確実性がある。
- ・高専生は進学率が高く、5年で就職する人が減っている。もっと産業界（就職）に目を向けてもらいたい。
- ・鍛造という仕事はあまり知られていないし、きつい3Kのイメージで捉えられていると思うが、入社して仕事を知ると鍛造の魅力が分かってもらえるケースも多い。自動車といった目に見える産業ばかりに目を向けるのではなく、自動車などの産業の基盤を支える部品（素形材）も重要な産業であることを、もっと若者にアピールして周知してもらいたい。我々業界としてもアピールが下手（十分ではない）であることは承知している。

#### 中小鋳造メーカー（プラントエンジニアリング含む）

- ・高専生はこれまで採用実績がなかったが、昨年、地元の高専に3次元CADの設計要員の募集をかけたところ、女子学生の推薦をもらい、採用した。
- ・当社はとにかく設計技師が不足していて、需要に応えられない状況が続いている。即戦力となる中途採用を希望しているが、技能検定等の1級、2級の資格を持つような方は簡単には採用できない。中途採用を重視しつつ、時間はかかるが、新卒を採用し、数年かけて育てていく。

#### 中小鉄工メーカー

- ・ 高専卒のほうが実地に即した勉強してきており、現場の即戦力として馴染みやすい。 一方、大卒は理論的バックボーンがあるためか、自分で問題点をみつけて取り組む自立的なところがある。
- ・ 今の高専の生徒は、卒業後、大学に編入するか、都会で就職したがる生徒が多く、地元就職希望者はクラスに数名とのこと。 学校経由で他社への就職先の枠があるケースも多いので、なかなか採用には至らない。

#### 中小粉末冶金メーカー

- ・ 毎年、四年生大学の工学部出身者、あるいは高専出身者を、少ないときで1~2名、多い時で4~5名を新卒で採用している。ただし、粉末冶金自体がニッチな分野なので、基本的には現場で叩き上げてプロフェッショナルに育てていくことになる。

#### 中小金属プレスメーカー

- ・ 高専卒の人材は優秀な方が多い印象。これまで大学の先生等に紹介してもらい、地元の有名な高専からエンジニアを採用してきた。しかし、近年は大学に進学をしてしまい、採用人数を増やすことは難しく、社内に数名しかいない。（関西の企業であるが）関東まで出向いて、関東の高専から採用しようと思ったが、あと一歩のところまで採用できなかった

#### 中小金型・成形メーカー

- ・ 毎年、新卒は数名採用しており、社員は新卒採用と中途採用が半々程度である。大学で当社事業の専門領域を学ぶことは全くと言っていいほどないので、基本的には全員、入社してからOJTでイロハを学んでいく。
- ・ これまでは高卒者が多かったが、近年は四大の工学部卒が多い。高専卒は大手に就職するため採用できない。

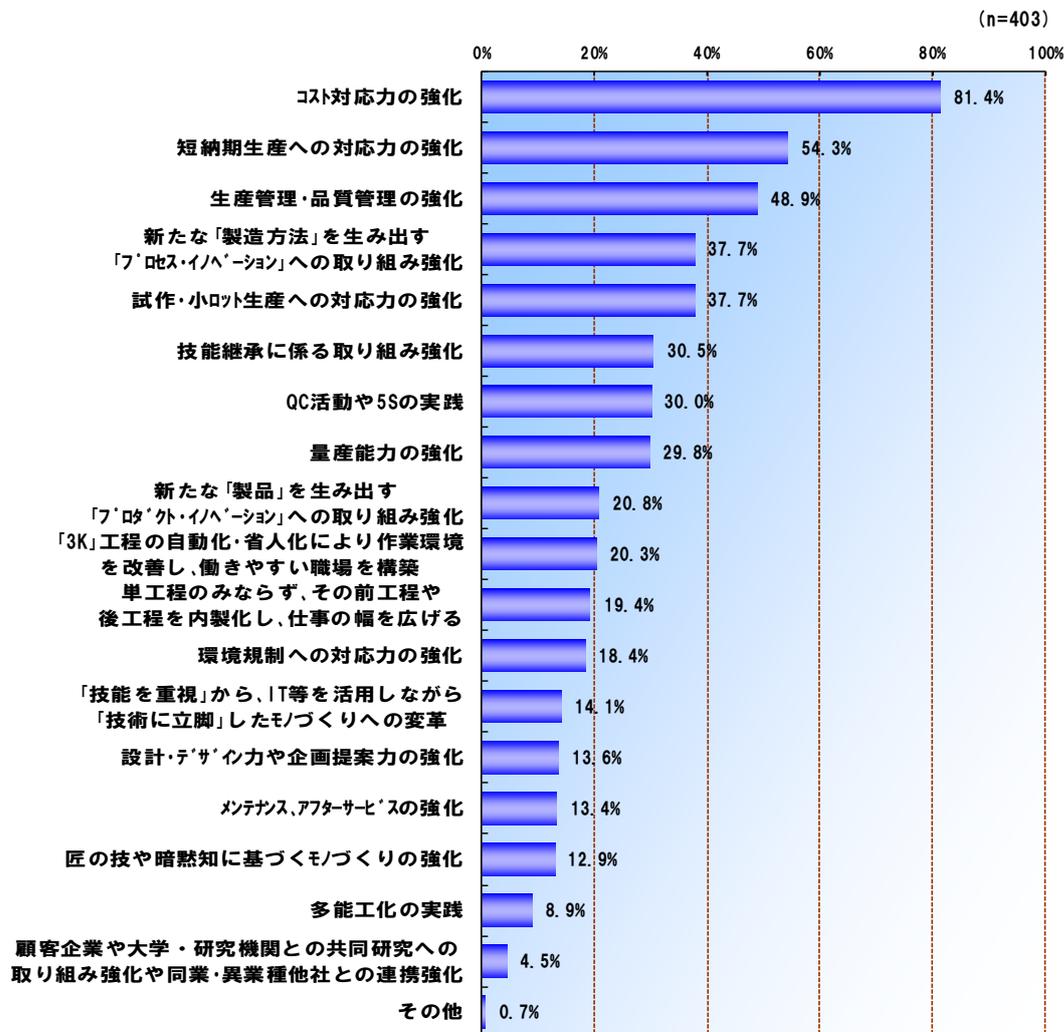
## 2. ユーザー企業が求める素形材を担う人材像

本調査では、素形材企業の取引先となるユーザー企業に対してもアンケート調査<sup>147</sup>を実施し、顧客企業の立場からみて、協力企業（調達先）に対するニーズについて調査を実施した。以下では、ユーザー企業が求める素形材企業のものづくりの方向性と、素形材企業に求める人材像について紹介する。

### （1）協力企業としての素形材企業のものづくりへのニーズ

協力先としての要望となるため、当然ながらコスト対応力や短納期、品質とった QCD に関するニーズが最も高くなっている。（後述する金融機関からみた素形材企業の在り方から求める方向性とは対照的な結果となっている。）

図表 5-29 協力企業である素形材企業のものづくりへのニーズ

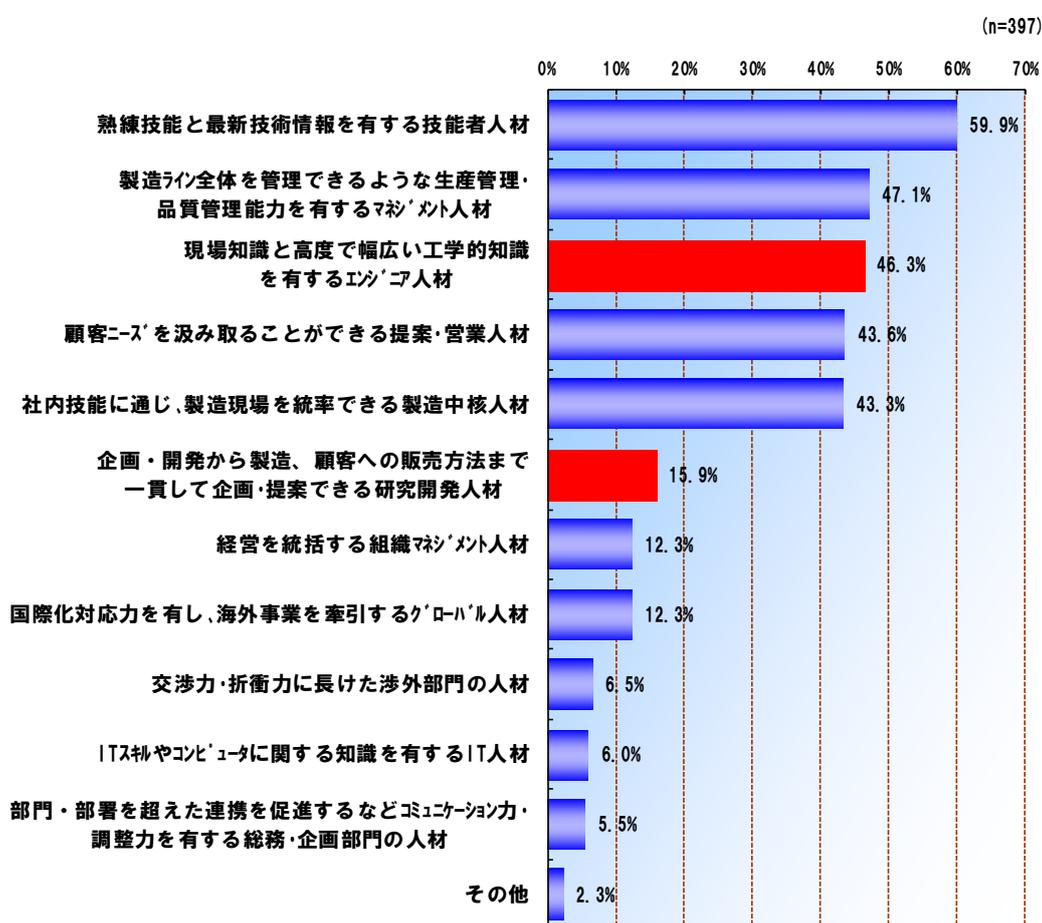


<sup>147</sup>自動車、自動車部品、産業機械、電機産業など、素形材からみた主なユーザーとなる業界団体に加盟している企業にアンケート調査を実施した。有効回答数は 258 件。

## (2) 協力企業としての素形材企業に求める人材像

協力企業(調達先)としての素形材企業に対して望む人材育成・強化の方向性としては、「熟練技能と最新技術情報を有する技能者人材(59.9%)」と回答した企業が最も多く、次いで「製造ライン全体を管理できるような生産管理・品質管理能力を有するマネジメント人材(47.1%)」、「現場知識と高度で幅広い工学的知識を有するエンジニア人材(46.3%)」となっている。(後述する金融機関調査でも上記で挙げられた人材は重視されているが、ユーザー企業からは15.9%の回答にとどまった「企画・開発から製造、顧客への販売方法まで一貫して企画・提案できる研究開発人材」を金融機関は重視するという結果が出ている。)

図表 5-30 協力企業としての素形材企業に求める人材像



### 3. 金融機関からみた素形材を担う人材像

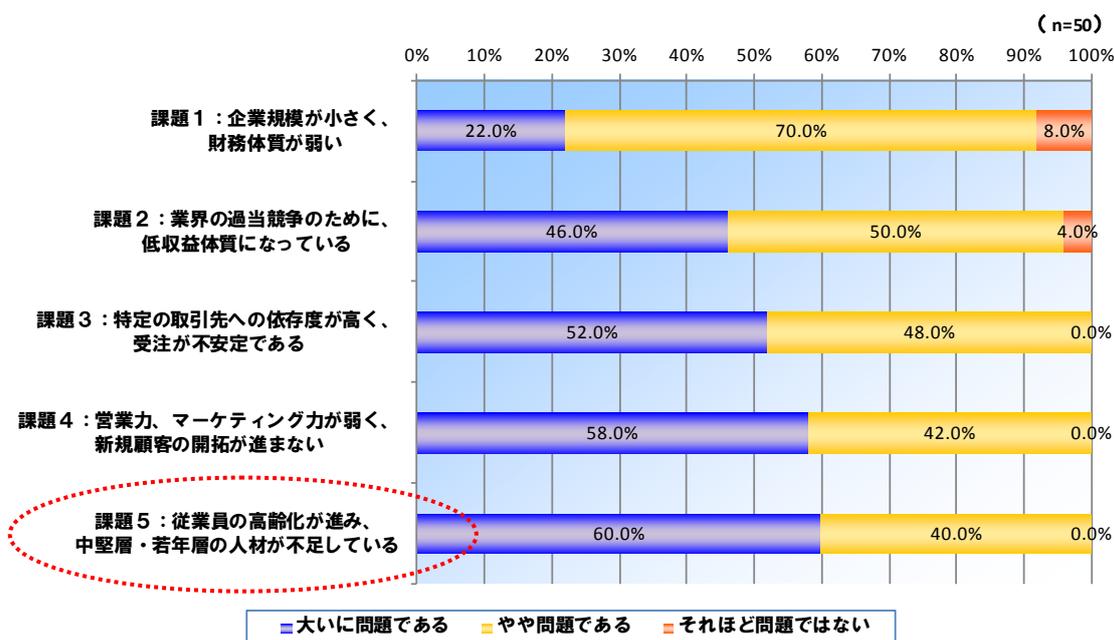
本調査では、素形材企業の集積地に立地する全国の金融機関(回収数 50 機関)に対して、1. 素形材企業の抱える課題・問題点、2. 金融機関が素形材企業に求めるもの、3. 素形材企業が必要とする人材について書面調査を実施した。その中から、ここでは若手人材、特にエンジニア人材の育成・確保につながる問題提起を取り上げている。

#### (1) 金融機関からみた素形材企業の課題/問題点

##### ①素形材企業の経営上の課題

取引を通じて素形材企業にとって課題・問題点であると感じている点について、5つの課題を提示し、それぞれの課題ごとに問題意識を確認したところ、もっとも多くあげられたのは「従業員の高齢化が進み、中堅層・若年層の人材が不足している」という点で、60.0%の金融機関が「大いに問題である」と回答している。若手人材が不足していることへの懸念が強い。

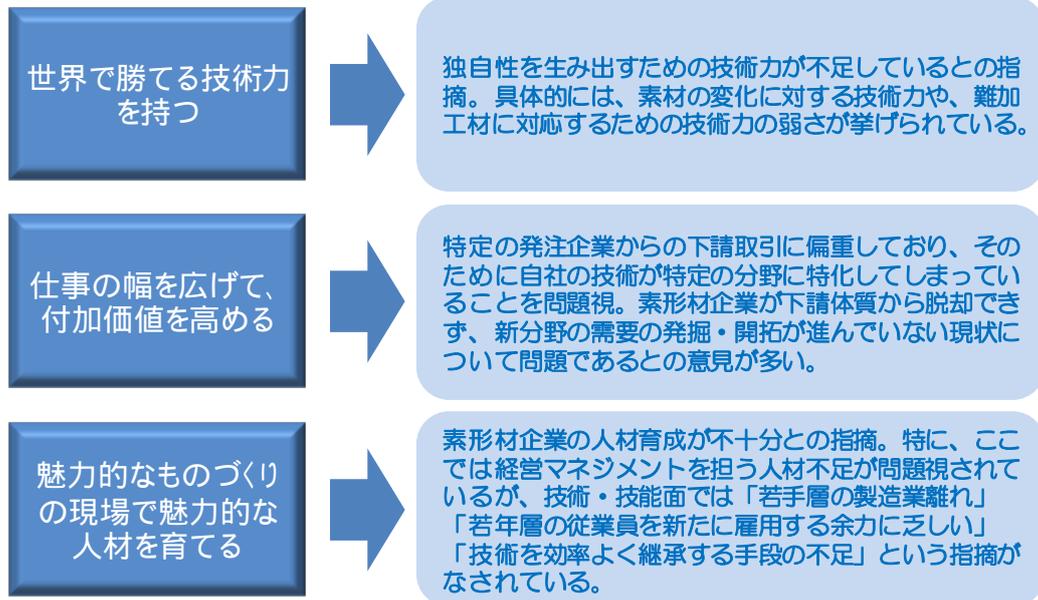
図表 5-3 1 素形材企業にとっての課題・問題点



##### ②新素形材産業ビジョンが示す方向性を実現するにあたっての課題

次に、「新素形材産業ビジョン」が目指す方向性(「世界で勝てる技術力を持つ」、「仕事の幅を広げて、付加価値を高める」、「魅力的なものづくりの現場で魅力的な人材を育てる」)に沿って、金融機関から見た素形材企業の課題・問題点(自由記述)を整理したのが次図である。人材面については、技術者や若手人材の確保の重要性が読み取れる。

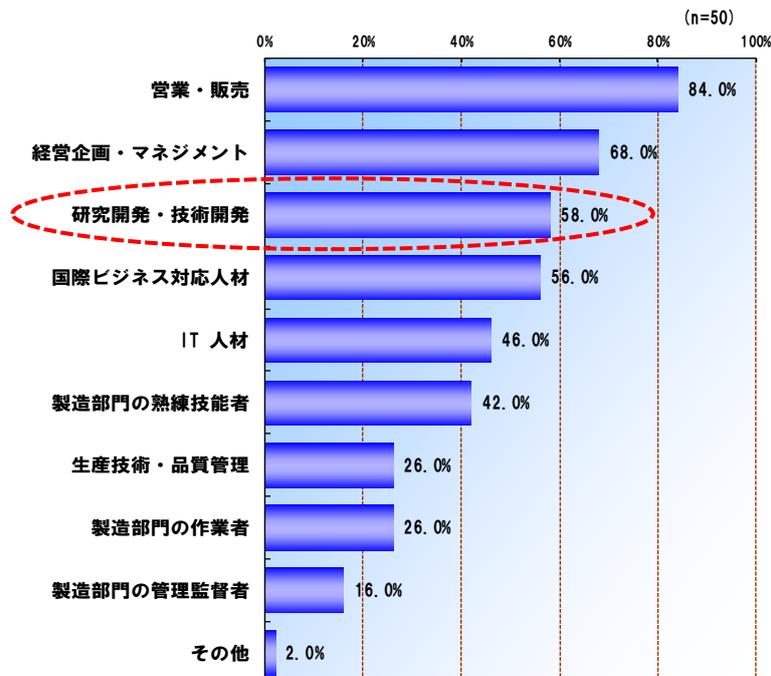
図表 5-3 2 新素形材産業ビジョンが示す方向性を実現する際の課題・問題点



### ③素形材企業に不足している人材

金融機関に対し、素形材企業において不足している人材について尋ねたところ、「営業・販売（84.0%）」の割合が最も高く、次いで、「経営企画・マネジメント（68.0%）」、「研究開発・技術開発（58.0%）」となっている。

図表 5-3 3 素形材企業において不足している人材

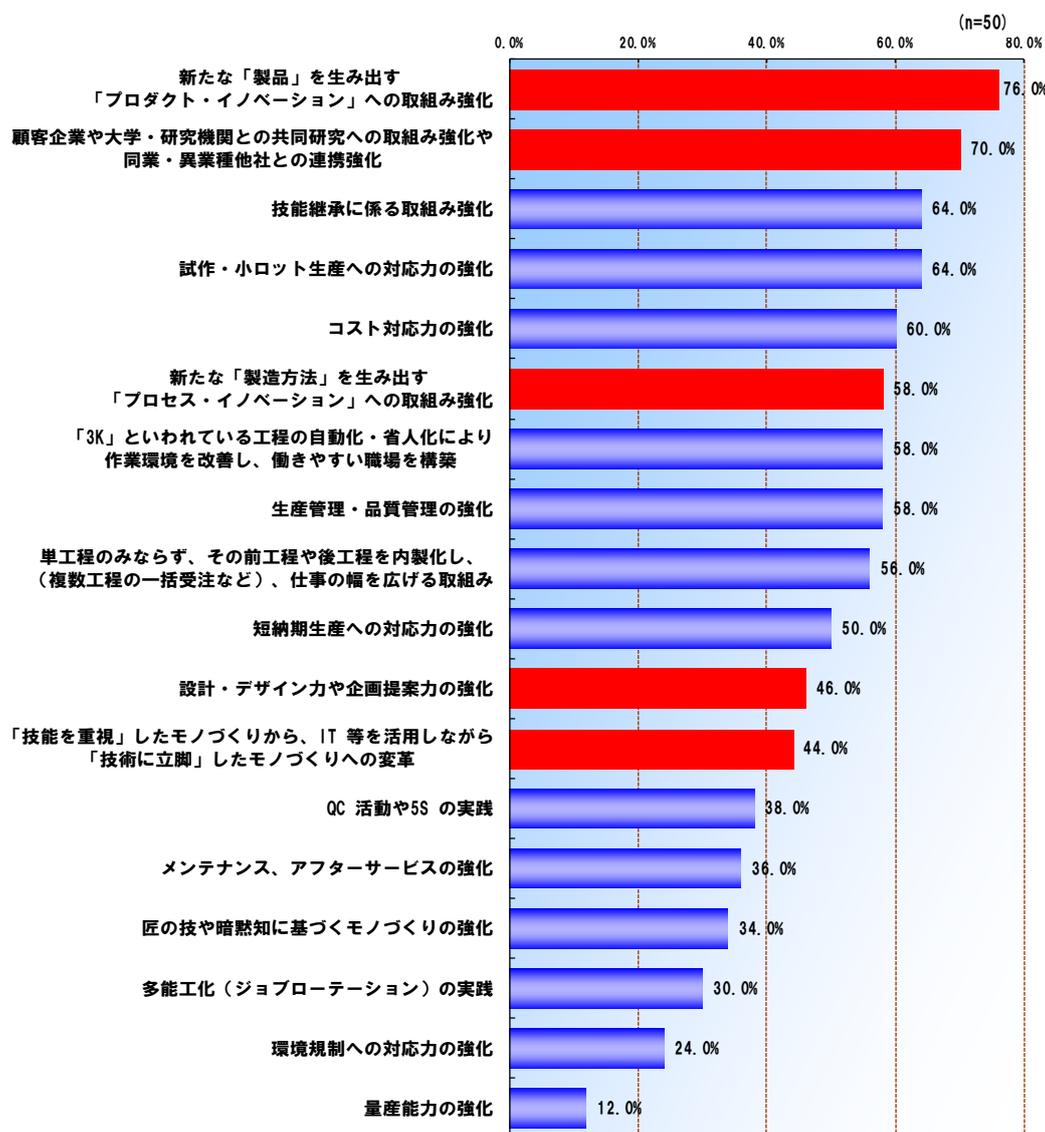


## (2) 金融機関が素形材企業に望む取組み

### ① 金融機関が有用と考える「ものづくり」への取組み

素形材企業が成長を遂げる上で有用な「ものづくり」への取組みとしては、「新たな「製品」を生み出す「プロダクト・イノベーション」への取組み強化(76.0%)」と回答した金融機関が最も多く、次いで、「顧客企業や大学・研究機関との共同研究への取組み強化や同業・異業種他社との連携強化(70.0%)」となっている。その他にも、技術者の存在が必要不可欠と考えられるのは「新たな「製造方法」を生み出す「プロセス・イノベーション」への取組み強化(58.0%)」、「設計・デザイン力や企画提案力の強化(46.0%)」、「技能を重視した」モノづくりから、IT等を活用しながら「技術に立脚」したモノづくりへの変革(44.0%)」などがある。ほぼ同様の質問を素形材のユーザー企業に実施しているが、ユーザー企業は調達先としての目線が強く出ているのに対し、金融機関からは素形材企業の自立化に向けて必要な目線が強く出ているという対照的な結果となっている。

図表 5-3 4 金融機関が有用と考える「ものづくり」への取組み



## ②素形材企業が取り組むべき施策

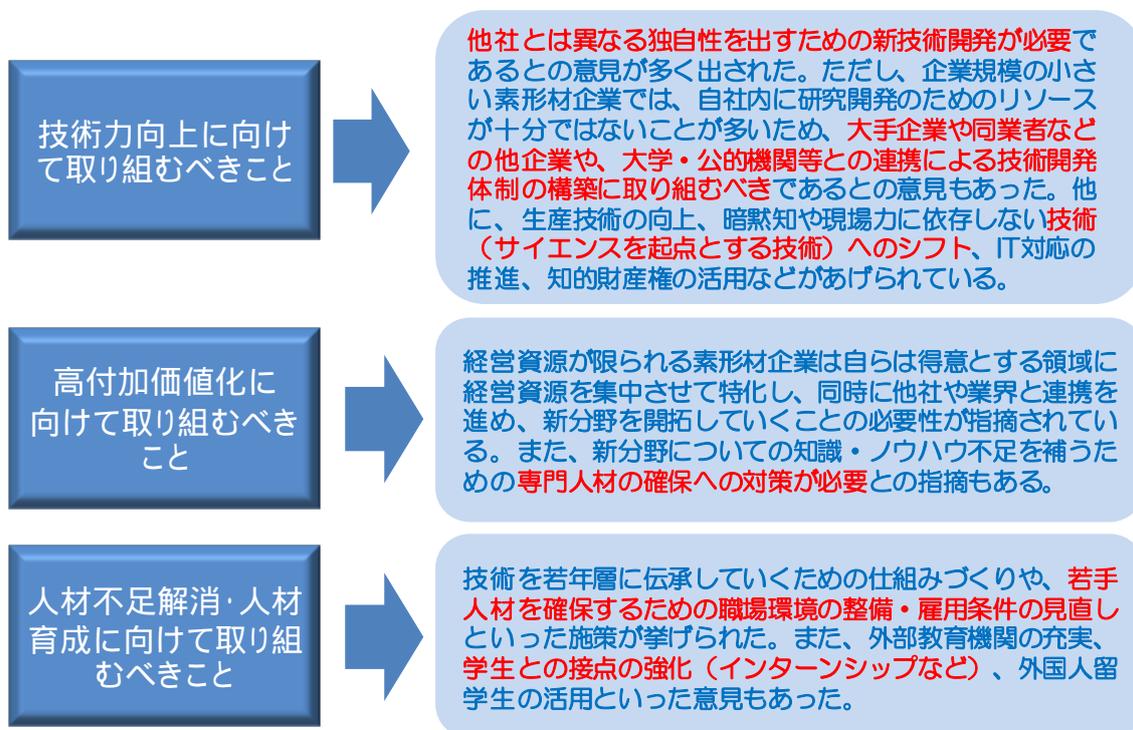
新素形材ビジョンが掲げる方向性を目指し、有用と考えられるモノづくりを実現するにあたっての課題・問題点を解決するにあたり、金融機関から具体的に挙げられた施策を以下に整理した。

技術力向上に向けては、独自性を出す技術開発が必要と指摘され、また、中小企業の場合は1社だけで取り組もうとせず、他社や大学・公設試験研究機関等との連携も視野に入れた技術開発が必要と指摘された。また、サイエンスを起点とする技術開発へシフトする重要性も指摘されており、いずれの提案に対処するにもエンジニア人材が重要な役割を果たすことになる。

高付加価値化に向けては、やはり他社・大学との連携を上手く活用しつつ、自らは得意領域に特化するという、「連携と集中」を図りながら新分野へ展開していくことが重要だとの指摘がなされた。また、新分野へ展開する際には知識・ノウハウ不足を補う専門人材の確保が必要になると指摘され、やはりエンジニア人材の確保がポイントとなる。

なお、人材不足の解消・人材育成については、若手人材を採用・育成していくための職場環境・雇用条件の整備を急ぎ、学生（大学や高専等）との結びつきを強めるためのインターンシップ等に積極的に取り組むべきとの意見が挙げられた。

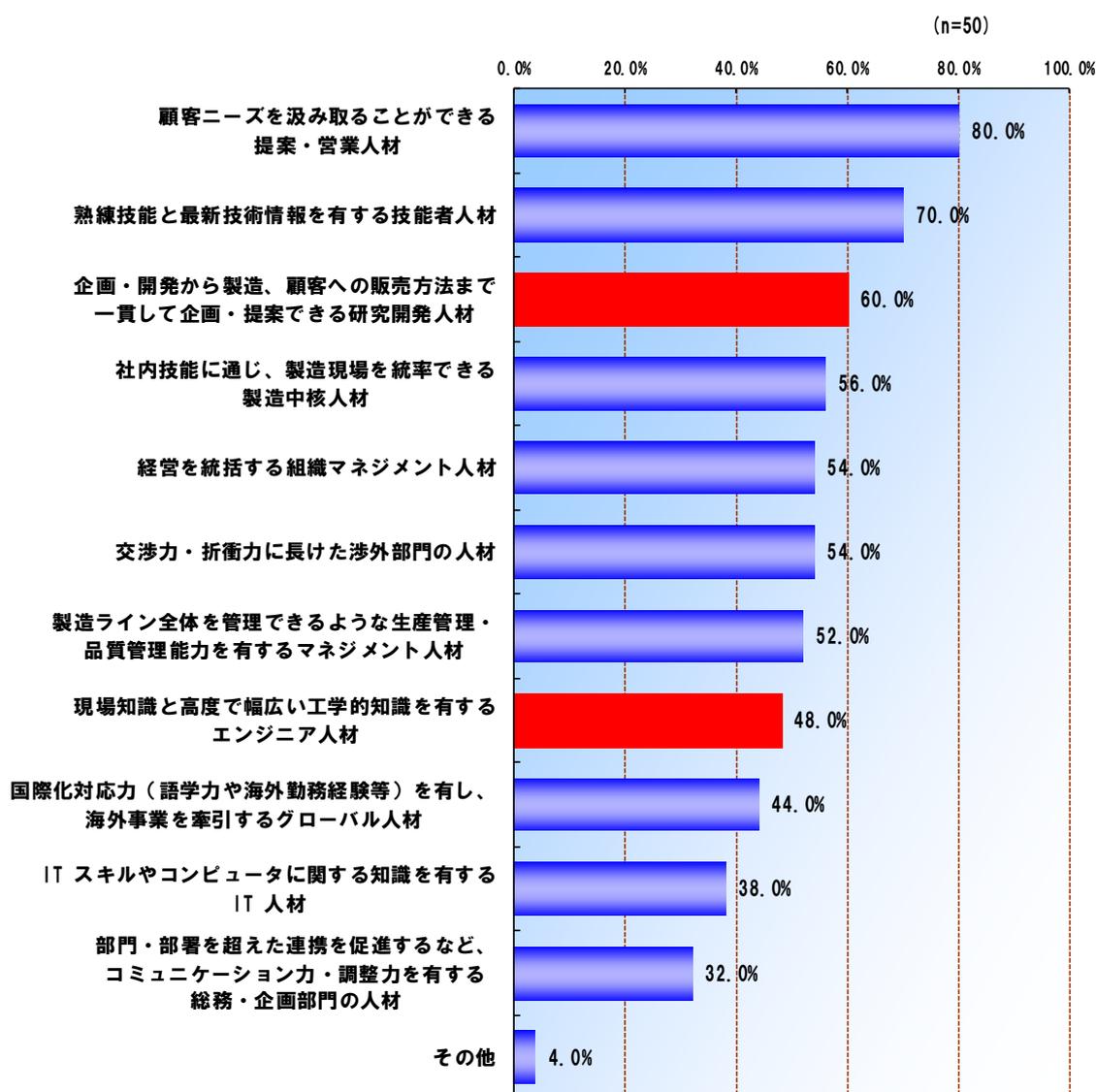
図表 5-35 素形材企業が取り組むべき施策



### ③素形材企業が確保すべき人材

最後に、素形材企業が直面する課題を解決し、また、金融機関が素形材企業に求める経営や各種施策を実施していく上で必要とされる人材像としては、「顧客ニーズを汲み取ることができる提案・営業人材（80.0%）」を挙げた金融機関が最も多く、次いで「熟練技能と最新技術情報を有する技能者人材（70.0%）」、「企画・開発から製造、顧客への販売方法まで一貫して企画・提案できる研究開発人材（60.0%）」となっている。3点目は、ものづくり工程全体を俯瞰できるエンジニア人材が必要であることを意味している。そのほか、「現場知識と高度で幅広い工学的知見を有するエンジニア人材（48.0%）」と、実践的なスキルを有するエンジニア人材が必要との意見も約半数の金融機関が指摘している。

図表 5-36 素形材企業が確保すべき人材

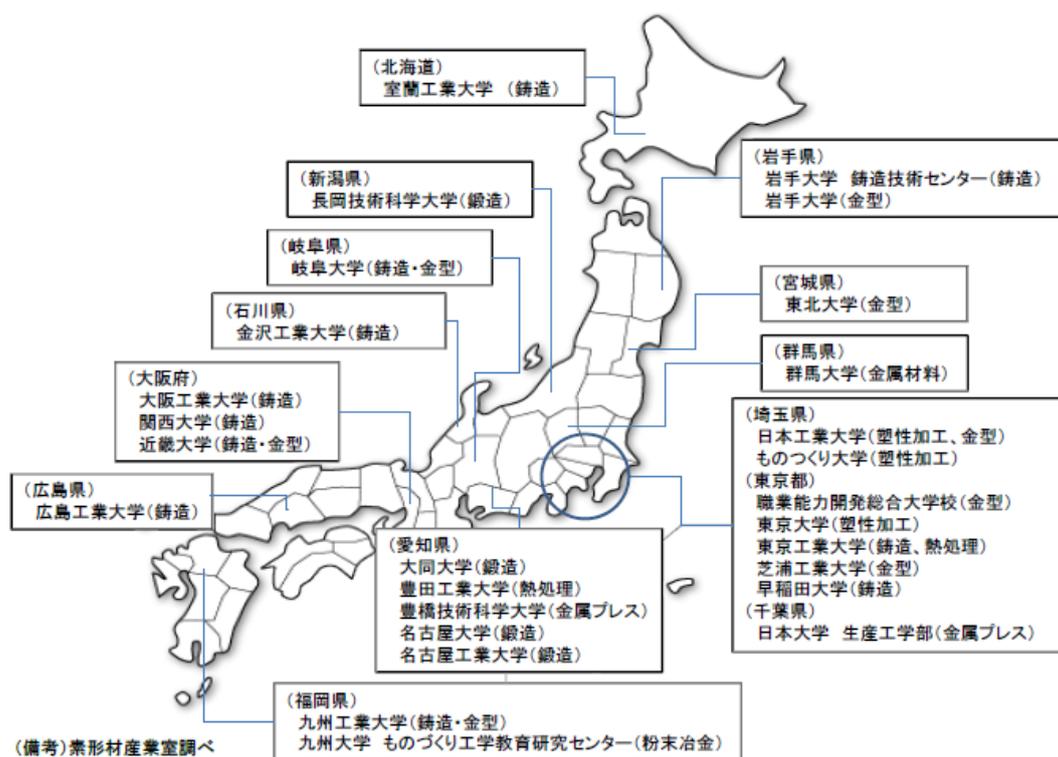


## 第6章 国内高等教育機関における素形材エンジニア人材の実態

2013年3月に公表された「新素形材産業ビジョン」では、素形材分野に関する学科等を有する主な大学として、以下のような大学をリストアップしている（図表6-1）。また、一般財団法人素形材センターでは「素形材研究室検索」というサイトを開設し、素形材分野の大学の研究室を紹介し、各研究室の研究テーマや設備・装置、技術相談が受けられる分野や連携可能な分野の紹介を行っている（図表6-2）。

素形材を研究する学科は減少していると言われているが、その実態を把握するため、実学を重視した実践的教育に取り組んでいる複数の大学に改めてヒアリング調査を実施し、主に「人材育成／教育にかかる取組み」「産学連携／地域連携への取組み」「今後の素形材分野の研究・教育活動にかかる課題や取組みの方向性」について直近の動向を把握するとともに、主な大学の実践的教育への取組みについて事例として紹介している。

図表 6-1 素形材分野に関する学科等を有する主な大学



出所：新素形材産業ビジョン

図表 6-2 素形材研究室検索 (素形材センター)

研究室名	素形材分野					
	鋳造	塑性加工	粉末冶金	型技術	熱処理	その他
室蘭工業大学工学研究科清水研究室	■				■	
北海道大学大学院工学研究科材料工学専攻マテリアル設計講座組織制御学研究室	■	■	■	■		
岩手大学平塚研究室	■					
東北大学大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻 安斎研究室	■					
東北大学 流体科学研究所 未到エネルギー研究センター システムエネルギー保全研究分野						材質評価、非破壊検査、劣化診断、オンラインモニタリング
日本大学工学部 生産システム工学研究室(小林・溝口研究室)				■		RP
群馬大学理工学研究院 知能機械創製部門 半谷研究室	■		■			多孔質金属、摩擦攪拌接合
群馬大学理工学研究院 知能機械創製部門 林研究室				■		切削加工
宇都宮大学工学部機械システム工学科材料加工研究室		■			■	
慶應義塾大学理工学部 青山英樹研究室				■		CAD/CAM, CAE
首都大学東京 機械工学専攻 塑性工学研究室		■				
電気通信大学 知能機械工学科 森重研究室				■		CAD/CAM, 情報処理
東京大学工学系研究科精密工学専攻 国枝研究室				■		放電加工、電解加工
東京大学生産技術研究所 機械系 柳本研究室		■				
東京大学生産技術研究所 横井研究室				■		プラスチック、射出成形、押出成形
東京工業大学機械制御システム専攻極限加工システム分野 吉野・山本研究室		■				超微細塑性加工、結晶組織制御加工、機能表面創出、高静水圧加工、超微細切削加工
東京農工大学 桑原研究室		■				材料試験、CAE
東京農工大学 機械システム工学専攻 佐久間研究室					■	溶接、超弾性合金、樹脂・高分子材料ほか
東京農工大学大学院工学府機械システム工学専攻 山中研究室					■	材質予測、CAE
横浜国立大学大学院工学研究院 塑性加工工学研究室(川井研究室)		■				回転成形、転造、スピニング
防衛大学校システム工学群機械工学科 機械材料工学研究室			■			アモルフラス
信州大学工学部機械システム工学科 材料加工工学研究室(榎研究室)						溶射、コードスプレー
金沢大学理工研究域機械工学系 人間・機械創造研究室		■		■		CFRP、射出成形、光造形
福井大学大津研究室		■		■		マイクロ加工
名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻 石川・湯川研究室		■				
豊橋技術科学大学 極限成形システム研究室		■	■			セラミック
豊橋技術科学大学 界面・表面創製研究室						溶射、表面被覆、溶接、接合、粉体研磨、トライボロジ
中部大学超精密加工研究室(鈴木研究室)				■		超精密研削、超精密研磨、ガラス成形、ナノインプリント(UV成形)、ダイヤモンドのレーザ加工、超精密計測、マイクロダイヤモンド工具の開発
大同大学工学部総合機械工学科 小森研究室		■				
大同大学工学部機械工学科 前田研究室	■					
京都大学材料工学専攻 安田研究室	■					
同志社大学理工学部 機械系学科 金属材料科学研究室		■	■		■	組織制御、集合組織制御、耐食性、結晶粒界、ナノクリスタル強化、微細化
大阪工業大学材料加工研究室	■					
関西大学化学生命工学部化学・物質工学科 凝固プロセス研究室	■		■			
近畿大学理工学部機械工学科 非平衡プロセス工学研究室	■					
近畿大学理工学部機械工学科 複合材料研究室	■					複合材料
甲南大学経営学部 長坂研究室	■				■	
九州工業大学情報工学部 植原弘之研究室				■		付加製造技術、射出成形、CAE

出所：一般財団法人素形材センター「素形材研究室検索」

## 1. 大学からみた素形材分野の研究環境および人材育成の現状と課題

大学等の素形材企業への人材供給・育成機能の低下が懸念される中、ドイツなどの諸外国における素形材産業のエンジニア育成の取組みなども参考に、今後我が国において産学官が連携しながら素形材関連の人材育成・研究開発拠点を維持整備していく方策や、素形材企業をめざす若手エンジニアを増やしていく方策を検討することが危急の課題となっている。以下に大学へのヒアリング結果を整理した。

### (1) 大学における素形材関連の研究・技術者の輩出の状況

素形材関連の研究者・技術者が減っているとの指摘もある一方で、学科編成で名称が変更しただけで、実態はそれほど深刻ではないとの意見も聞かれた。学会活動に学生を含めた若手の参加が減り、素形材関連学会としての危機感は強い。

#### 大学における素形材関連の研究・技術者輩出の状況

●従来ながらの素形材分野の研究者・研究室は減ってきている。素形材の研究は設備等のコストがかかる一方、技術が枯れており、目新しい研究テーマがない（論文が書きにくい）。研究テーマは3Dプリンタなど新しい分野に移行している。

・素形材に関わっている大学教員は減っているのではないかと。古くからある学問でやり尽くした感がある、また設備が必要になるので、素形材は論文が書きにくい分野。従来の素形材関連の研究室で、時代に合わせて精密機械、医療機械といった軽薄短小な分野に移っていったところもある。

・鋳造、塑性加工といった素形材分野は、目新しい研究テーマがなく、論文も書きづらいため、素形材分野の研究室は減っている。

・3Dプリンタなど研究テーマは変わってきている。

●関連する学会の危機感は強い。社会人教育、シニア活用などに積極的に取り組むようになってきている。

・学会では学会員（個人、企業）も減少しており、学会の危機感は強いと思う。社会人教育に力を入れるなど、素形材関係の学会は頑張っているのではないかと。

・日本機械学会で企業OBをはじめとするシニアを対象とした登録制度がある。ものづくりに精通したシニアを人的資源としてとらえるとともに、学会員をつなぎとめておくという思惑がある。

●一方で、地域に集積している素形材企業と連携している分野においては、研究室・教員とも減少していないという大学もある。

・本学では金型関連の研究室の数は減っていない。関連企業が集積しているこの地域とのつながりがあり、研究室、教員の厚みもある。テキスト作成、実習のための教員確保など今は心配していない。

・素形材にかかわる研究室が減っているとされているが根拠はない。学内でそういう印象はない。

## (2) 素形材に対する学生の関心

素形材は「機械工学科」という看板の下に取り込まれているだけで、学生からは一定の人気があるという意見もあるが、「機械工学」という名称ならば問題ないが、「金属」「材料」という学科名では学生が集まりにくいという意見が多い。また、学生から人気が高いのは自動車、航空機といった最終形をイメージできる分野で、それが「機械工学科」に取り込まれているために学生が集まるのではないかと指摘もある（学生は、機械工学科＝素形材と認識していないということ）。

### 素形材に関する学生の関心

#### ●大学選びではマスメディア、両親の影響が大。

・来てくれている学生はものづくりにとても意欲的に取り組んでいるが、実習も多い本学は学生の両親から職業訓練校のように見られている面があり、苦戦している。

#### ●“素形材”は機械工学科の中に取り込まれる傾向にあるものの（看板として表に出なくなっているが）、機械工学の中では学生から一定の人気がある。

- ・機械工学科、金属工学科、経営工学科という3つの学科を統合して機械工学科とした。
- ・製造学科のなかで、素形材関係は人気がある。1年生から実技系科目をこなし、インターンが充実しているので、自分がどういったコースに行けばよいか、就職のことなどを含めてよく考えている。
- ・成果が認められ、当センターに関連する研究室を志望する学生が増えている。機械工学科として入学するが、学科の中で不人気な研究室ではない。

#### ●素形材分野では、企業の課題に即したテーマ、先端的なテーマ、製品（航空・宇宙など）につながるテーマが人気。自動車、航空機をイメージできる機械工学科の人気は高い。（金属、材料という名称では厳しい）

- ・航空・宇宙などトピック的に人を引き付けるものも必要。マスコミが取り上げる時流を無視することはできない。学生にとって魅力的なものを提供していくときには、その技術を応用していく分野が大事。
- ・学生は旧態依然とした鋳造、鍛造等には興味がない。しかし、素形材分野に関心がないわけではない。例えば3Dプリンタにはとても関心がある。中小企業はこうした先端分野に関わっていないところが多い。学生の関心と中小企業の現場ではギャップがある。

### (3) 就職先・キャリアパス

学生は大企業志向が強いという意見がある一方、実践的教育を通して素形材産業を知り、理解することで中堅・中小企業に目を向けるようになるという意見が少なくない。キャリア教育に力を入れることで、素形材を学ぶ学生がもっと中小企業に関心を示す可能性を示唆している。

#### 就職先、キャリアパス

●イメージ、待遇面等の差から大企業志向が強い。

- ・大学生は中小企業には目がいかない。学力にあった大学を選択して、進学しており、そのうえで大学に合ったレベルの企業に入社することが考えのベースになっている。この価値観を変えるのは難しい。
- ・大企業・中堅企業志向がある。中小企業は待遇面などが大企業とは違う。両親も年間100万円以上の学費を使って、中小企業に就職するのは割に合わないと考えている。就職先としては、素形材産業は人気がある。

●ものづくりを実践することで素形材産業を理解することができる（製品とものづくりを結びつけることができる）。

●自分の就きたい職種等を考え、中堅・中小に目を向ける学生もいる。

- ・実践的教育の結果、学部卒業生での地元の企業に就職する割合が10%から50%となった。100人といった中堅企業もある。
- ・大企業だと自分の就きたい職種に就けないのではないかと心配する。そのため、中堅企業・中小企業にも目を向けている。
- ・就職先でこういった職種に就けそうか、他大学の学生に比べてこういったところなら強みが出せそうかといったことを考えている。
- ・就職は電機・精密、輸送機器関係など大手もあるが、中堅・中小も多い。（芝浦工大）
- ・学生には大企業志向がある。しかし、全員が大企業にいけるわけではないので、そういう学生は中小企業にも目を向けている。

### (4) 人材育成の取組み・成果

ほぼすべての大学で実践的教育の有効性・重要性が指摘され、学生にとっても、企業ニーズ（産業界のニーズ）にも合致したものであると評価されている。

また、インターンシップや企業見学・工場見学も学生の意識やモチベーションを高める上で有効であるとの指摘が多い。

## 人材育成の取組み・成果

- ものづくり人材の育成のため、工作機械を使った実習や、設計から製作・評価まで一貫した PBL 演習など実践的教育を導入。
  - 実践的教育によって製品だけでなく、生産（ものづくり）、さらには素形材が理解できるようになる。
  - PBL をはじめとする実践的教育は学生のモチベーションを高め、能力を伸ばすことに有効
- 
- ・ 産業界の要請からできた学校であり、工学的知見をもちつつ現場もわかるという現場のリーダーとなる人材を教育することが目標。カリキュラムは実技系科目が多く、全体の 6 割を占める。
  - ・ 金型工業会の要請により生産システム全般を領域とする学科を立ち上げ、マシニングセンターを整備し、プロジェクト演習を行うなどの実践的な人材育成を行っている。また、共同研究や卒業研究を通じて、企業の実際の課題を解決していくことで、実践的な教育ができる。
  - ・ 学生が企業にはいってしまうと研究開発に携われる人はほんの一握りで、大半は設計、生産技術に関わる場所。そういう意味で大学では実践的な教育をしていかなければならないはず。
  - ・ 大垣精工（金型工業会会長）の尽力もあって、工作設備（企業寄付）を備えた金型創成技術研究センターを設立し、プレーイングマネージャー育成及び地域産業の教育・研究基盤の拠点形成に取り組んでいる。金型に特化した座学＋実学のカリキュラムとするとともに、工学と実学をミックスする（課題科目 PBL、共同討論会、外部発表、企業との交流会等）全行程を把握させることが大事。
  - ・ ものづくりの実習（加工、鋳造、溶接など 9 テーマ）ものづくりのほか社会人基礎力を身につけるための PBL に力を入れている。
  - ・ 産学連携の金型プロジェクトの一環として、学生金型グランプリに出場した。また、企業の開発現場で最先端のモノづくりを学ぶ企業と連携した教育を実施（月・木：企業、金/土：大学）。
  - ・ インターンシップでの成功体験は、就職活動にも効果を発揮しており、エントリーシートや面接ではインターンシップを取り上げるよう指導しているとともに、学生自身も自信を持った対応につながっている。
  - ・ 実習、企業見学で、学生は「生産」のところの大事さに気づくようになった。従来は、最終製品にしか目がいかなかった。実習を行っているからこそ、中小企業であっても、そこが持っている技術のすごさが分かるようになる。
  - ・ 今の学生は、ものづくりの基本的なことが身につけていない。実習、PBL、共同研究等を通じた実践的な教育をすることで、学生のモチベーションを高め、能力を伸ばしていくことができる。そして産業界のニーズにこたえることもできる。

## (5) 人材育成上の課題

実践的教育ではマシニングセンター等の設備機器を稼働させるため、企業の生産現場で働いた経験のある実務者などの技術サポートが必要となり、大学の教育だけでは体制が整わないとの指摘がある（ある工業系大学では教官に占める企業出身者が多く、ほとんどの教官が機器を操作できるというケースもあったが、通常は安全面の確保上からも現場経験のあるスタッフの確保が必要となる）。

また、教員が論文数や外部資金獲得で評価され、人材育成や産学連携等による地域貢献があまり評価されないとの指摘は多い。こうした背景もあり、実践的教育はアカデミアのやることではないという学内の反対を受けたという大学もあった。

### 人材育成上の課題

#### ●実践的教育の実現には工作機械等の設備、教職員の確保が課題。

- ・実践教育は、大学の教員だけでは体制が整えられない。例えば、大学の教員には実際に製品を設計した人がいない。ものづくり実践教育に関しては、人の部分でのミスマッチが大きい。マシニングセンターがあっても使いこなせる技術者がいなかった。
- ・実習に対する教員・職員の理解（教育観）、現場経験のある人員の確保が必要（技能講習、図面評価、製作）。
- ・けがの危険がある、講師の確保が難しい、工作機械等の設備投資、維持管理が必要となる実習は大学で実施することが難しい。

#### ●人材育成に力を入れても学内で評価されない現状がある。

- ・学内では研究業績、外部資金獲得が評価される。共同研究など地域連携もあまり評価されない。
- ・教員が大学から評価されるのは、研究業績（論文、競争的資金獲得）、教育/人材育成は評価されにくい。

## (6) 人材育成における産業界の協力

素形材分野の学科・研究室が少ないせいも、設備の提供、人材の派遣といった形で企業や産業界の支援を受けているところが多い。

### 人材育成における産業界の協力

#### ●産業界はつながりのある大学を中心に一定のサポートを実施。

- ・大学創設時に工作機械等の寄付を受けた。実習のための講師も協力を受けている。
- ・実習は大学で難しいため企業の協力を得た。
- ・金型工業会の要請を受けて学科を設立。工作機械の寄付等のサポートを受けた。

- ・金型工業会にも協力いただきセンターを創設。創設時に工作機械等の寄付があった。その他、運営資金のサポート、実習への協力（企業で鋳造実習を実施）、インターン受け入れ。
- ・共同研究先、本学 OB を中心に PBL での図面評価、成果発表会等での教育カリキュラムに対する助言をいただいている。
- ・実習へ講師を派遣してもらっている。また、企業 OB を登録してもらい、派遣してもらっている。
- ・技術者は大学ではなく企業で育てるという発想に立脚した産学連携事業を展開している。

### （7）企業の人材育成に係るニーズ

大学では、企業が求める技術者像について、「ものづくりの基礎ができていること」「理論と実技（現場）の両方ができること」と捉えており、こうした人材を育成することが即戦力となる人材につながると捉えている。

#### 企業の人材育成に係るニーズ

- 企業は、理論と実技の両方ができ、ものづくりの基礎が身につけている即戦力となる人材を求めている。
  - 理論と現場を知っていることでコミュニケーションする力がつき、関連部署とのコミュニケーション、協調もしやすくなる。
- ・企業は理論と実技の両方できる人を求めている。工学的見地を形であらわす（ものづくり）までやっていく必要がある。技術的背景があることによって、現場でモノが言える。理論と現場を知っていることで、コミュニケーションする力が豊富になれる。
  - ・多くの実習教育を受けており、安全教育も身につけているので、インターンシップで企業に行った際も問題ない。実技ができるとなれば、学生には自主性、コミュニケーション力といった素養が求められる。
  - ・生産技術を知っており、即戦力になるということで、企業から求められる人材になっている。ものづくりの基礎が身につけているということで、企業に入ってからの上昇が早い。
  - ・修了者に対する企業の評価も大変高い。基本が完成して即戦力となっていること。また、金型ものづくりに対する熱意があることなどが評価されている。全工程を把握することが大事ということでカリキュラムを作っている。日本のものづくりの強みが「すりあわせ」にあるといわれているが、全体を知っていることで、関連部署とのコミュニケーション、協調もしやすくなる。
  - ・図面が理解できる人、現場と話ができる人がほしいといわれる。

## (8) 産学共同の現状・課題

企業との共同研究は外部資金獲得手段として捉えられがちであるが、学生を育成する上でも有益な手段とみなしている。共同研究を通して企業人と接触を持ち、企業がどのような課題を抱えているかを理解でき、研究成果が課題解決に役立つということで学生のモチベーションが高まるという。

### 産学共同の現状・課題

- 共同研究等を通じて、企業における実際の技術課題がわかる。
  - 社会につながる課題を手掛けることで、学生のモチベーションが上がり、課題解決型学習として教育的効果も高い。
- ・ 素形材関係は企業も人材が薄くなっており、共同研究の依頼が多くなっている。共同研究は大学院の学生が担うところも大きく、教育にも大きな効果がある。
- ・ サポイン等共同研究を数多く手掛けている。卒業研究もほとんどが企業との共同研究。
- ・ 共同研究とともに、企業からの技術相談が産業界のニーズを把握することにつながる。金型実習成果報告会・研究紹介では、県内企業だけでなく、愛知県、静岡県の企業の参加もあり47社の企業が参加した。教育システムに関心のある企業もある。
- ・ 素形材といった枯れた技術であっても、企業は何らかの技術的な課題を抱えており、常に共同研究のテーマはある。共同研究をすると、ものづくり現場での課題が分かるので、学生のモチベーションが上がる。

## (9) 今後の方向性について

今後については、PBL 演習などの実践的教育を実施できる設備を備えた大学等を素形材教育の拠点とし、大学だけではなく地域の公設試や産業界、学会なども連携して、素形材の最先端の研究拠点・人材輩出拠点としていく方向性におおむね賛同が得られている。なお、研究開発拠点は大学になるが、技術者を育てる拠点はものづくりの現場を抱える企業という考え方もあるとの意見も出された（例：ドイツではシュタインバイス大学が該当）。

### 今後の方向性/施策（拠点化）について

- 実習、PBL 演習ができる設備を持った拠点での実践的教育が必要。→施設整備
- ・ PBL ができる工作機械などの設備があれば実践的教育ができる。1つの大学で数億円程度投入すれば、実践的教育ができる場所となる。設備が入ると、地域の企業から大学に技術を学びに来る。そうすることで地域企業と大学とのつながりができる。
- ・ 実践的なものづくり教育を、大学ではなく、企業でやるという考えがあってもよい。

●こうした大学・センターを、教育（学生、社会人）、研究（共同研究、委託研究）、地域貢献 の拠点にすべき。 →拠点化

・大学の外にもものづくりのノウハウがある。関連機関（大学、職業訓練支援センター、公設試）が一体となって人材育成に関わる取り組みがあるとよい（実習設備/試験設備、講師等の協力）。

●関連機関（大学、職業訓練支援センター、公設試、学会、業界団体/企業）が一体となって取り組む必要。 →連携

・学会は社会人教育に力を入れるようになってきている。複数の主体が連携して教育・人材育成に協力する形が考えられる。

・ものづくりはオールジャパン体制で取り組むべき。

●その他

・技術を応用していく分野が大事で、航空・宇宙などトピック的に人を引き付けるものも必要。素形材、中小の企業であっても、セールスとして手掛けることも必要、さらに学術的な面白さがないといけない。素形材分野だからだめだということではなく、フロンティア性や、どこの企業もやっていないということをアピールできるとよい。

・製品とものづくりは密接につながっているが、学生は製品のことはわかっても、ものづくりのことはわからない。大学に入るまでにものづくりに興味をもってもらう必要がある。中高生向けの書籍等があるとよい。

・大学は、研究に力を入れる、教育に力を入れるというすみ分けをしていくべき。ただ、技術があってこそその大学なので、研究、教育、地域貢献、全方位でやっていくことが大事。

・企業の現場で課題になっていることが大学の先生が集まる学会等で取り上げられることはない。例えば、バリテクノロジー（バリを抑制するための設計、バリ除去のためのエッジ仕上げ等）。

・大学から中小企業への技術移転を進めるのは、共同研究だけではなく、両者をつなぐ機関が必要。

## 2. 主な大学における素形材エンジニア人材育成への取組み

ここでは、以下の大学における素形材エンジニア人材育成のための取組みを、実践的教育を中心に紹介する。

主体	概要
大阪工業大学 工学部（機械工学科）	専門職業人輩出にこだわり、実践的教育を最重点に位置付け教員の半数を企業経験者にするといった取組みを実施。材料加工研究室は、アルミニウムを基本とした半溶融・半凝固加工の研究室で、塑性加工や鋳造加工に関する研究を実施。また、ものづくりセンター（モノラボ）は工学実感教育実践の場として位置づけられ、鋳造機などが設置され、実習等を実施。
岐阜大学 金型創成技術研究センター	金型技術の高度化・伝承を継続的かつ着実に実行し、創造的かつ意欲ある若手技術者を育成するために、平成 18 年に文部科学省科学技術振興調整費事業により設立。学部 4 年生と大学院博士前期課程生に対して、カリキュラムの中に金型創成技術科目群を設けている。
首都大学東京 理工学研究科（機械工学専攻）	マイクロ加工やプレス成形工程全般の知的制御などの研究を手掛ける研究室を設置。また、文部科学省「熟練技術者を活用したものづくり実践教育」事業では、大学・企業（TAMA 協会）・学会（日本機械学会）が連携し、企業のベテラン技術者の大学教育への参加と学生による「独創ものづくりコンテスト」の開催を行い、教育の充実を図る試みを実施。
ものづくり大学 技能工芸学部（製造学科）	関越地域大学グループ 17 校が連携した「産学協働による学生の社会的・職業的自立を促す教育開発」という取組名称のもと、課題発見や問題解決能力が備わった自律的人材育成のための PBL 型インターンシップの高度化に取り組むとともに、インターンシップを核とした段階的・体系的キャリア教育の開発に取り組んでいる。
芝浦工業大学 デザイン工学部（デザイン工学科）	金型関係の研究室（金型デザイン工学研究室、表面デザイン工学研究室）が設置され、金型製作に必要な知識及び実学を中心に教育している。社会にある課題解決に重きが置かれ、卒業研究も企業がもつ課題に対応したテーマが多い。「まちづくり、ものづくりを通じた人材育成事業」でも地域の企業との共同研究に取り組んだ。
近畿大学 理工学部（機械工学科）	大阪東部地域連携における先進的な金型技術の高度化研究（文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」）を推進。企業の金型技術をデジタル化し、地域の財産として継承するために、『材料』『設計』『製造』の先進的な研究と教育により地域で活躍できる金型人材を育て、金型産業の拠点として維持できるよう地域と大学が共に発展する環境を提供。
九州工業大学（マテリアル工学科・物質工学専攻、先端金型センター）	マテリアル工学科（旧金属系工学科）は、鉄鋼、合金、半導体、セラミックス、複合材料など「もの」の性能を決定するマテリアルの構造と性質を科学的に解明し、新しいマテリアルを設計、製造して応用展開する基盤技術の根幹を成す学問領域で、鋳造業をはじめとする素形材産業へ人材を輩出。 先端金型センターは金型産業における人づくり、ものづくり拠点として 2005 年に設置。経済産業省「中小企業産学連携製造中核人材育成事業」等を受け、産業界とともに、金型設計、デジタルエンジニアリング（プレス金型の 3 次元設計、シミュレーション）等の講義を実施。2008 年度には大学院にデジタルエンジニアリングのコースを設置。

<p>室蘭工業大学 ものづくり基盤センター</p>	<p>「ものづくり基盤センター」は、ものづくりに関わる実践的な教育、先端加工技術の研究、ものづくりを通じた地域との交流を行うことを目的として設置された。学生が自由に利用できる実習室、多目的加工室、機械加工室、溶接室などを備え、技術講習会や地域向けのものづくり教室などを開催している。</p>
<p>岩手大学大学院 工学研究科（金 型・鋳造工学専攻）</p>	<p>金型と鋳造の基盤技術に特化した日本ではじめての大学院設立（2006年）。 産学官連携による人材育成、地元企業協力による長期インターンシップの導入、産業ニーズにあったテーラーメイド型カリキュラム、実務経験者を教員に積極採用。</p>

#### ◆大阪工業大学での素形材関連研究の状況

大阪工業大学工学部には、機械工学科のほか、ロボット工学科、電気電子システム工学科、電子情報通信工学科など 12 の学科・教室が設置されている。機械工学科に 16 ある研究室のうち、素形材関連の研究室は、材料加工研究室（鋳造）、接合研究室（溶接）、精密工学研究室（機械加工）がある。そのほか、セラミックスなど新素材関係の研究室がある。

#### ◆機械工学科における教育

機械技術者は実体験として「ものづくり」を知っている必要があるとの認識のもと、1～3 学年次に機械工作実習および機械工学実験が授業科目にバランスよく配置されている。さらに、「ものづくり」という現象を理解するための解析力を養うために、数学、物理、力学等も大学 1、2 学年次に授業を行う。基礎学力の修得後、機械工学の専門科目を学ぶとともに、それらの実践として PBL 授業にて、より高度な機械工学の知識・技術と実践力を養えるようにしている。

同大学は工作実習が充実している。手作業・旋盤加工・フライス加工・NC 機械・鋳造・溶接・板金・塑性加工・電子工作という幅広い 9 つのテーマについて、点検・準備、加工等の一連の工作プロセスを実践するとともに、工場安全等の重要性についても実習で認識させる。鋳造まで実習している大学はめずらしい。外部講師として採用されている大企業の OB などの技術職員が工作機械の使い方などを教える。こうした実習のベースとなる工学実感教育の場としてモノラボ（ものづくりセンター）が 2008 年に設立された。

こうしたカリキュラムを検討するにあたって、今の学生には何が不足しているか、何ができないかといったことをテーマに同学科が調査を行っている。例えば、小学校のカリキュラム、理科実験教室の調査や、中学校の技術・家庭科の先生へのヒアリングなどが行われている。また、小学生を対象としたものづくり教室（キッズものづくり道場）をモノラボで開催しており、そこでの経験も生かされている。こうした調査を通じて、ものづくりの経験という点では小学生と大入学時の学生のレベルはほとんど変わらないということが分かってきたということが、1 学年次からの PBL 導入（後述）など、あらためて実践的な教育に力が入れられている背景にもなっている。

## MONOLAB (モノラボ) における授業風景～機械工学科の機械工作実習



出所：大阪工業大学ものづくりセンター ウェブサイト

### ◆PBL 授業

PBL(エンジニアリングプラクティス)授業は、3 学年次一年間、6 名程度のグループで、縦軸風車、電気自動車、スチール缶分離マシンといった課題が割り当てられる。設計から製作まで行うことで発想力・創造力を養い、その過程で出てくる現象を把握、認識する。グループで協力して問題解決にあたることによりコミュニケーション能力を高め、成果発表することでプレゼンテーション能力を養う。バラバラに習得してきた知識・技術を総合的

に実践することで、各科目の重要性・必要性を認識させるとともに、さらなる工学への関心を引き起こす効果がある。

PBL 授業の教育効果が認められることから、2014 年度から 1 学年次にも PBL が取り入れられた。機械工学科、ロボット工学科、電気電子システム工学科の学生でグループを作り、半期で課題をこなす。他の学科の学生とグループを作ることで、他の学科との交流を進め、コミュニケーション力を身につける。

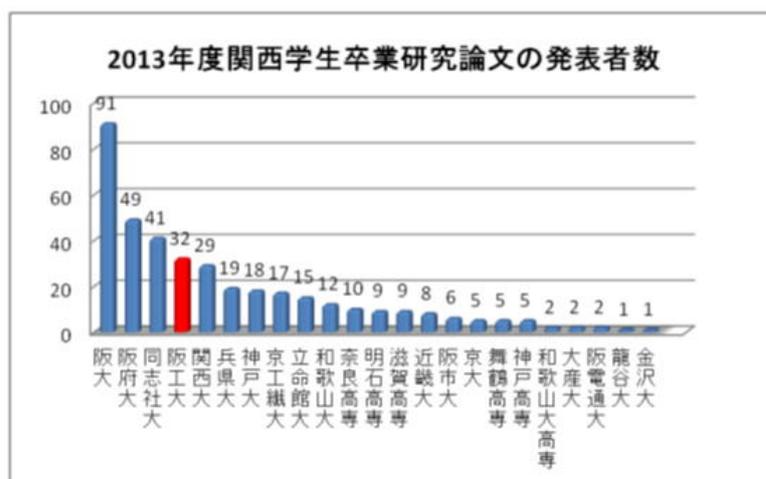
#### ◆育成を目指す技術者像

人材育成を考えていくときに、経済産業省が提唱している「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、「チームで働く力」の 3 つの能力で構成される「社会人基礎力」も視野に入れている。PBL はこうした能力を養うのに最適な教育だと位置づけられている。「社会人基礎力育成グランプリ 2009 決勝大会」「同 2013 決勝大会」に同大学の機械工学科学学生メンバーが中心となって近畿地区代表としてグランプリ大賞を受賞している。

#### ◆企業との共同研究

企業との共同研究を通じて、企業における具体的な課題が分かるとのことから、同大学ではサポイン事業（経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援事業）をはじめとする企業との共同研究に力が入れている。同大学の産学協同担当者がサポイン事業に関わる情報提供もしている。

社会にふれられるということから企業との共同研究することで学生のモチベーションが上がるとのこと。共同研究のほか、外部にふれる機会を増やすことを目的として、学生は学会等での発表が奨励されている。日本機械学会関西支部の卒業研究成果発表会の発表数では、関西の私立大学の中では上位にある。



出所：大阪工業大学機械工学科 ウェブサイト  
 (日本機械学会関西支部が毎年開催する卒業研究成果発表会のデータ)

## 岐阜大学 金型創成技術研究センター

### ◆岐阜大学での素形材関連研究の状況

岐阜大学では、大学の理念として「教育」「研究」「地域貢献」があげられるなど地域貢献の重要性が言われるようになり、産業界目線の教育、人材供給、技術開発支援、共同研究といった地域産業界への貢献が評価されるようになっている。

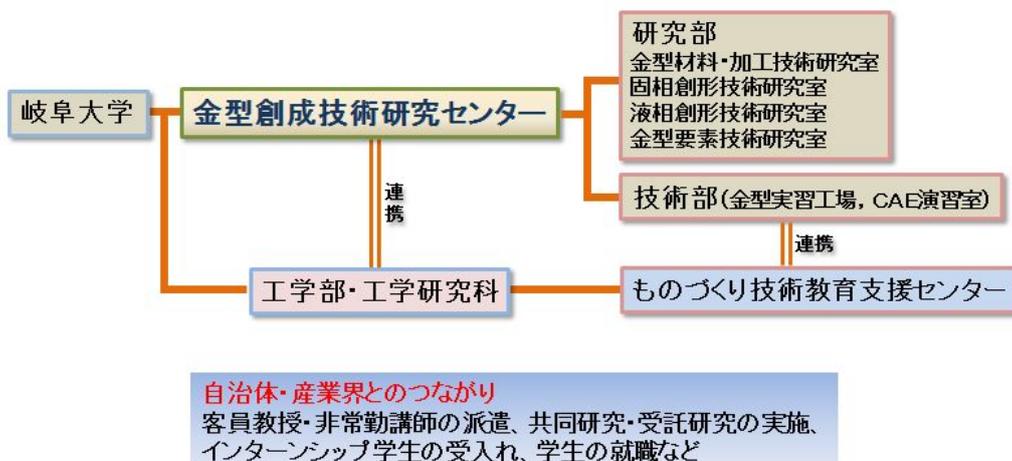
同大学では、地域産業界への貢献の一環として企業の技術開発のサポートなどを行っている。共同研究結果として製品化や新工法の開発の実現は社会から評価される。また、技術相談が研究に対する産業界のニーズを把握することにつながるため、企業からの相談には積極的な対応がされている。特に、大学の周辺地域は金型や機械関連の企業が集積しており、関連する工学部の研究室、教員の厚みもある。

### ◆金型創成技術研究センター

文部科学省科学技術振興調整費事業を受け、国内の技術者や事業後継者の不足解消と金型技術の高度化のために平成 18 年に金型創成技術研究センターが設立された。本事業は、岐阜大学と大垣市、岐阜県の共同事業であり、併設の工場に設置されている工作機械は、大手工作機械メーカーや地元企業から寄贈されたものである。

同センターには、金型材料、固相創形、液相創形、金型要素の 4 研究室が設置されており、工学部の教員（18 名）だけでなく、大企業 OB 等を客員教授として招き、学内での教員だけでは担当するのが難しい実習等をカリキュラムに組み込んでいる。学内で維持管理が難しい鑄造については地元企業に出向いての実習が行われている。

組織図



出所：岐阜大学 金型創成技術研究センター ウェブサイト

同センターでは、金型を用いるものづくり分野のプレーイングマネージャーの育成及び地域産業の教育・研究基盤施設としての知の拠点形成が大きな目標とされている。プレーイングマネージャーとは、新しい金型設計・製作、マネージングができる人材であり、創造力、技術開発力、マネジメント能力、プレゼンテーション能力などの修得に目標が置かれている。このため、同センターでは先進金型技術に特化した座学+実学のカリキュラム構成（金型分野の専門科目、現場ニーズを重視した実習科目等）とともに、工学と実学をミックスした取組み（課題科目 PBL、共同討論会、外部発表、企業との交流会等）を行っている。

### 金型創成技術研究センターのカリキュラム

4年生	大学院博士前期課程		
	基礎科目 (MOT 科目)	演習科目 (課題研究)	専門科目
課題研究			
金型概論	品質工学特論	金型設計演習	金型材料学特論
金型設計基礎	工業デザイン特論	金型 CAE 設計演習	金型表面工学特論
金型設計実習		CAD/CAM 金型加工演習	金型加工技術特論
金型加工実習 I		金型加工演習	固相創形技術特論
金型加工実習 II		金型計測演習	液相創形技術特論
成形加工実習		環境配慮設計演習	プラストロジー特論
			CAD/CAE 機械構造設計特論
			実用機械システム制御工学特論
			信頼性工学特論

出所：岐阜大学 金型創成技術研究センター ウェブサイト

#### ◆地域、企業との協力関係

県、大垣市、企業、金型工業組合との関係が現在も続いているとのことで、企業や組合からは同センターの運営のための寄付がある。さらに、年間 20 件程度の共同研究がある。また、大垣市は学生の会社見学で協力した実績がある。また、大垣商工会議所主催の社会人向けの金型講座に大学が協力している。県からは、工業技術研究所の研究員が客員教授として授業を受け持っている。

インターンシップは東海地区の企業を対象に行われている。当初は県内企業中心だったが、県外の企業にも広がってきている。教育効果がより高い長期インターンシップ（2ヶ月）も行われるようになってきている。

毎年3月の金型実習成果報告会・研究紹介で実習の成果や研究紹介が外部向けに行われているが、最近では県内だけでなく、愛知県、静岡県の企業から3県合わせて約50名の参加者があり、同センターと地域企業との関係はますます強くなっている。

#### ◆取組みの成果

同センターの取組みの結果、金型創成技術研究センターの実践教育を受けた学部卒業生の地元企業に就職する割合は50%程度に増加(従来は10%程度)した。また、大学院に進学する学生も増えている。製品設計から金型設計、製作、成形、不具合対策まで、ものづく

り一気通貫の金型分野の実践教育を受講することで、学生は自分の成長が実感できるとともに、ものづくりが楽しいと感じられるとのこと。また、実習やインターン等によって技術、ものづくりの奥深さを理解するようになるとのこと、技術力を有する地元企業に目が向けられるようになったという。こうした同センターの成果があがってきていることから、同センターに関わっている研究室を志望する学生も増えている。

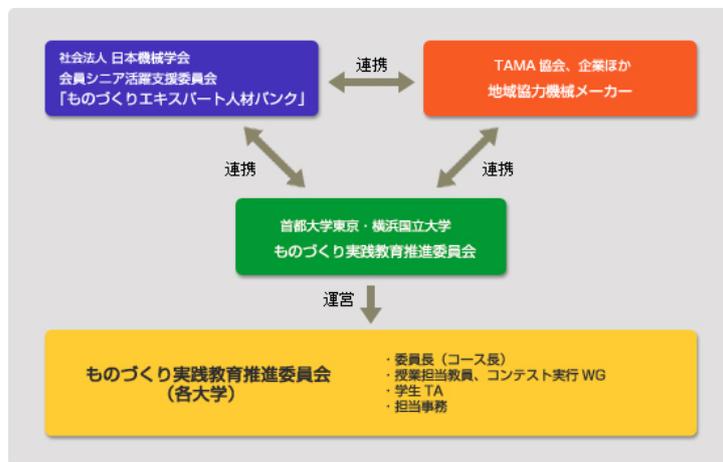
◆首都大学東京での素形材関連研究の状況

首都大学東京の 4 つある学部（都市教養学部、都市環境学部、システムデザイン学部、健康福祉学部）のなかで、都市教養学部理工学系として電気電子工学などとともに機械工学コースが設置されており、素形材関連の材料加工、塑性工学などの研究室がある。

◆ものづくり実践教育

2008 年度、文部科学省の専門職大学院等における高度専門職業人養成教育推進プログラム「熟練技術者を活用したものづくり実践教育」を受け、同大学でものづくりにかかる実践的な教育が取り組まれた。本プロジェクトは、大学、機械学会、地元の機械メーカーが協力し、産学官の連携の下で教育プログラムを構築することで、高度・熟練技術者（ものづくりエキスパート）の大学教育参加により、ものづくりの教育の充実を図り、ものづくりの革新に貢献する創造的技術者を育成するものである。

体制



出所：ものづくり実践教育プロジェクト ウェブサイト

ものづくり実践教育プロジェクトでは、エキスパート人材バンク（後述）の企業 OB、企業等の協力のもと、機械設計製図、独創機械設計（自分で課題を設定）、機械工作実習、専門科目における実践的講義、機械工学先端講義（環境対応自動車、ロボット、福祉機器）といった実践教育が行われた。専門科目における実践的講義は、材料加工学、計測工学などの専門科目において、実務経験豊かな専門家による講義を行うというものである。例えば、材料加工学では企業の協力を得て、講義とともに、銀粘土細工の実習が行われた。

### ものづくり実践教育プロジェクトでの取り組みの例

取り組み	概要
機械設計製図	EV-Mileage 参加を念頭に置いた EV の設計・開発と製作。
独創機械設計	車椅子を対象とした設計（設計目標設定、構造解析）製作。
機械工作実習	マシニング・センタでの製図及び NC 工作機械による機械加工。
専門科目での講義	材料加工、材料と力学、計測工学、トライボロジーなどの外部専門家を招いての講義、演習。
機械工学先端講義	機械設計製図 EV 作製、独創機械設計車椅子作製をサポートし、ものづくりを総合的かつ実践的に学ぶための講義。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境対応自動車の新技術とモータースポーツ</li> <li>・ロボット工学とものづくりの設計</li> <li>・福祉機器及び医・薬用工学</li> </ul>

出所：ものづくり実践教育プロジェクト実施報告

#### ◆日本機械学会との協力

日本機械学会には、企業 OB をはじめとするシニアを対象とした登録制度がある。これは、ものづくりに精通したシニアを人的資源としてとらえ、社会で活躍してもらうために作られた制度である。この会員シニア活躍新現役チャレンジ登録者の関東在住者 710 名に「ものづくりエキスパート」の登録依頼を送付して、エキスパート人材バンクへの登録を依頼したところ、142 名から登録があった。登録者に 4 力学など基礎的講義、機械設計、生産管理、環境といった専門分野を申請してもらい、そのなかから講師など本プロジェクトへの協力を依頼した。

ものづくりの実践教育をするといった際に、実際に製品設計の経験がないため、大学教員だけでは体制が整えられない。企業 OB は実際にものづくりに携わってきた人たちなので、教員と補完関係にある。

#### エキスパート人材バンク登録者の担当可能項目内容の例

項目	基礎(4力学)	機械設計	製図	実習	環境	PJ マネジメント	生産管理
割合	46%	22%	10%	10%	16%	8%	16%

主要な項目を抜粋。割合は全登録者（142 名）に対する割合。

出所：首都大学東京提供

#### ◆成果

企業の現場でやってきた人の講義、実習等による教育的効果は大きいものがあり、学生がものを作ることに對して主体的に関わることで、ものづくりがおもしろいと思ってもらえたという。

## ものづくり大学 技能工芸学部（製造学科）

### ◆ものづくり大学での教育

同大学は、ものづくりを目的とした大学で、産業界の要請に国と地方自治体が協力してできた学校である。実学を重視し、従来のように理論から入るのではなく、まず現実にもものに接し、ものの命を体感、体得し、そこから問題を発見し、自らその解決方法を見出し、自ら企画して製作するというプロセスを大切にすることが同大学の基本理念となっている。そのため、従来の理工科系大学とは全く発想を変え、多くの実習の科目と長期間のインターンシップが用意されている。

### ◆実技系主体のカリキュラム

入試は学科単位（製造学科、建設学科）で、1、2年生は各学科ごとに共通のカリキュラムとなっている。3年生からコース分けがされる（製造学科は、先進加工技術、機械デザイン、電気電子・ロボット、情報・マネジメント）。

カリキュラムは実技系科目が多く、全体の6割を占める。そのため、企業OBをはじめとする非常勤講師が多数所属している。実習を多く経験させることで、学生のステップアップにつながっているとのこと。

先進加工技術コース3年次のカリキュラムの例

講義系科目	実技系科目
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工作機械</li> <li>・ 信頼性工学</li> <li>・ 流体機械</li> <li>・ 伝熱工学</li> <li>・ CAE 基礎および演習</li> <li>・ CAE 応用および演習</li> <li>・ エネルギー工学</li> <li>・ トライポロジー 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビーム加工および実習</li> <li>・ 精密加工技術および実習</li> <li>・ 先進機械加工実習</li> <li>・ CAD/CAM 実習</li> <li>・ 板金加工実習</li> <li>・ 樹脂成型および実習</li> <li>・ 高度溶接技術</li> <li>・ 鋳造および実習 等</li> </ul>

注 上記カリキュラムのほか、インターンシップ（40日）、夏期集中講座（先進研削加工技術、計測およびデータ解析、プロダクトデザイン等）あり

出所：ものづくり大学 「GUIDE BOOK2015」より作成

### ◆充実したインターンシップ

同大学では、インターンシップを実技系科目習得の確認の場として位置付けている。クォータ制がとられているが、3年次の第2クォータがインターンシップにあてられている。

インターンシップは2ヶ月（8週間）実働40日間で、担当教員の専門に近い企業に出向いて、企業の担当者の指導を受けて実施される。インターンシップは必須に近い選択科目（単位を認定）となっており、ほぼ全員が参加する（単位が足りていない場合は対象外）。インターンシップの受け入れ先は、埼玉県内の企業が多くなっている。製造学科でのインターンシップ受け入れ可能企業は61社で、2013年度は76名が52社（県内34社）、58か所でインターンシップを行った。

当大学の学生は、多くの実習教育を受けており、安全教育も身につけているので、インターンシップで企業の現場で実習を行う際にも、技術的には問題ない。

#### ものづくり大学のインターンシップ制度

3年次	4年次
<p>インターンシップA （実働40日間） 製造業全般について、企業等の生産現場で実務を経験し、ものづくりの様々な様態や定石を知って、工夫する力、創造力を涵養する。 &lt;実施例&gt; 自動車メーカー、金属材料メーカー、印刷会社など</p>	<p>インターンシップB （B1：実働20日間、B2：実働40日間） 専門とする技能・技術や製品について、企業等の生産などの諸現場で実務を経験し、自らの能力レベルを把握し、就職を念頭に置いてその向上に努める。 &lt;実施例&gt; 自動車部品メーカー、総合電機メーカー、航空宇宙関連研究所など</p>

出所：ものづくり大学資料「インターンシップ受入のお願い」より作成

同大学で従来より行われてきたインターンシップに加えて、文部科学省の「産業界のニーズに対応した教育改善・充实体制整備事業」に採択され、同大学では自律的人材育成のためのPBL型インターンシップに取り組んでいる。2013年度は、PBL型インターンシップに14名の学生（8社）が取り組んだ（製造学科、建設学科合算）。PBL型を受け入れ可能な企業と大学が協議し、学生の素養、企業のタイプからテーマ設定を行った。2013年度の製造系のテーマとしては、板金量産設計加工技術の確立、粉末冶金用材料の材料特性研究などがある。

#### ◆実践的な教育の効果

企業は、理論と実技の両方できる人を求めており、工学というのは、本来、工学的な見地を形（モノ）に表すまでやっていく必要があり、実践的な教育を行っている同大学にはそうした環境が備わっているとしている。技術・技能的背景があることによって、創意工夫による改善が行われ、創造力が生まれる。また、理論と現場を知っていることで、現場でもモノが言え、コミュニケーション力に磨きがかかるという。

芝浦工業大学 デザイン工学部（デザイン工学科）

◆デザイン工学部における素形材関連研究の状況

芝浦工業大学は、実学主義を掲げて堅実に仕事ができる優れた技術者を育成することを建学の理念としてきた。2009年設立の新しい学部・学科であるデザイン工学部デザイン工学科は、一学年140-150人規模である。同学科には、エンジニアリングデザイン領域、プロダクトデザイン領域、建築・空間デザイン領域の3領域があり、エンジニアリングデザイン領域の生産システムデザイン分野に素形材に関わる4つの研究室がある。

デザイン学科エンジニアリングデザイン領域の研究室

名称	教員の専門分野
機能再生研究室	材料工学、ものづくりサイエンス、表面機能デザイン、金型 MOT（金型技術マネジメント）
形状創製工学研究室	材料工学、形状創製工学
金型デザイン工学研究室	金型加工、砥粒加工、臨床機械加工学、技能伝承
表面デザイン工学研究室	生産（金型）工学

出所：芝浦工業大学 ウェブサイト

◆デザイン工学部生産システムデザイン分野におけるものづくり教育

生産システムデザイン分野では「生産」をベースとしつつ、新製品を創造する、開発することが教育の目標に置かれている。2年次までは材料力学、CAD/CAM 演習をはじめとして金型デザインの基礎を学ぶ。3年次になるとプロジェクト演習が始まり、プレス成形などを行う。デザイン学科の設立にあわせて同大学で共通利用可能なマシニングセンター、放電加工機、射出成形機などを設置し、加工、成形、計測などができるようになっている。

デザイン学科エンジニアリングデザイン領域の科目例（1-3年次専門科目）

1年次	2年次	3年次
<ul style="list-style-type: none"> <li>・微積分学、線形代数</li> <li>・力学、物理学</li> <li>・情報処理、情報処理演習</li> <li>・工学システム解析</li> <li>・ものづくり概論</li> <li>・総合導入演習</li> <li>・デザイン工学入門</li> <li>・デザイン製作実験 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数値解析</li> <li>・材料力学、材料科学</li> <li>・熱流体基礎</li> <li>・図学</li> <li>・金型デザイン</li> <li>・CAD/CAM 演習</li> <li>・生産加工学</li> <li>・メカトロニクス 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人間工学</li> <li>・シミュレーション工学</li> <li>・材料工学</li> <li>・生産システムマネジメント</li> <li>・コストマネジメント</li> <li>・高度 CAD/CAM 演習</li> <li>・成型加工、形状創製実習</li> <li>・プロジェクト演習 等</li> </ul>

4年次は、総合プロジェクト（卒業研究）

出所：芝浦工業大学 ウェブサイト

#### ◆「まちづくり」「ものづくり」を通じた人材育成推進事業

同大学の「まちづくり」「ものづくり」を通じた人材育成推進事業が、2013年に文部科学省から「地（知）の拠点整備事業」に採択された。この事業は、地域とともに教育・研究・社会貢献（イノベーション）を三位一体で推進する基盤づくりを目的に、江東区、港区、埼玉県、さいたま市、上尾市との連携を深め、演習・成果報告などの教育の現場での交流や講座開設など社会貢献の場での交流を行うものである。同大学では、この事業を担当する地域共創センターを設立した。この事業には、コミュニティ強化、まちづくりコラボレーション、ロボットによる見守りといった7つのプロジェクトがある。例えば、「ものづくりの国内回帰プロジェクト」では、「少量生産ブロー成形廉価型の実用化研究」「複雑形状チョコレートの新成形法の実用化研究」という2つの研究に取り組んだ。

#### ◆企業とのかかわり

企業との共同研究や先にあげたプロジェクト等を通じて、企業の実際の課題を解決していくことで、実践的な教育ができると考えられている。同大学は、先端的な研究というよりも、社会にある実際の課題解決に重きを置いていることから（社会にある課題に学んで、それを解決することで社会に貢献するという精神）、共同研究なども中小企業に目を向けている。また、産学官連携活動の特徴として、学生が積極的に関わっているという点があるという。

表面デザイン工学研究室では、卒業研究の研究テーマとして企業ニーズを実現する（課題の解決）実践的なテーマ設定を心がけている。例えば2013年度の卒業研究テーマは、切削加工研究（自動車部品加工）、ブロー成形（マネキン製造）、難作業改善（飲食）、階段昇降設備（介護機器）、自動溶接機（粉体搬送機器）などであり、これら卒論テーマのほとんどが企業との共同研究となっている。

同大学で行っているような実践的な教育を受けた学生は、企業としても鍛えがいがあるとみられている。ものづくりの基礎的なところが身につけているので、たとえば通常の学生がものづくりの習熟に3年以上かかるところ、そうした教育を受けている学生なら2年以内で済む。そうすると、職場でのローテーションが早まり、早めに企業内でいろんな経験ができ「仕事に強い」人材になりうる、ことを念頭に素形材を主体に実践的教育に磨きをかけている。

近畿大学 理工学部（機械工学科）

◆近畿大学における素形材関連研究の状況

近畿大学理工学部は、実学精神に基づき、次の時代を見据え、実社会ですぐに活躍できる人材を育成することを目標とし、機械工学科、電気電子工学科、情報学科など 7 学科が設置されている。従来の機械工学科、金属工学科、経営工学科の 3 つの学科が統合してできた機械工学科は 7 分野（材料力学、機械力学、熱力学、流体力学、材料工学、制御工学、機械設計・製図、機械工作法）に分かれ、14 の研究室がある。

素形材関連の研究室

分野	研究室	内容
材料力学分野	材料強度学	材料の疲労特性、構造物の強度解析
	破壊力学	計算幾何生成技術による材料強度評価
	計算加工力学	先端材料の変形応力解析、構造設計手法開発
材料工学分野	非均衡プロセス工学	鋳鉄材料の黒鉛生成機構の解明、鋳造用金型
	材料物性	プラズマ溶射プロセスを利用した材料開発
	複合材料	新規金属基複合材料の開発、機能性研究
	鉄鋼材料	鉄合金とセラムの接合、ハイコークス鋳鉄生産技術
機械設計・製図、 機械工作法	設計システム	金型の応力解析研究、メッシュ計算力学手法
	加工学	噴射加工研究、加工環境の改善に関する研究
	創製加工学	デジタル画像計測による金型の形状測定
	先進加工学	原子・分子レベルの表面反応を利用した加工技術

出所：近畿大学 ウェブサイト

◆機械工学科におけるものづくり教育

同学科が重視している学習・教育目標は、「ものづくり」の最も基本となる「設計の能力」を養うこととされ、設計製図の基礎から、コンピュータ上の 3 次元デジタル設計技法を含む CAD/CAM 技術まで、設計に関する知識を幅広く学習し、実践的なデザイン能力を習得するとされている。

機械工学の根幹 4 力学に「材料工学」と「制御工学」を加えた基幹 6 分野を基本とし、機械工学の基礎理論から応用実学までを学ぶ。これらを通じて、工学技術者としての基礎的素養を高め、社会に貢献できる専門的な問題解決能力の向上をめざしたカリキュラムを構成することで、教育の充実に努めている。

◆金型プロジェクト

文部科学省の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「大阪東部地域連携による先進的な金型技術の高度化研究（金型プロジェクト）」に取り組んでいる（2014年度まで）。東大阪は金型関連企業が集積した地域であり、大学の外に実際のものづくりのノウハウがあるという認識のもと、地域企業に地域の財産として継承する金型技術のデジタル化を呼びかけた。本プロジェクトは、人材育成にも役立っている。3DのCADを扱うだけでなく、実際に金型を製作し、学生金型グランプリに出場した（関西からの出場は初めて）。

来年度以降は実習工場と統合、発展させ、地域連携先端研究教育センター（ものづくり工房）とする予定であり、地域企業との連携、研究を支えるものづくり組織、学生の研究会活動の支援、ものづくり教育実習の充実といった機能をもたせることが考えられている。

金型プロジェクトの組織体制

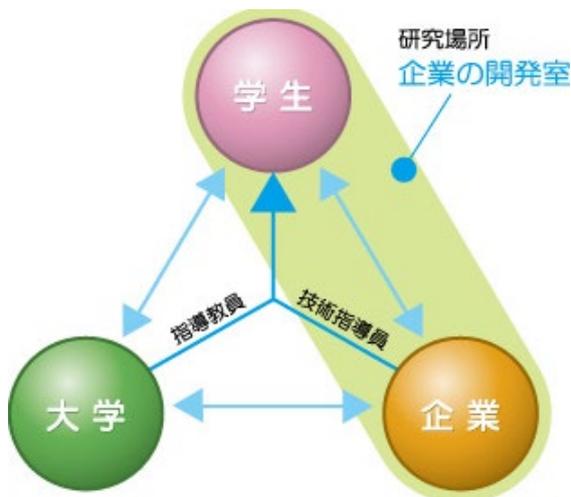


出所：近畿大学 ウェブサイト

◆東大阪ものづくり専攻

実践的なものづくり教育を大学ではなく、企業で行うという考えをベースに、企業の開発現場で最先端のモノづくりを学ぶ「東大阪モノづくり専攻」が大学院（理工学研究科）に設けられている。東大阪を中心とする特徴ある技術を有する企業の開発研究の現場に所属し、そこで研究開発の実務を経験しつつ、大学院で高度な専門教育及び研究開発の指導

東大阪ものづくり専攻のスキーム



を受けるというスキームとなっている。企業の社員としてその企業の開発現場に従事しながら（月～木）、大学で指導教員の指導・講義を受ける（金・土）。

当大学と連携する企業との間で共同研究テーマを設定し、テーマと企業名を告知して、入学希望者を募集する。これまでに、「精密機械部品の高度加工システムの開発」、「砥石製造における混合粒子の物理化学的挙動の解析」などのテーマで実施された。

出所：近畿大学 ウェブサイト

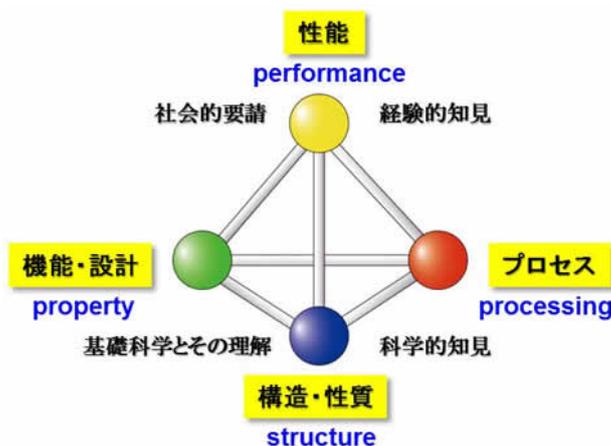
◆九州工業大学での素形材関連研究の状況

九州工業大学の工学部は、機械知能工学科、建設社会工学科、電気電子工学科、応用化学科、マテリアル工学科、総合システム工学科という6学科から構成され、合金や半導体、セラミックス、複合材料といったマテリアルを研究対象としている「マテリアル工学科」が素形材に関係する領域に該当する。

大学院の工学府には機械知能工学専攻、建設社会工学専攻、電気電子工学専攻、物質工学専攻、先端機能システム工学専攻の5専攻から構成され、「物質工学専攻」が主に素形材に関係する領域に該当する。

マテリアル工学・物質専攻は、鉄鋼、合金、半導体、セラミックス、複合材料など「もの」の性能を決定するマテリアルの構造と性質を科学的に解明し、新しいマテリアルを設計、製造して応用展開する基盤技術の根幹を成す学問領域で、高度な材料開発とともに、資源、リサイクル、エネルギー問題にも取り組むことができる技術者の育成を目指している。

マテリアル工学の教育学問体系：「構造・性質」「機能・設計」および「プロセス」の学問から構成され、これらを駆使して種々の有用な材料の「性能」向上をめざす



出所：九州工業大学 マテリアル工学科・物質工学専攻 ウェブサイト

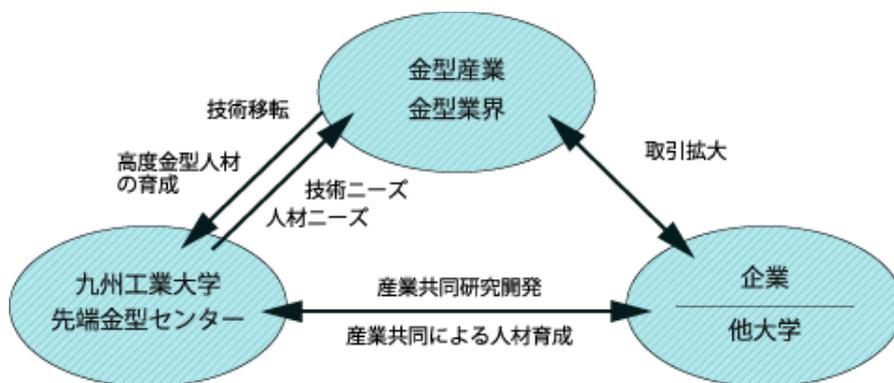
同大学が立地する北九州市には素形材関連企業が多く集積しており、卒業生の就職率は日本の大学でトップ10に入り、地元産業界からも高く評価されている。ものをつくる・組み立てるには基礎力に基づく直感性が必要で、その直感を養うための基礎教育を非常に重視している。また、実践教育となるPBLを重視し、学生の卒論や修論には企業との共同研究テーマも当てている。さらに、大学院生の3分の1はフランス、英国、米国などの海

外へ送り出し、英語によるコミュニケーション力の強化はもとより、異文化に触れることによる自己啓発を促している。海外へ出た学生は「日本のことを知らないことは恥ずかしい」という自覚を持ち、専門以外の知識を有すること、自分の意見を持つことの大切さを実感して戻ってくるといい、グローバル化はいろいろな発見につながるとしている。

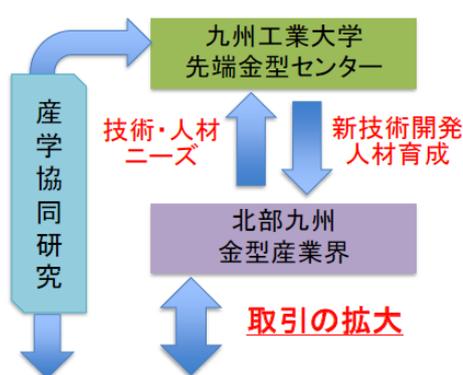
◆情報工学部 先端金型センター

現代の自動車やロボットは情報通信技術と工学の融合の成果であるように、情報工学は様々な領域と密接な関係をもっている。九州工業大学の「情報工学部」は、日本初・国立唯一の情報系の総合学部として1986年に設置され、ここに2004年に「先端金型センター」が設置された。

同大学の先端金型センターは、世界最高レベルの技術教育と研究開発を通じた金型産業における「人づくり、ものづくり」拠点を目指している。



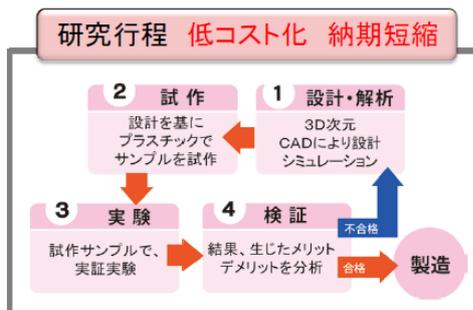
「最先端金型技術を開発し、ものづくり技術の中核人材を育成」



自動車関連 半導体産業他企業

北部九州は日本の産業拠点

- ソニーセミコンダクタ九州
- トヨタ自動車九州工場
- 日産自動車九州工場
- 東芝北九州工場・大分工場
- パナソニック・コミュニケーションズ
- 日本TI日田工場
- 三菱電機(福岡製作所・熊本製作所)
- TOTO
- 九州日本電気
- ゼンリン



第2回 日本ものづくり大賞 経済産業大臣賞受賞

経済産業省の中核人材育成プロジェクト(2005～) 「高度金型中核人材育成事業」



出所：九州工業大学ウェブサイト

## 室蘭工業大学 ものづくり基盤センター

### ◆室蘭工業大学における素形材関連研究の状況

室蘭工業大学では、平成 21 年に学科の改組を行い、改組前の 6 学科(建設システム工学、機械システム工学、材料物性工学、応用科学、情報工学、電気電子工学)から 4 学科(建築・社会基盤系、機械航空創造系、応用理化学系、情報・電子工学系)となっている。旧材料物性工学科は「機械航空創造系学科材料工学コース」となり、材料合成学研究室、材料界面制御学研究室、材料製造プロセス学研究室、材料強度学研究室、環境材料学研究室、機能材料学研究室、材料組織学研究室の 7 研究室に分かれて研究を進めている。

### ◆ものづくり基盤センターの概要

「ものづくり基盤センター」は、ものづくりに関わる実践的な教育、先端加工技術の研究、ものづくりを通じた地域との交流を行うことを目的として設置された。学生が自由に利用できる実習室、多目的加工室、機械加工室、溶接室などを備え、技術講習会や地域向けのものづくり教室などを開催している。

### 室蘭工業大学の産学官連携：ものづくり基盤センター

<p>「ものづくり」に関わる実践的な授業や課外活動の支援、先端的な加工技術の探求、地域との交流を主な柱として、教育支援・研究開発・地域連携を推進する。</p> 		
<b>教育・学習支援部門</b>	<b>基盤研究部門</b>	<b>地域連携部門</b>
<p>学生の、学生による、学生のための本学オリジナルの新しい学内活動</p>  <p><b>エコランプロジェクト</b> 「本田宗一郎杯 Honda エコマイルレッジ チャレンジ2011」 市販車クラス優勝 燃費：283.039km/L</p>	<p>ものづくり基盤技術の開発</p>  <p style="text-align: center; color: red;">エコ・リサイクル型ものづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境影響を視野に入れたものづくりができる人材を育成</li> <li>・循環型社会の実現に寄与する若手高度技術者の育成</li> <li>・循環型社会の実現に向け、これに寄与する若手高度技術者の育成</li> </ul>	<p>地域との交流を深め「ものづくり」が身近な楽しいものであることを目指して</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・近隣の小中学校との交流、地元企業等と連携、一般市民とのふれあいなど、学外での活動</li> <li>・青少年、対し「ものづくり教室」「テクノカフェ」を通し「ものづくり」を体験</li> </ul>

出所：室蘭工業大学ものづくり基盤センター長 清水一道教授 提供資料

### ◆育成を目指す技術者像

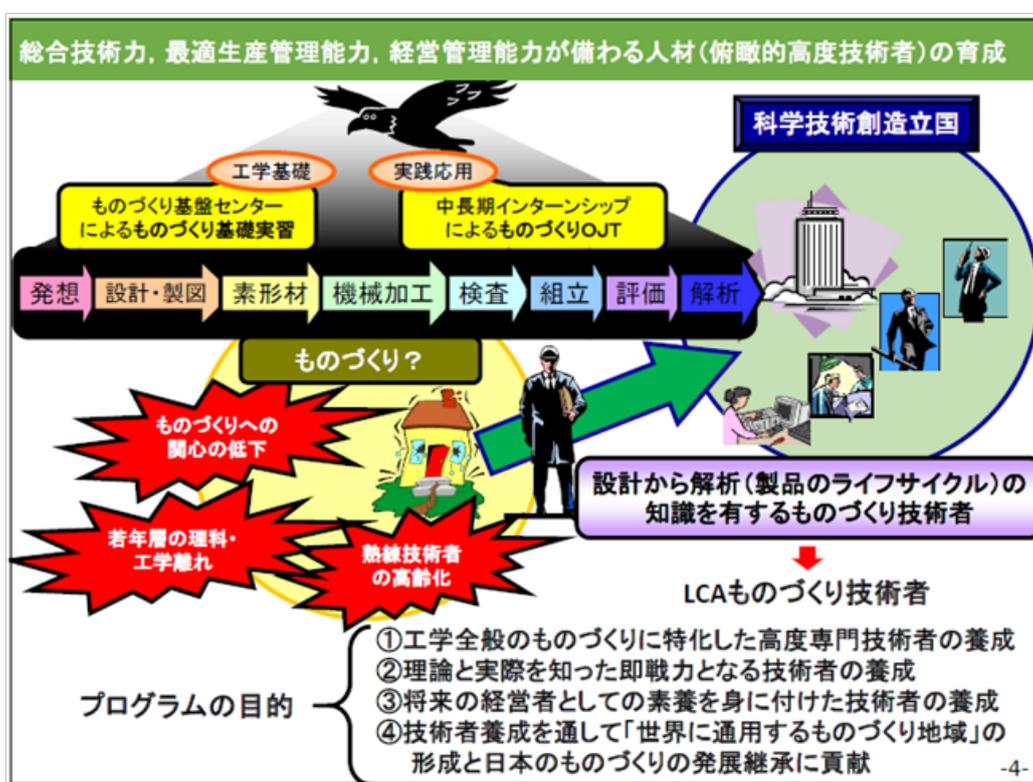
産業界では機械工学の基礎科目や、材料学、加工学などの技術に係る基礎知識の向上が重要視されているとの認識の下、同大学では多様な要素技術の集積である素形材技術の知識および能力の涵養を図る上で必要な製造現場体験を重要視し、演習や実際の工場見学などを行い、製造工程管理の経験や顧客のニーズを的確に捉えるための能力等を養うことを課題とし、かつ目標としている。また、室蘭工業大学では全学的なPBL型演習の導入を進めている。

- ◎ 工学全般のものづくりに特化した高度専門技術者を養成すること
- ◎ 理論と実際を知った即戦力となる技術者を養成すること
- ◎ 将来の経営者としての素養を身に付けた技術者を養成すること
- ◎ 技術者養成を通して「世界に通用するものづくり地域」の形成と日本のものづくりの発展継承に貢献すること

### ◆産業界と連携した人材育成への主な取組み

#### ✦ 産学連携人材育成事業(産学人材育成パートナーシップ等プログラム開発・実証事業)

経済産業省から2008年度「産学連携人材育成事業(産学人材育成パートナーシップ等プログラム開発・実証事業)」の委託先として採択され、室蘭工業大学を中心とした産学連携体制のもと「素形材から機械加工・検査までの一貫生産実習とものづくりバードアイ技術者の育成」としてカリキュラム開発、実証講義などを行ってきた。



出所：室蘭工業大学ものづくり基盤センター長 清水一道教授 提供資料

一連のものづくり工程（鋳造から切断・切削・研削・溶接等の一般機械加工装置を最大限利用して、設計製図・材料から加工・検査に至る一連の基礎工学ならびに必要な要素技術）を科学的・理論的に理解でき、その理解の上で各生産工程に関与しつつ、製品出荷までのプロセス全体を統括・管理できる人材を育成することが目的であり、室蘭工業大学のカリキュラムの一部として自立化することを目指し進めている。

#### ✦ ものづくり分野の人材育成・確保事業（高度ものづくり人材育成講座事業）

2010年度の全国中小企業団体中央会の「ものづくり分野の人材育成・確保事業」に採択された事業。「素形材分野における設計、加工、検査、製品出荷までのプロセス管理能力を有する若手技術者の人材育成事業」として、工学的知識のみならず、技術的素養、問題解決能力を身につけ、ものづくりの工程を俯瞰できる人材（生産俯瞰人材）に必要とされる技術・経営・教養（基礎工学）・技能の4つの素養を持ち、今後20年間素形材分野で世界をリードすることができる若手技術者の育成を目指すことを目的とした講座を開設した。

#### ✦ 理系女性応援プロジェクト

女子の理系進学をサポートするための「理系女子応援プロジェクト」を（公社）日本鋳造工学会の援助を得ながら進めている。女子学生の理系に対する経験不足による興味関心の低下、理系に対する苦手意識、就職や大学生活への不安などを払拭することが目的で、宿泊を含めた2日間にわたり、錫を使用したペーパーウェイト作り、北海道の形をあしらった型を用いた鋳鉄による鋳造体験、定められた規格と道具で内部の卵を割らないパッケージを作りその性能を競うコンテスト、ネジ切り実習など多岐にわたっている。

### 第2回理系女子応援プロジェクト

目的:女子学生に対して、「ものづくり日本」の技術、理系に対しての関心を高めること

開催日:H25年9月29日30日(1泊2日)  
 参加者:22名(北海高等学校 女子学生)  
 内容:鋳造に関する講義および実習(安全講習、鉄の溶解、ねじ切り加工、鋳造実習)  
 卵パッケージコンテスト、工場見学(新日鐵住金(株)室蘭製鐵所)  
 現役女子学生・女性教員との座談会(ランチミーティング)



出所：室蘭工業大学ものづくり基盤センター長 清水一道教授 提供資料

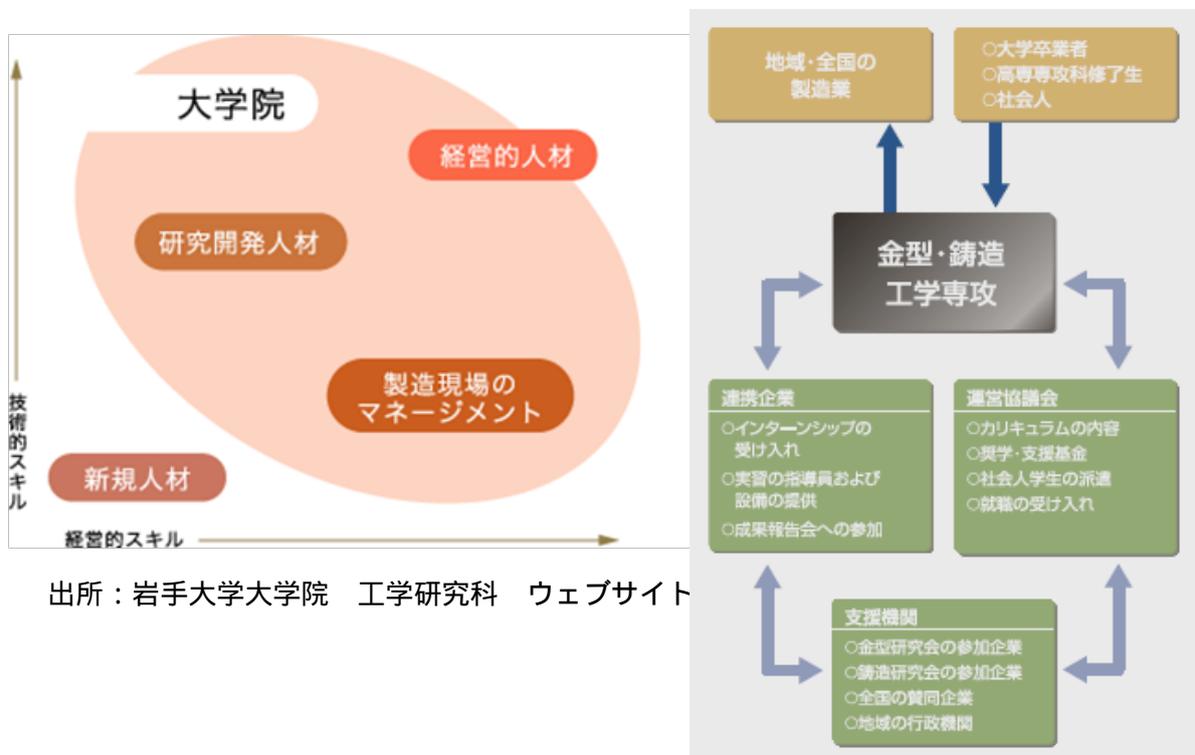
◆岩手大学大学院での素形材関連研究の概要

同大学の大学院工学研究科に平成 18 年 4 月に開設された「金型・鋳造工学専攻」は、日本のものでづくりを支える金型と鋳造の基盤技術に特化した日本で初めての大学院である。

岩手地域の金型産業は時計部品、電気機械工業、自動車製造などに関して高い水準にあるほか、鋳造も南部鉄器などの工芸品の伝統があり、自動車エンジンや機械部品として高い水準を保持している。これらの分野で世界の拠点となるには人材の育成が急務であることから、地域のニーズに密着しながら、日本のものでづくりの発展進化を願い、理論と実際の製造工程を知り、経営的センスを兼ね備えた専門の高度技術者を養成している。

産学官連携による人材育成に力を入れており、長期インターンシップ(6ヶ月)、産業界のニーズに合ったカリキュラムの作成、社会人の積極的受け入れ、テーラーメイド教育といった特徴のほか、実務経験者を教員に迎え、国内最新鋭の設備も導入している。

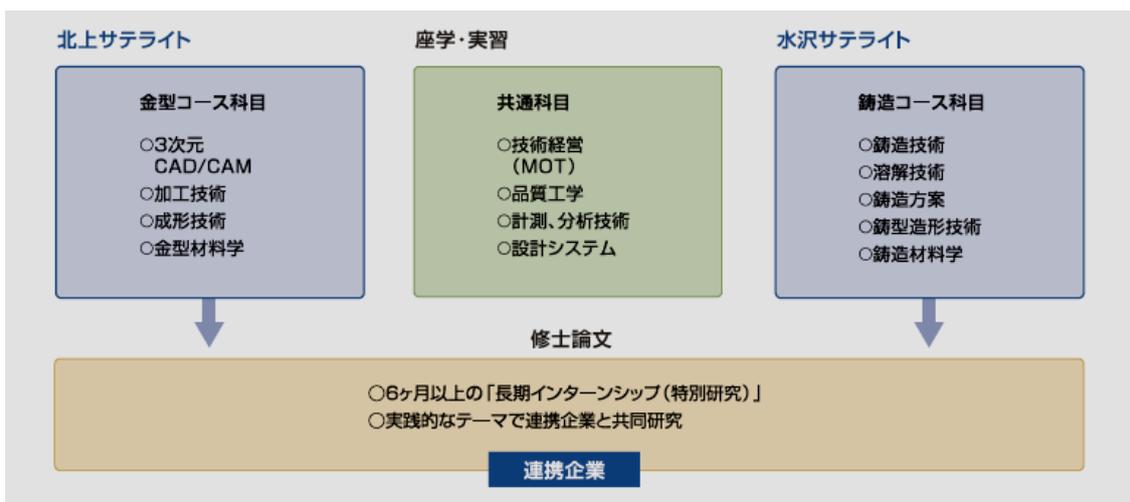
経営的センスを兼ね備えた専門の高度技術者を養成



### ◆金型・鋳造工学専攻のカリキュラム構成

金型・鋳造工学専攻は「金型コース」と「鋳造コース」に分かれ、北上サテライトに「金型技術研究センター」が、水沢サテライトに「鋳造技術研究センター」があり、共通科目の座学・実習として技術経営（MOT）や品質工学などを学ぶ。

#### 金型・鋳造専攻のカリキュラム構成



金型コース		鋳造コース	
専門科目	実習科目	専門科目	実習科目
金型材料学特論	金型設計実習	鋳造材料学特論	溶解技術実習
設計システム特論	金型加工技術実習	設計システム特論	鋳造方案実習
金型加工技術特論	成形技術実習	溶解プロセス特論	鋳型造形技術実習
成形技術特論	検査分析実習	鋳型造形技術特論	検査分析実習
成形材料学特論	金型製作実習	鋳造複合化技術特論	鋳物製造評価実習
計測・分析技術特論	特別研修	鋳造生産技術特論	特別研修
金型表面技術特論	特別研究	計測・分析技術特論	特別研究

出所：岩手大学大学院 工学研究科 金型・鋳造工学専攻 ウェブサイト

### ◆融合化ものづくり研究センターの概要

岩手大学工学部が得意とする金型・鋳造・デバイスの研究開発分野に特化し、融合化した研究開発を行うための「融合化ものづくり研究センター」が平成19年度に新設され、各技術の高度化、新産業・新製品の創出、学際的な研究拠点の形成、国際的な研究者や技術者の育成をめざし、地域連携融合型のものづくり拠点の構築に取り組んでいる。同センターは、北上サテライトの「金型技術センター」、水沢サテライトの「鋳造技術研究センター」に加えて、花巻サテライトの「複合デバイス技術研究センター」の3分野それぞれに特化した附属の技術研究センターから構成されている。

### < 金型技術研究センター >

金型技術研究センターは「金型技術」をテーマとする日本初のセンターで、工学部の基礎研究部門のほか、産業集積地の北上市に「新技術応用展開部門」(北上サテライト)を構えている。金型技術に関わる「技術研究の高度化」「国際的な拠点の確立」「先端的水準の研究成果の地域産業等への提供」「高度専門技術者の育成」「新技術・新商品の開発を通じた地域産業等の国際競争力の向上」を目的としている。



出所：岩手大学 融合化ものづくり研究センター ウェブサイト

### < 鑄造技術研究センター >

鑄造技術研究センターは地域と大学との連携のもと、鑄造技術の研究開発を通して、ものづくりに関わる地域の産業振興を図っており、大学キャンパスの「基礎研究部門」と奥州市水沢区の「新技術応用展開部門」(水沢サテライト)が設置されている。鑄造技術研究センターにおいても、研究開発はもとより産学官連携による共同開発、学生・社会人、地域技術者の人材育成、地域のものづくり教育支援、中国や韓国などの大学との技術研究の国際交流拠点づくりを担っている。

#### ◆岩手マイスター育成プロジェクト

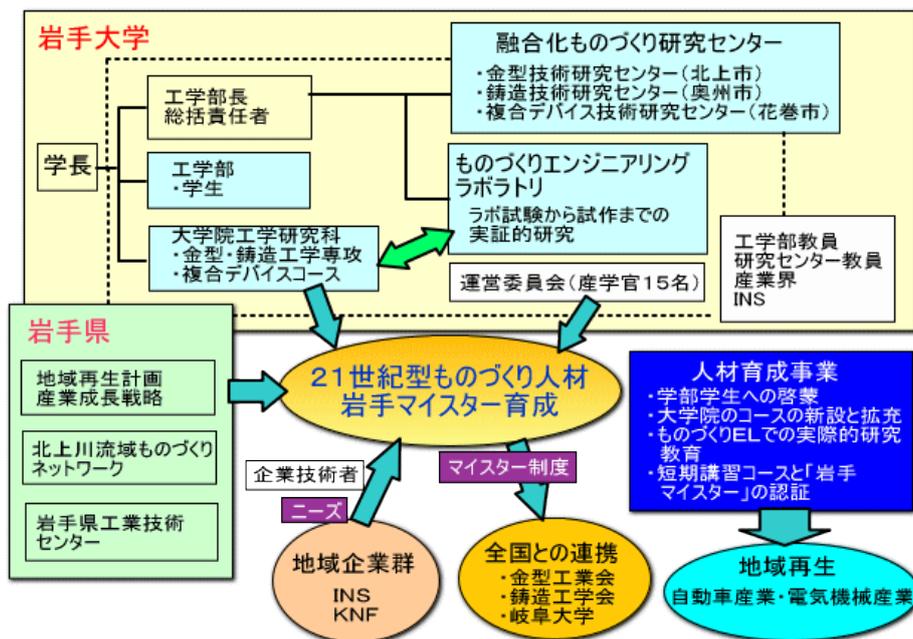
岩手大学は平成 19 年度の文部科学省の科学技術振興調整費「地域再生人材創出拠点の形成」に採択され、「21 世紀型ものづくり人材岩手マイスター育成」を実施している。地元で活躍し、地域の活性化に貢献しうる人材の育成のため、地域の大学と自治体が連携しつつ、地方分散型の多様な人材を創出するシステムを構築することを目的としている。

この事業は平成 19 年の開始から 5 年間は文部科学省の事業であったが、岩手大学では同事業を引き継ぎ、現在も継続して実施している。費用は年間一万円で、講義をいくつでも受けることができる。座学のみで取得できるのはマイスター補で、その後、実務経験 5 年を経て認定試験を受けてマイスターの資格が授与される。マイスターコースには企業から社員がマイスター取得のために派遣されるケースと、大学院生がマイスター補の資格を取った上で企業に就職するケースのどちらも見られる。

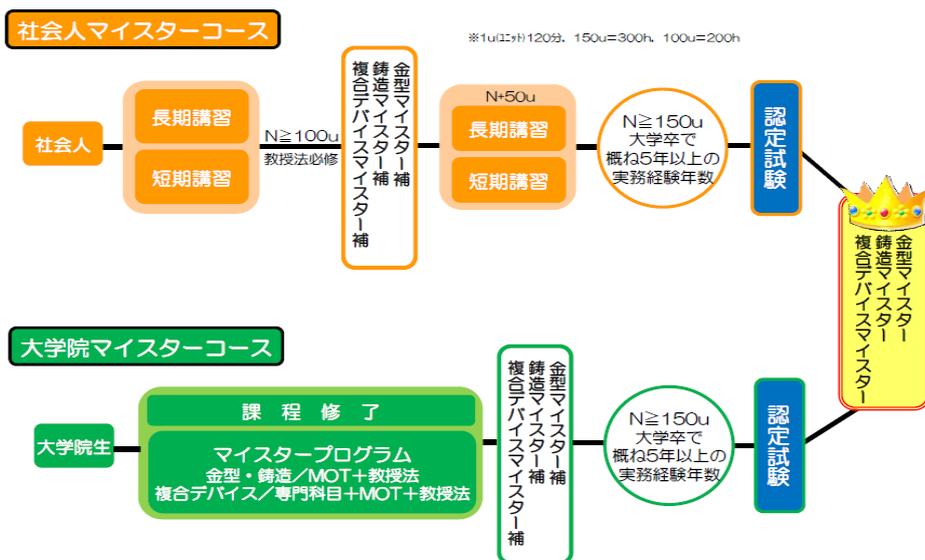
マイスターコースは「金型技術コース」「鋳造技術コース」「複合デバイスコース」に分かれ、それぞれの技術についての講義に加え、MOT 科目が設けられている。MOT 科目については大学の経営学の教授や企業経営者を講師として迎えている。また、カリキュラムを決定する際には運営委員会を設置し、地元企業等と協議の上決定している。

平成 25 年 3 月までに、15 人のマイスターと 87 人のマイスター補が誕生している。

### 岩手マイスターコースの実施体制

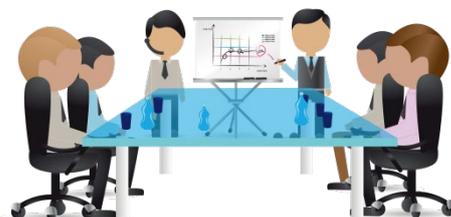


### 岩手マイスターコースの概要



出所：岩手大学ウェブサイト

## 第7章 若手技術者として期待される学生の意識調査



### 1. 調査設計

#### (1) 調査概要

素形材に接点のある大学工学部の学生及び高専生を対象に、グループインタビューを実施した。

##### □ 調査目的

少子化の進展に加えて、大学や高専で素形材を教える学部や学科そのものが減少しており、また、若者のものづくり離れも懸念されており、いかにして若手エンジニアに素形材産業へ関心を持ってもらうかは大きな課題となっている。

そこで、大学工学系の学生や高専生は「素形材産業」「中小製造業」の実態についてどの程度の知識やイメージを有しているのか、また、就職に対してどのような希望や考えを持っているのかを調査し、今後、中小企業を含む素形材企業が若手エンジニアを確保・育成していくための取り組みに資する情報を収集し、施策反映に活用する。

##### □ 調査対象

大学工学部で素形材分野を学んでいる就職を控えた大学3～4年生または大学院生  
高専生の5年生または専攻科の学生  
(進学者が含まれていてもよいが、過半数は卒業・修了後に就職する学生)

##### □ 調査方法

グループインタビュー

##### □ 実施方法・リクルートの条件

大学工学部の素形材研究科や高専に協力を要請し、研究室の学生をリクルート  
1 大学(高専)につき、1グループで実施  
1グループには、なるべく女子学生1～2名を含める

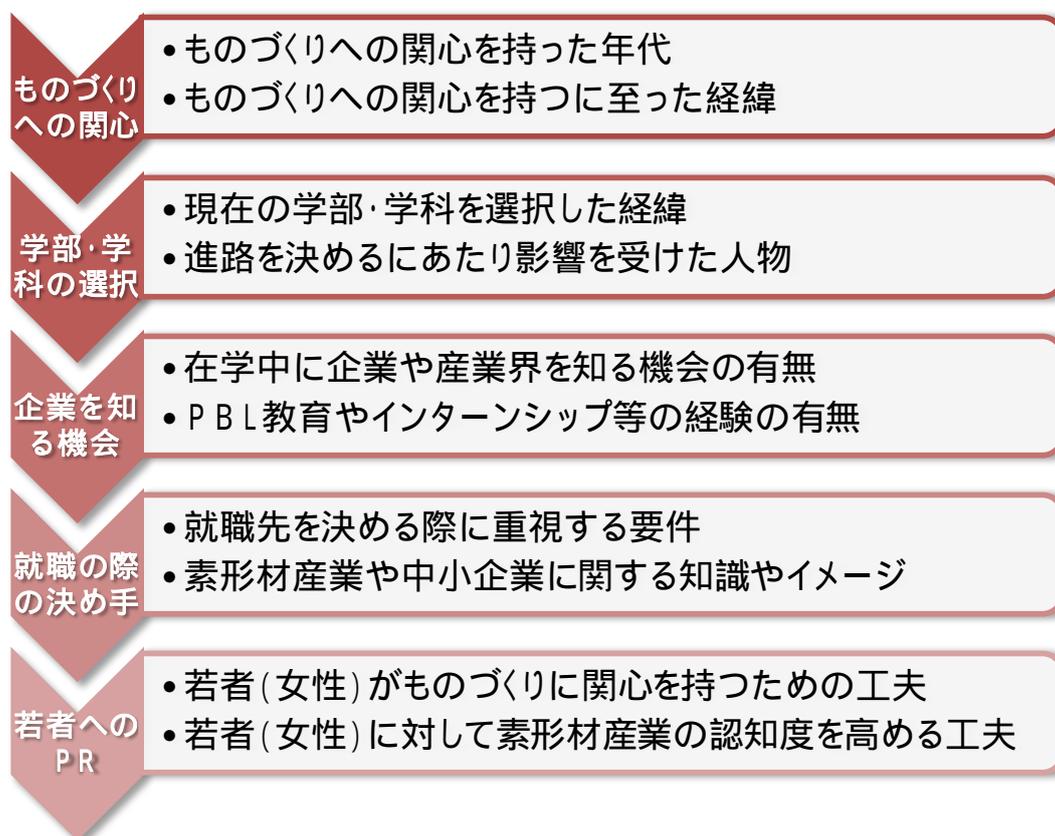
##### □ 調査実施時期と調査会場

2015年2月～3月にかけて、4大学、1高専で実施  
調査会場は大学または高専の会議室を利用

学生に対するグループインタビュー結果の詳細は「素形材人材戦略」を参照されたい。

## (2) 調査項目

学生への主なインタビュー項目は以下のとおり。



## (3) 調査対象者のプロフィール

No	学年	性別	進路	学生からの特徴的なメッセージ
国立工業大学				
1	M2	男性	中小企業に内定	小学校時代の工場見学はインパクトが大きく、早い段階からものづくりに慣れ親しむことが重要。大学全体として産学連携が活発で、入学式から企業関係者(大学OB)が参加、毎週のように大学OBによるセミナーも開催され、卒論・修論も企業との共同研究が中心で産業界のことを知る機会は豊富であるが、1~2年生の頃にとにかく現場を見せるべき。グローバルニッチトップ100選など優れた中小企業の情報をもっと学生に届くように情報発信してもらいたい。
2	M2	女性	中小企業に内定	
3	M2	男性	大手企業に内定	
4	M1	男性	修了後は就職予定	
5	M1	男性	修了後は就職予定	
6	B4	男性	大手企業に内定	
7	B4	女性	大手企業に内定	
8	B4	女性	中堅企業に内定	
9	B4	男性	大学院進学	

私立工業大学				
1	B3	女性	卒業後は就職	ものづくりへの関心は親の仕事などの影響も大きい。ものづくり=かっこいいというメッセージの発信が若者には必要。中小企業は職場環境や福利厚生が遅れているというイメージがあり(女子学生の指摘)安心して働けることができるという情報発信力強化を。インターンシップは企業を知るよい機会。
2	B3	女性	卒業後は就職	
3	B4	男性	中堅企業に内定	
4	B4	男性	大手企業に内定	
5	B4	男性	大手企業に内定	
6	B4	男性	大手企業に内定	
公立大学工学部				
1	M2	男性	大企業に内定	首都圏には工場が多く、地方よりも工場見学できる機会に恵まれている。大学1年などの早い時期に中小企業を含めて生産現場をもっと見るべき。そうすれば、早い段階から学問も就職も方向性が見出せる。“素形材”が世の中にどう役立っているのか、もっと世間一般にアピールして、親世代の意識も変えるべき。
2	M2	女性	大企業に内定	
3	M1	女性	修了後は就職予定	
4	B4	男性	大学院進学	
5	B4	男性	大学院進学	
6	B4	男性	大学院進学	
私立大学工学部				
1	M2	男性	大企業に内定	ものづくりへの関心は親の職業や夏休みの自由課題などの身近なところに影響される。工学部でありながら座学中心、特に大学1~2年はモチベーションを上げるためにも実習がもっと増えた方がよい。就職先を検討する際には企業規模より仕事の中身を重視。女子学生は機械工学=工場(現場)=汚いという発想をしがち。女性が増えれば若手も増える。
2	B4	男性	中小企業に内定	
3	B4	男性	大企業に内定	
4	B4	男性	大企業に内定	
5	B4	男性	中小企業に内定	
6	B4	男性	中小企業に内定	
国立高専				
1	専2	男性	メーカー内定	子供時代からものづくりが好きでエンジニアになりたいというイメージがあり、高専は就職率も高く、専攻科や大学へ進学することもでき、いろいろな可能性がある。大学工学部に比べて実技が充実している点が高専の良さであり強み。就職先は知名度より自分の専門性が生かせるかどうかを重視。専攻科は学会発表を必須としておりやりがいがある。今後はプレゼン技術や英語によるコミュニケーション力向上につながる授業の強化を望む。
2	専1	男性	修了後は就職	
3	専1	男性	修了後は就職	
4	本5	男性	専攻科へ進学	
5	本4	男性	専攻科進学希望	
6	本4	男性	就職希望	
7	本4	男性	就職希望	

B(学部) M(大学院) 専(専攻科) 本(本科) 数字は学年

大学工学部の学生へのグループインタビュー対象者には、高専出身者が3名、工業高校出身者が2名含まれている。

## 2. グループインタビューの結果

### ●ものづくりへの関心

- 父親の職業や家業が影響して物心ついた頃からものづくりに関心があった、という学生が少なくなく、ものづくりへの関心は親の職業など身近な家庭環境などが影響している。
- 次いで、小学生の頃の自由課題を通して関心を持った、図画工作の時間が楽しかった、理科実験でマジックのような体験に感動したという意見もあり、全般に学校の学科としての授業よりは「体験学習」がもたらすインパクトが大きい。
- 工業地帯に立地している大学の地元出身者からは「子供時代からものづくりを身近に感じている」「親や親戚も製造業で働いている」という意見や、「小中学校の工場見学はものづくりへの関心を高めるには効果がある」との指摘もあるように、ものづくりへの関心は身近な環境が大きく影響していると考えられる。
- 高専生の特徴としては、親や兄弟などの影響も大きいですが、小学生くらいの頃からプラモデルづくりやラジコンに熱中した、車や電車が好きだったという学生が多く、かつ、だんだんと「どうやって動いているのか、その仕組みや内部構造に関心を深めるようになり、その結果、高専へ進学することになった」という回答が少なくなかった。

親の職業をはじめとする身近な環境が影響する。子供時代の工場見学も効果あり。

- ・父親が機械工学出身で、機械いじりが好きだったことがものづくりへの関心につながっている。
- ・父親が建設関係の仕事を営んでおり、母親も自動車会社に勤めていて、幼少の頃から親の作業場に入出入りすることが多かった。
- ・父親が一級建築士で、小学生の時に父親がつくった建築物を見て親の職業にかっこいいとあこがれた。そこからものづくりへの関心が高まり、最終的には動くものに関心が惹かれ、自動車関係を学びたいと思うようになった。
- ・両親とも理系で、おもちゃがレゴブロックなど
- ・学校の図画工作などでもものをつくるのも楽しかった。夏休みの課題の自由工作をきっかけにものづくりへの関心が高まった。(多数)
- ・小学生の頃からものづくりが好きだった。工場見学などで生産現場を見ることも好きだった。
- ・地元がものづくりの街。住んでいた環境がものづくりへの関心に影響したかもしれない。学校の社会見学も地元の工場だった。
- ・物心ついたころから電車が好きで、最初は単純に格好いい、速いなと思っていたが、学年が上がるに従って内部構造や機構に関心を持った。(高専生)
- ・小学校くらいのときに車のラジコンが好きだった。どうして動いているのか興味を持ち、次にどうやったら作れるのかと関心を持ち、ものづくりに関心を持った。(高専生)

#### ☛ 若者のものづくりへの関心を高める方策

“鉄は熱いうちに打て”を文字通り実践し、小学生などの極力早い段階からものづくりの楽しさを実感する見学・体験の場を増やす。工業集積のある地域であれば、地域の中小企業が連携して工場見学の受け入れを行う方法もある。親の職業の影響も大きいことから、父兄の協力を得た授業を展開することも効果的（例：建築士や企業のエンジニアなど、専門性の高い仕事に就く親が、小学校でものづくり教育に協力している学校もある）。また、楽しいだけではなく、「どうして?」「なぜ?」と疑問を持たせ、自らものづくりに係わってみたいという関心を引き出す工夫もあった方がよい。

#### ●進学理由、学科選択理由

- 現在の学部・学科を選択した理由としては、数学や物理が得意（好き）で工学部を選択した、工学部の中でも「機械工学（今回のグループインタビュー先の中心）」を専攻したのは就職の際につぶしがきくから、といった理由が少なくなかった。今回のグループインタビューの対象者の大半は小学生などの早い段階でものづくりへの関心を持った学生であるが、将来の職業を具体的に想起して学部・学科を選択している学生はほとんどいない。日本の場合、学部・学科の選択と職業との結びつきが希薄なためと考えられる。
- その一方で、多くの学生から指摘されたことは、“（材料工学を含む）素形材は職業と結びつくイメージが希薄である”という点。矛盾するようであるが、学生は具体的な職業までを想起して学部・学科を選択していないものの、漠然と「ロボットをつくりたい、自動車をつくりたい、航空機に関係する仕事をしたい」というイメージは持っている。しかし、工学部の学生からも「大学へ入るまで、材料や金型が自動車や航空機にどうかかわってくるかというイメージが湧かなかつた」「大学で勉強するようになって初めて、材料工学や金型などの生産技術が自動車や航空機をつくる上でどれほど重要かが分かり、自分の学問に自信を持った」という声が聞かれた。
- その典型例が工学部の女子学生の少なさに現れている。女子学生からは「理系の女性がバイオなどの生物系を選ぶのは、クリーンなイメージだけではなく、将来に就く職業イメージが湧きやすいから」「材料や素材を研究した女性のロールモデルを示せば、もっと女子学生が増えるのではないか」という意見が出された。
- なお、学科を選択する際に「学科名称が持つイメージの重要性」を尋ねたところ、大半の学生は「材料よりはマテリアル、設計よりはデザインといった横文字がかっこいい印象、鋳造や冶金はちょっと・・・」と、学科名称の持つイメージは学科選択に影響するという回答であった。しかし、一部の学生からは「学科名から専門性を判断しにくくなっているので、就職活動で自分の専門を説明するのに苦労した」「（大学受験にある程度影響力のある）親世代が理解できない学科名が増えている」「自分が学びたい

学問がどの学科なのかを知るのにとっても苦労した」と、横文字の多用に苦言を呈する意見も聞かれた。

- 高専生は「担任や親から高専を薦められた」というパターンが非常に多い。担任や親から言われるまでは高専の存在を知らなかった学生が大半で、学校教師や親の影響は非常に大きい。ただし、高専を薦めた教師でも「高専の詳細については知らなかった」というケースが大半で、学生は自ら高専について調べたり、オープンキャンパスに参加したりして高専のよさを確認し、進学を決めたというケースが多い。親が進めるケースは、親が高専についてもよく理解している場合で、高専側も「親や兄弟が高専出身というリピーターの入学者が多い」と分析している。
- また、高専生は最初からエンジニアになりたいという将来像を描いている学生が少なくなかった。

### 若者には将来の職業をイメージさせるような学科アピールが有効

- ・数学や物理は理論中心の学問で、それはそれで面白かったが、実社会との接点が大きいのは工学部だと考え、大学は工学部へ進学した。
- ・電気電子、物理、数学、精密機械とかいろいろあったが、機械工学であれば、全体的に学べるかなと思った。将来の就職について、まだはっきり決まっていたわけではないので、機械だったら、ぎりぎりどこかが採ってくれるだろうと考えた。
- ・学科選びのときは、親の助言が大きかった。機械工学は就職がいい、就職に強いと言われて選んだ。
- ・自動車や航空宇宙をやりたくて学科を探していた。だが、調べていくうちに、自動車科というものはなく、機械工学が関係しており、機械工学の方が間口が広いことが分かった。(この種の意見多数)
- ・高校生では、具体的なイメージが持てない。イメージできるのは、車とか飛行機とか、そういうものばかりになる。
- ・工学部の女性の活躍の将来イメージがつかめない。
- ・理系の女性は生物系に関心を示す場合が多い。生物系にいった方が、将来どういった職業に就くかというイメージが見えやすい。将来の職業をイメージしやすいということは、将来の専攻を考える上で割と重要である。
- ・中学生のときから理科と数学は得意で、将来は自動車などを設計するエンジニアになりたいと思ったので、父親から高専の話聞き、普通高校よりは高専がよいと考えた。オープンキャンパスに参加したら、実際に旋盤を使って切削して文鎮を作り、やはりものづくりは楽しいと実感した。(高専生)
- ・技術、理科が好きだったので、普通高校ではなく工業系がいいと思っていた。そこで工業高校を受験しようと考えていたら、兄から高専を強く勧められた。最初、5年制に不安を感じたが、エンジニアになれなくても就職の幅が広いと思ったので、高専にした。(高専生)

#### ☛ 素形材分野の学科へ進学してもらうための方策

素形材が生活の身近なところでどう役立っているのか、たとえば自動車や航空機も素形材の力で成り立っているということを、若者に分かりやすく伝える必要がある。また、素形材を専攻した場合、将来どのように社会で活躍できるかというイメージも必要で、素形材を学ぶ学生のロールモデルを示すことが若者や女子学生の獲得につながる。なお、高専生は最初からエンジニアになりたいという職業イメージをもっている場合が多い。教師や親への働きかけて、ものづくりへの関心を持ち、工業系を勉強したいと考える若者に高専進学の道を拓くなどの取組みも必要である。

### ● 産業界を知る機会

- 卒論や修論に企業からの課題テーマを与える実践的教育（PBL）に力を入れている大学では、このPBLを通して企業の技術者と話をしたり、相手先企業を訪問する機会につながったりする場面が増え、特に中小企業とのPBLに力を入れている大学では、学生が中小企業を知るよい機会にもなっている（ただし、共同研究やPBLの連携先が必ずしも就職活動に直接リンクするとは限らない）。こうした機会がない大学では、工学部の学生とはいえ、在学中に産業界との接点がないまま就職活動を迎えることとなる。
- 大学OBや企業講師によるセミナーや講義は「面白い」と評判がよい。ただし、単位にならない（必修ではない）講義やセミナーはモチベーションの高い学生しか受講しないという意見が多い。大学1～2年生ではまだ社会への関心が浅く、就職が目前に迫った3～4年生ではタイミングが遅すぎるといった意見があり、大学の1～2年生向けに企業見学や工場見学といった産業界を知る経験を与えるプログラムをつくった方がよいとの意見が少なくなかった。
- 高専生からもOBから産業界の実態を知ることができるという理由で、OB訪問によるセミナーや講義は評価が高い。特に、卒業して間もない年齢の近いOBには何でも聞くことができると、身近な先輩クラスのOB訪問を歓迎している。
- また、「現場を見せる」ことの重要性は、どの大学の学生からも聞かれた。講義やセミナーといった話を聞くのではなく、「実際のものづくりの現場をとにかく見せる」ことで学生が学ぶもの、感じ取るものは大きく、それが後に就職を考える際に大いに役立つとの意見である。
- インターンシップを経験した学生からは、企業を知る非常によい機会になったと高い評価が得られている。しかし、インターンシップは大企業に集中する、中小企業に行きたくても枠が少ない、といった指摘もなされた。
- 高専生からは、インターンシップで自ら企業の中に入っていき、実際に手足を動かす経験をするよりは、人の話を聞くことよりも（ものづくりの）理解につながるとの意

見があった。(この高専ではインターンシップは必須で実施しており、なおかつ、インターンシップ先では具体的な課題を与えてもらうようお願いしているとのこと。)

### 企業との共同研究やインターンシップは産業界を知るよい機会

- ・大学の入学式の歓迎会で、学科別に企業の方(OB)が話をされる機会がある。これは入学早々、結構印象に残る。
- ・高専OBから、今やっていることが将来的に役立っていることを聞いたときは感動した。勉強にも実が入る。(高専生)
- ・研究室の特徴として、卒論や修論は必ず企業との共同研究を扱う。その共同研究を通して、会社へ出向いたり、企業の技術者と話をする場が持てた。
- ・毎年同じ授業を繰り返す教授もいるが、それに比べて企業講師は一生懸命話しをしてくれるし、資料も豊富に用意してくれる。普段、聞けないような話もしてくれるので、こういう授業は増やしてほしい。
- ・企業講師から「現場を知らないエンジニアの設計は駄目だ」という話を聞かされて、現場の重要性が認識できた。こういう生の声は貴重である。
- ・産業界のことを知る上では、セミナーなどの話を聞くだけではなく実際に現場を見たほうがよい。「こういう方向に向かって勉強するのだな」というイメージも持てる。
- ・大学入ってすぐ、自費でアメリカのボーイング社の工場を見るツアーに参加した。塗装前の機体の組み立て現場をみて、こんな金属が空を飛ぶのは凄いなと思った。こういうインパクトはとても大きくて、それで頭がカチッと切り替わった。こういうものをつくりたい、こういう仕事をしたいと思って学問を学ぶのと、そうでないのとでは大きな違いがある。
- ・インターンシップは非常によい経験になった。その企業を知ることに加えて、「社会人とはどういうことか」を学ぶ機会となった。
- ・インターンシップは共同研究とはまた違う形で会社を知る機会になる。単位にならないと取らない学生が多いが、必須にすべきではないか。

#### ☛ 学生に産業界のことを知ってもらうための方策

学生に「現場をみせる」ことが産業界への理解につながり、ひいてはその後のキャリア教育にもつながっているため、共同研究やPBLも含めた実践的教育と並行して、業界挙げてこの問題へ対処すべきといえる。我が国は国内に洗練されたものづくりの現場があり、その最先端を見せることは、小学生の頃の工場見学以上の大きなインパクトを工学系の学生にもたらすものと考えられる。

同時に、大学と企業の共同研究やインターンシップの拡充を図ることが望まれる。企業と大学との共同研究は、学生が企業の実態を知るよい機会であり、中小企業への理解を深める場にもなっている。

## ●素形材や中小企業のイメージ

- 「素形材」という言葉が工学部の素形材分野の学生にもほとんど浸透しておらず、「はじめて聞いた」という学生も少なくない。また、「鍛造」の研究を手がけている大学院生が、「鍛造業」という言葉と自らの研究領域がまったく結びついていないこともある（本人は「材料工学」と認識している）。つまり、素形材業界が「素形材分野の学科を学んでいる学生さん」と捉えていても、学生本人にはその認識が非常に希薄（あるいは、全くその意識がない）であることが判明した。
- 今回、学生のグループインタビューではなく、素形材を研究する大学へのインタビューで出てきた事例であるが、学生を積極的に学会活動に参加させている場合、業界と学生との距離が縮まっているようだ。（たとえば、金属材料の研究をする学生が、日本鑄造工学会で論文発表を行うことで、学会活動を通して鑄造業界の技術者と接点を持ち、業界事情にも明るくなるという指摘である。学会活動は素形材業界を知ってもらうのみならず、中小企業を知るよい機会になるとの指摘もあり、中小企業も学会活動に参加することで学生との接点を持つチャンスが膨らむと考えられる。）
- また、素形材が最終的にどのような製品や技術に役立っているかというイメージが湧かないことから、就職を考える際に「自動車」といった具体的な製品を想起できる業界を選択してしまう傾向が読み取れた。前述した「材料工学や機械工学を学ぶ学生のロールモデル」を示すことで、素形材の具体的な出口をイメージさせることが必要と考えられる。
- 中小企業については、必ずしもマイナスのイメージではなく、「中小企業の方がやりやすいことができる」とポジティブに捉えている学生も少なくない。問題は、大規模な広告キャンペーンを打つ大企業に比べて中小企業の情報発信力は乏しく、中小企業の情報を探している学生に情報が届かないこと。情報が溢れる中で、学生も欲しい情報を得るのに苦労している。
- 指導教官が優秀な学生と太鼓判を押す大学院生が、あえて中小企業への就職を選択したケースもあった。中小企業は経営者の生の声が学生に届くというメリットもあり、両者がマッチングする機会をいかにつくるかが課題といえる。（このケースでは学生の要望を踏まえて、指導教官が橋渡しを行った。）
- 一方、女子学生からは「女性が結婚、出産を経て働き続けるには、大企業の方が福利厚生や制度が充実している」という意見が少なくない。中小企業経営者の一言で就職を決めた院卒の女子学生もいるように、実際は中小企業の方が社員一人ひとりの実情に配慮できるケースが少なくない。また、本調査で実施したアンケート調査でも、女性社員の定着率は大企業より中小企業の方が高くなっている。ただし、「ロールモデルとなる女性の先輩社員がいる」「女性の活躍を後押しする取組みが社内制度として明文化されている」方が女子学生の安心感を引き出すことができるのは間違いない。
- （機械工学科の）高専生は実技を学んでいるので素形材産業を正しく理解している。

## 学生と素形材業界、中小素形材企業との橋渡し機能の強化を

- ・車のCMなどは興味を引かれるが、材料系だと「使う」という行動が最終的にどういうものに結びつくのか、理解しにくい。
- ・鉄の塊と、塊が自動車になった姿を比較すれば、後者の方が断然かっこいい。だから、自動車メーカーに行きたいと考えるようになった。
- ・学部4年生のときに、バスで中小企業を4社くらい周り、工場を見せてもらう機会があった。こういう機会がないと、中小企業は大企業よりもイメージがつきにくいので、就活のときに選択からこぼれ落ちることが多い。工場見学をしてイメージをもてたのは、大学院修了後の就職活動上よかった。学部卒で就職する人もいるので、中小企業訪問や工場見学は学部1～2年生の早い時期に実施した方がよい。(意見多数)
- ・中小企業のインターンシップは数が少ない。大企業の方が募集人員も多く、専攻がマッチしなくても受け入れてもらえることが多い。
- ・就活の時に中小企業を候補から排除しているわけではない。しかし、テーマ別検索をかけて企業名がリストアップされた時、知っている会社からクリックする。聞いたこともない会社名は大手企業といえどもスルーしてしまう。むしろ多すぎる情報の中で自分が知りたい情報を得ることに苦労する。
- ・グローバルニッチトップのような優れた中小企業を知る機会がほとんどない。知っていれば、自分のキャリアを決める時の選択肢となり得たのに残念。
- ・(中小企業への就職を決めた学部卒生のコメント)自分は設計から製品となる最後まで一貫して手がけられるところを希望していたので、むしろ中小企業を探していた。リクナビや、マイナビを使って企業を探した。
- ・(中小企業への就職を決めた学部卒生のコメント)中小企業に悪いイメージはない。中小企業は直接現場に近い仕事ができる。大手は人が多く、自分がやりたい仕事、好きな仕事ができるとは限らない。
- ・(中小企業への就職を決めた男子大学院生のコメント)この会社作り出す製品が世の中の安全確保に重要な役割を果たしていることを知り、とてもやりがいを感じた。社長と直接話もできて、その話も大変魅力的だった。
- ・(中小企業への就職を決めた女子大学院生のコメント)大学院まで出してもらったのだから、一生働ける仕事に就きたい。そのためには結婚しても、仕事と家庭を両立できる働き方をしたかった。就職を決めた中小企業の社長からは、「一日でも長く働いてもらいたい。必要なら将来託児所をつくってもいい」とそこまで言ってもらえて感動した。この社長の一言が後押しした。

### ☛ 学生に素形材業界や中小企業のことを知ってもらうための方策

学生にとって「素形材」という概念は存在しないため、彼らが学んでいる学問領域と素形材業界との橋渡しのために学会活動を活用することも有益である。また、学会活動は中小企業と学生との橋渡しにも有益である。中小企業の情報を求めている学生は少ないながらも存在し、効率的に学生に情報を伝達する手段を確保する必要がある。

### ●若者(女性)が素形材やものづくりに関心を持つための方策

- 良くも悪くも若者へのマスメディアの影響が大きいことがうかがえる。ものづくりや町工場に関するマイナスのイメージもマスコミから発信されており、学生のみならず、親や教師にもミスリードした情報を与えている。
- 一方、マスメディアの影響が大きいだけに、素形材やものづくりへの若者(女性)の関心を高めるには、マスコミを活用すべきとの意見が多い。ドラマのヒロインとして登場させる、世間一般に「かっこいい」「スタイリッシュ」と思わせる報道や映像を流す、という意見が出された。民放の「ほこたて」という番組で取り上げられた北九州市にある日本タングステンは、あの番組に取り上げられたことにより入社希望者が殺到し、企業イメージも大幅に上がったという具体例が指摘され、かつ、「材料を勉強している自分もかっこいいと思えるようになった」という意見も。
- 高専生からは、東京タワーやスカイツリーといった身近な話題性のある題材を用いて、もっと素形材(ものづくり)のすごさや面白さを訴えていく取組みがあった方がよいとの意見が出された。

#### ものづくりがスタイリッシュでかっこいいと思える情報発信を。

- ・ニュースをみると、日本から工場は外に出てしまっているとか言われ、将来はないように思われる。スタイリッシュなイメージはない。
- ・“ 中小企業 = 町工場 = 汚れる ” といったワンパターンの印象が強すぎる(マスメディアの責任でもある)。特に女子学生にそのイメージが強いのではないか。(意見多数)
- ・機械科には、やすりがけとか鉄を持つなど、重労働のイメージがある。だが、実際はプログラミングで打ち込んで金属を加工したりするので、そういうところをアピールしてみてもどうか。(高専生)
- ・学科のパンフレットを開くと、見開きに、「ザ・工場」というような、溶接をしたり、機械を動かしている写真が載っている。男子学生はよいが、女子学生は「これがやりたい」とは思わないかもしれない。(高専生)
- ・ものづくりというと工場というイメージが先行してしまう。でも、今はパソコンでやる仕事も増えているし、オフィスで働く場面も多い。もっと、きれいなイメージを打ち出していくことが必要ではないか。
- ・文系で機械系の会社に入った学生が、女子が全然いないと嘆いていた。ものづくり女性を増やすため、図工の時間に「リカちゃん人形」みたいなテーマを取り入れてはどうか。

- ・民法の「ほこたて」や NHK の「凄技」といった番組のように、若い子が日常で目にする場を増やせないか。「リアルスコープ」という工場内部を面白くわかりやすく紹介する番組も面白い。マスメディアの力は大きく、イメージアップにつながる。素形材の人気を高めるなら、ドラマのヒロインをつくればよい。(意見は多数)
- ・SNS や動画サイトなどに、映像として配信するとよいのでは。若者には、視覚的に分かりやすい情報がよい。
- ・東京タワーとスカイツリーを比べると、縦横幅が違うという。スカイツリーのほうが、横幅は狭いのに高い。鉄の強度が上がったことで、横幅が狭くても、より高いものが作れるようになったという。そういうことをもっと広く一般の人達にも知ってもらえればよいのではないか。(高専生)
- ・5軸加工機で、ブロック材からアルミのヘルメットを削りだして作っている動画を U チューブで見た。ああいう動画をもっと流してはどうか。(高専生)

● 若者(女性)に素形材やものづくりに関心をもってもらうための方策

クール・ジャパンとして日本のソフト・パワーが注目されているが、技術立国の日本はハード・パワーこそ高い競争力を有している。マスメディアを活用した素形材産業、ものづくり産業のハード・パワーをプロモーション(ブランド工場)していく仕掛けが必要である。また、“ものづくり”の旧態依然としたイメージを払拭し、技術革新を主導する新しいイメージを出していくことが望まれる。

<参考：高専（高等専門学校）の概要>

## 高等専門学校の概要

<目的> 深く専門の学芸を教授し、職業に必要な能力を育成する(学校教育法第115条)

<修業年限> 5年、商船に関する学科は5年6月

<入学資格> 中学校若しくはこれに準ずる学校を卒業した者若しくは中等教育学校の前期課程を修了した者又は  
文部科学大臣の定めるところにより、これと同等以上の学力があると認められた者

<設置基準> 高等専門学校設置基準(昭和36年8月30日文部省令第23号)による

【設置者別学校数、在籍者数等の状況、学科系別入学定員(平成25年度)】

	学校数	学科数	入学定員	在学生数	専攻科学生数
国立	51	232	9,400	49,184	3,007
公立	3	7	720	3,680	198
私立	3	8	460	2,000	55
計	57	247	10,580	54,864	3,260

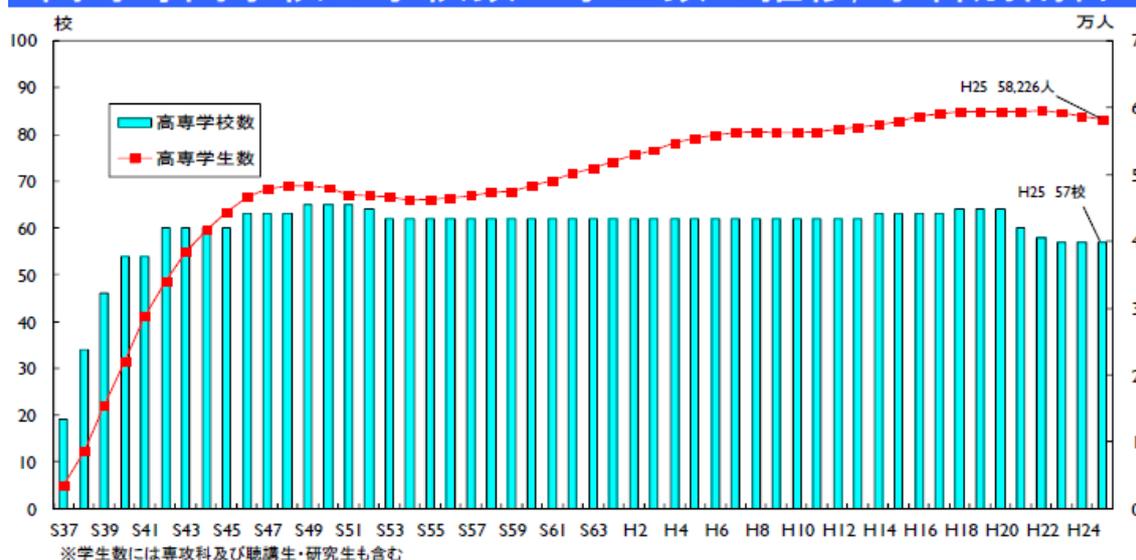
	工学						商船	工学・商船 以外	計
	機械系	電気・ 電子系	情報系	化学系	建設・ 建築系	その他			
学科数	57	71	38	31	37	5	5	3	247
入学定員	2,325	2,885	1,525	1,240	1,480	805	200	120	10,580

(注)1. 募集停止中の学科を除く。

2. 工学の「その他」は、デザイン、総合工学、総合システム工、ものづくり工、生産システム工の各学科である。

3. 工業・商船以外は、経営情報、コミュニケーション情報、国際ビジネスの各学科である。

## 高等専門学校の学校数・学生数の推移/学科別割合



出典：学校基本調査及び文部科学省調べ

出所：「今後の学制等の在り方について（第五次提言参考資料）」教育再生実行会議



## —政策提言—

素形材を担う若手エンジニアの育成・確保に向けて





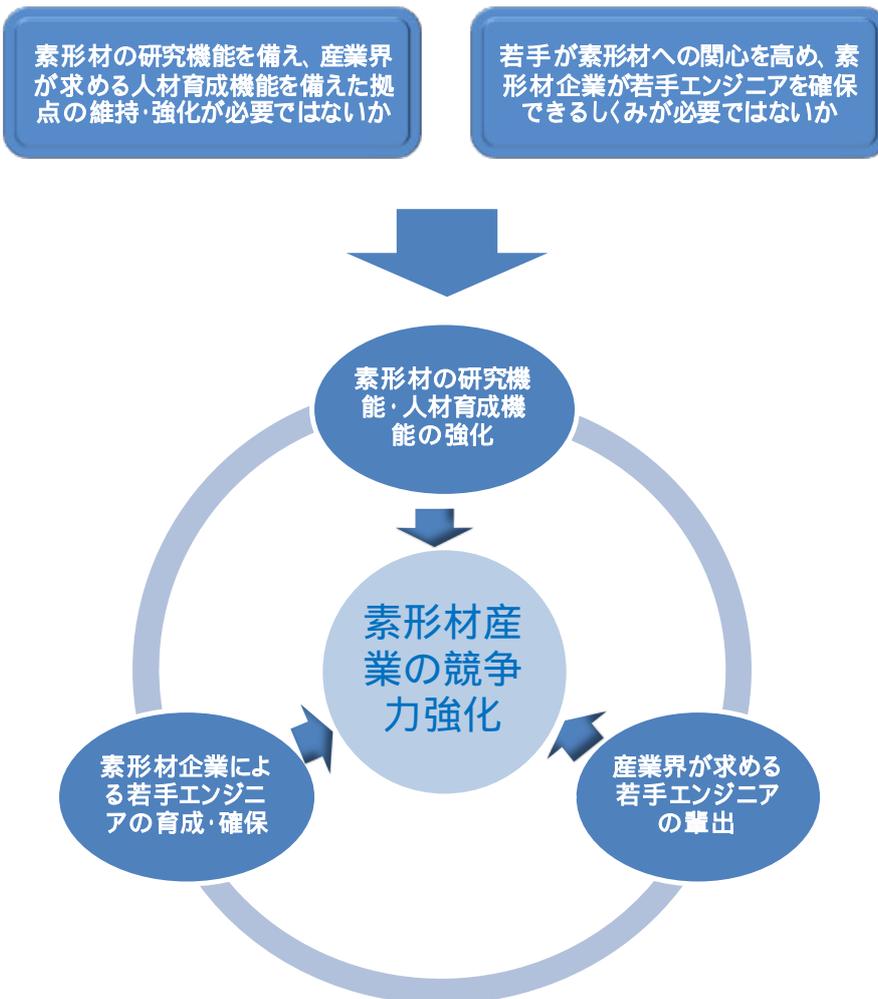
## 第8章 素形材を担うエンジニア人材の育成確保のための方策

新素形材産業ビジョンでは、我が国の素形材産業の競争力強化のためには、現場知識と高度で幅広い工学的知識を有する「エンジニア人材」が必要と指摘している。この提言を踏まえ、「素形材の研究機能を備え、産業界が求める人材育成機能を備えた拠点の維持・強化が必要ではないか」「若手が素形材への関心を高め、素形材企業が若手エンジニアを確保できるしくみが必要ではないか」という仮説を立て、「素形材の研究機能・人材育成機能の強化」「産業界が求める若手エンジニアの輩出」「素形材企業による若手エンジニアの育成・確保」という観点から調査分析を実施した。

ここでは、国内外の一連の調査を踏まえて、素形材を担うエンジニア人材の育成確保のための方策についてとりまとめた。

新素形材産業ビジョンの提言：

「現場知識と高度で幅広い工学的知識を有する「エンジニア人材」が必要」



## 1. 素形材の研究機能・人材育成機能の強化

### (1) 現状と課題

#### ①素形材の研究室の動向

国内大学へのヒアリングでは、論文が書きにくく学生が集まりにくい素形材の学科は減っており、学科の減少に伴い研究者の後継者育成にも赤信号が灯っているとの指摘がなされている。このように、素形材を学ぶ学生数の減少のみならず、素形材を専門とする研究者の減少も危惧されている。素形材産業の集積地に立地し、地域企業との産学連携が活発に展開されている大学の中には、学科名称が変わりつつあるだけで、素形材の研究室が必ずしも減っているとは言えないとの指摘もあったが、産業界からは「素形材の研究者や学生は確実に減少している」「大学工学部や高専においても熱処理関係の学科やカリキュラムは激減している」「ダイカストの研究者は米国には多いのに日本にはほとんどいない」といった我が国の素形材の研究機能・人材育成機能の弱体化を危惧する意見が大勢を占めている。

なお、高専においては、全国すべての高専に「機械工学科」に匹敵する科目が存続し、今日においても素形材を学ぶ学生を育成している。鑄造では、実際に鉄や金属から湯をつくり、鑄型に流し込むといった実技を一通りこなしている高専も少なくない。しかし、高専の教授は大学教授出身者が多く、大学において素形材を専門とする研究者が減ることは、高専が今後指導者を獲得して上での懸念材料にもなっている。

#### ②若者が持つ“素形材”のイメージ

学生へのグループインタビューでは「学部や学科の名称は、大学を選択する際に少なからず影響する」との意見が主流で、「鑄造」「金型」「金属」などが前面に出るよりは、「マテリアル」「デザイン」といった横文字の学科名の方が若者には受けがよい。ただし、学科名が抽象的な表現になればなるほど、学科名称から学問領域のイメージが想起しにくくなる。産業界からは、学生の採用の際に「学科名だけでは専門性が判断できない」という声が出ているが、学生からも「学科名から専門内容を推察しにくくなり、受験の時に自分がどの学科を選択すべきか迷った」「就活の時に自分の専門を説明するのに苦労した」という意見が聞かれた。横文字の学科名が増えていくことにより、素形材産業全体で本来素形材を学びたいと思っている学生を取りこぼす恐れがある。

また、学生からは「そもそも素形材の概念やイメージが掴みにくい」「素形材が産業社会の中でどう役立っているのかが見えにくい」という意見が多く出ている。素形材を学ぼうとする学生を増やすには、素形材という領域をわかりやすい形で広く情報発信していく必要性が指摘された。

### ③産学連携の実態

大学は運営費交付金が削減される中で外部資金獲得への評価のウエイトが高まり、人材育成や地域貢献が評価されにくくなっている。また、今回の調査では、大学のみならず、公設試験研究機関も外部資金獲得に忙しく、きめ細かい中小企業支援に手が届いていないという指摘がなされている。ただし、特に素形材の産業集積地に立地する大学や公設試の中には、地域企業との連携を重要なミッションとして掲げ、地域企業との共同研究や業界と連携した人材育成などに積極的に取り組んでいるところもある（第7章の事例参照）。また、大学からも企業と連携することで産業界の課題が具体的に見えてくる上、社会とつながることで学生のモチベーションを上げることができるとして、素形材産業との産学連携をもっと進めるべきとの意見がある。

第三者的な観点からも、たとえば今回実施した金融機関調査からは「素形材企業はプロダクト・イノベーションを強化すべき、そのためにも大学や研究機関との共同研究を強化すべき」との明確なメッセージも出ており、産学連携機能も拡充しつつ、研究機能と人材育成を高めていく取組みが必要とされている。

### ④海外の動向

ドイツも少子化や若者の素形材離れという問題に直面しているが、それぞれの大学が強みとする看板学科を持つ。そして、プレゼンスを高めることが学生獲得にもつながるとして、産学連携による外部資金の獲得に力を入れるとともに、海外からも学生を獲得するためにグローバル化に力を入れている。また、素形材トップレベルの大学でも危機感をもって、高校生をはじめとする若い世代や地域コミュニティに「素形材とは魅力的な学問領域である」というメッセージを発している。

韓国は政府トップダウンによる分野別の選択と集中を進め、マイスター高校やポリテク大学が一定の効果を上げている。

米国も15の製造業イノベーションの研究・教育拠点のネットワークづくりを進めており、2012年にパイロット的に設立された国家積層造形(3D)イノベーション研究所をハブに産業クラスターが形成され、米国鑄造ソサエティも参加している。拠点をづくり、そこから産業クラスターという形で面的に広げ、そこに素形材産業も参加するという展開になっている。そして、クラスターは研究開発のみならず、大学やコミュニティカレッジなどの教育機関を巻き込むことで、教育・人材育成の成果を得ることを目的としている。



【参考：ドイツではどのような現状か～ドイツ現地調査より】

- ☛ 旧東独時代は共産党が大学ごとに特色を出して棲み分ける重点化が進められていたが、東西統一後は政府の干渉が無くなり、旧西独の大学を含めて大学間の競争が激しくなっているという。そのため、ドイツでも学生の獲得や学部資金の獲得は大学評価の中で重要な位置づけを占めている。
- ☛ 学生を増やすために海外の大学と単位互換制度を行ったり、優秀な大学同士が連携したりといったグローバル化を進めている。また、高校生への働きかけも積極的に行っている。また、業界も危機感を強めて、人材確保のための取組を展開している。
- ☛ 外部資金を獲得するため、活発な産学連携が行われている。外部資金獲得による大学のステータス向上は優秀な学生の獲得にもつながると考えている
- ☛ なお、国策による重点化が無くなったとはいえ、ドイツの大学は日本の大学に比べると分野ごとの棲み分けがなされており、たとえばドイツの鍛造協会は鍛造に特化した大学・研究機関とのネットワークを強化している。

◎ フライベルグ工科大学 金属成形研究所 ヒアリングより

東独時代、当時の共産党は、特定の大学は特定の分野をカバーするといった重点化政策をとり、大学ごとに特長を持たせていた。この鉱山大学（現在のフライベルグ工科大学の前身）は鉱山系の技術を一手に引き受ける大学として位置づけられていた。現在、政府の干渉は減っており、ドイツ国内に金属成形を手がける大学はそれほど多くはないものの、競合する大学も増えてきている。

ドイツも少子化で学生が減っており、数年前から工学系の大学もその影響を受けて学生が減っている。特に鋳物のような素形材は若い人にとって魅力的な学問とはいえず、材料工学を学ぶ学生も減っている。とりわけ、金属素形材は難しい学問とされていて、学生が減っているので、東ヨーロッパの大学との単位互換制度を設けることで若い人を確保しようとしている。もちろん、大学同士の交流という側面もある。

学部学生数、博士課程の学生数、外部資金獲得金額、論文発表数などが大学評価のベンチマークとなっている。州政府から受ける助成金は心配していないが、大学内でその資金配分を検討する際に、あまりにも学生数が少ない年が続くと「もう、その学科は不要ではないか」と判断されてしまう。特に、学生の確保が一番重要視されるベンチマークである。

◎ IFUM（ハノーファー大学 生産技術研究所 金属成形） ヒアリングより

学生獲得のために、様々な学生誘致活動をしている。たとえば、IFUMはもっと女性研究者を増やすべきと考えており、女子生徒を対象とした“ガールズデイ”を開催し、実験なども交えて、女子学生に科学と日常生活のつながりを分かりやすく説明している。“オープンデイ”というファミリーイベントも開いている。さらに「科学の夜」というタイトルで、夜に家族連れなどいろいろな人にセンターに来てもらい、学生に実験を披露させたり、子ども用のプログラムも用意して成形技術でどういうものができるのか体験してもらったり、小さい子どもには宝探しをしてもらったりする。

(つづき)

若い学生の獲得に向けた国際化にも入れており、カリキュラムの見直しも行っている。それでも、外国人留学生が来るのを待っているだけでは学生は増えないので、あらゆる海外の優秀な大学と提携し、一時留学してもらったり、ハノーファー大学で学位をとってもらったり、博士課程も用意している。一部の講義を英語でもやるようにしている。アクティブに国際化を進め少子高齢化に対応している。

ドイツの学術協会（DFG）は、基礎研究の評価指標のひとつとして、外部資金をいくら獲得したかを見ている。外部資金が多いということは、研究が盛んに行われているという証明で、人材が揃っていることも意味する。機械工学では、本大学はアーヘン工科大学などとともにドイツのトップ3に入っており、生産技術においてはドイツでナンバーワンにランキングされている。ランキングのトップになることで大学全体も高い評価を得ることができ、学生にとっても魅力的に映ることになる。

また、大学が100%出資する TEWSIS GmbH という有限会社があり、主に中小企業を対象とする技術移転や、外から仕事を受注して研究所の技術を使って特殊な機械の製造もしたりする。大学教授が役員としてコミットしており、それが外部との連携に重要な役割を果たしている。

④ ドレスデン工科経済大学（専門大学） ヒアリングより

旧東独時代は、国が大学の特長を伸ばす政策を実施していたが、今は大学の自主性に任されている。そのため、学生が集まらなければ衰退してしまう可能性がある。産業界の要望と学生の意向を汲む大学とのミスマッチ問題はドイツでも発生しているので、産業界とは密接に連携している。少子化による労働力の減少で企業も人材確保に必死になっているため、最近は企業が積極的に大学にアプローチしてくるので連携がやりやすい。

④ ドイツの鍛造協会 Industrieverband Massivumformung e. V. ヒアリングより

ドイツも少子化が進み、若者の素形材離れは日本と同じ状況といえる。鍛造は「熱くて汚い」というイメージが定着してしまっている。このイメージを変える活動はしているが、ドイツでも大学出の技術者や現場たき上げの技能者の両方とも不足している。そこで、鍛造協会では、11～15 歳をターゲットにしたプロジェクトをドイツ全土で展開。具体的に何をやっているかというと、小型トラックに積めるようなサイズの伝統的な鍛冶屋のセットのラボがあり、それを校庭に持ち込み、伝統的な手法で鍛冶屋をやってみせる。子どもたちは、鍛造という技術をまじかに見ることができる。会員企業の社員や職業訓練生にサポートに入ってもらっている。

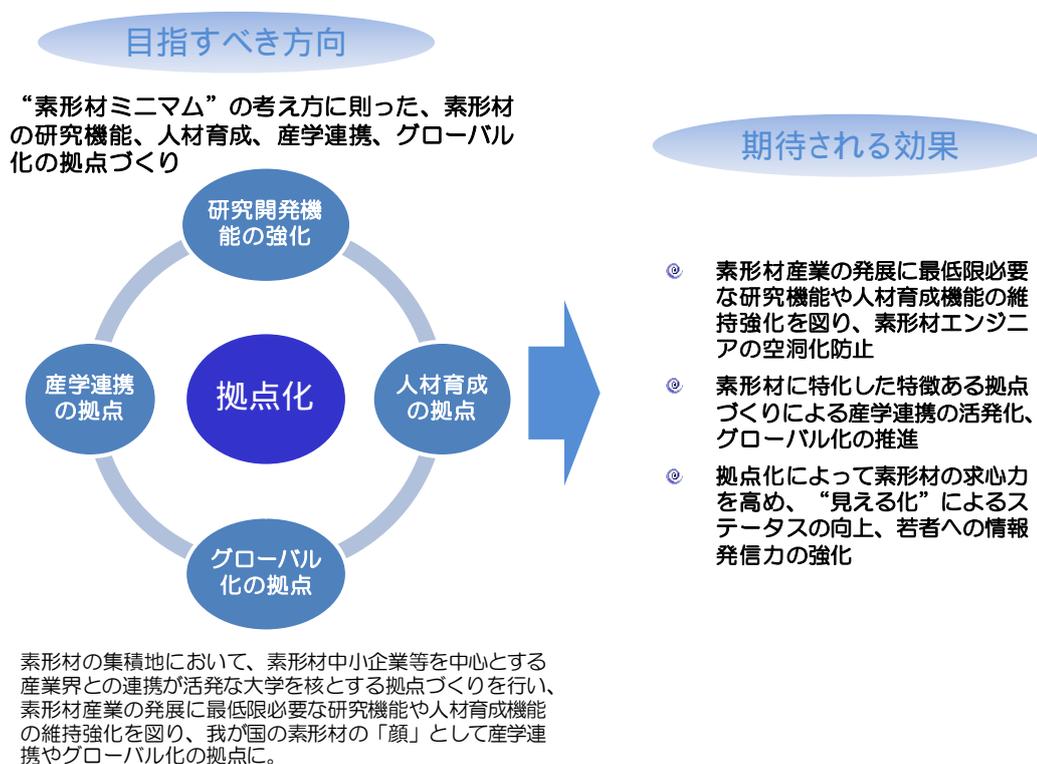
協会のホームページ上に、鍛造領域の研究に特化し、かつ、協力関係にある研究機関を紹介している（大学付属の研究機関が多い）。地図上にプロットし、各研究機関の研究テーマや競争領域が分かるようになっており、会員専用のホームページにログインすると、より詳しい情報が入手できるようになっている。

## (2) 目指すべき方向性と期待される効果

ドイツ、米国、韓国では重点分野ごとに拠点をつくり、そこに研究機能を集中させると同時に、その拠点において人材を育成している。今回の調査において、我が国において素形材の学科の減少、学生や研究者の減少が指摘されているが、素形材を重点科目として特化した取組みを行っている大学も存在する。よって、日本においてもこうした大学が素形材の「顔」となるよう拠点化を進め、拠点校における素形材に関する研究開発機能や人材育成機能を強化する必要がある。

また、ドイツの大学が海外の大学と積極的に提携し、グローバルに学生を獲得しようとしているように、拠点校はもっと海外に対して日本の素形材力の情報発信に努め、日本で素形材を学ぶことがステータスとなるようプレゼンス向上に力を入れる必要がある。

さらに、拠点校を中心に産学連携を活発化させていく必要がある。大学で素形材領域の学科が減少する理由として「論文が書けない」「学生が少ない」という問題が指摘されたが、素形材という領域の「教育（人材育成）」や「地域貢献（素形材企業への技術支援等）」を大学内で評価してもらうには、素形材業界がもっと拠点校を産学連携という形で積極的に支援していく必要がある。産業界が積極的に拠点校を支える姿勢は、素形材学科を存続・強化するために必要不可欠といえる。もちろん、そのためには拠点校自らも産業界から頼りにされる存在となり、産業界が求める要望に応えていく必要がある。ドイツの大学は産業界と密接に結びつき、産学連携を強烈に進めているが、その背景には大学と産業界に素形材の置かれた環境に対する危機意識の共有がある。



### (3) 具体的な取組方策

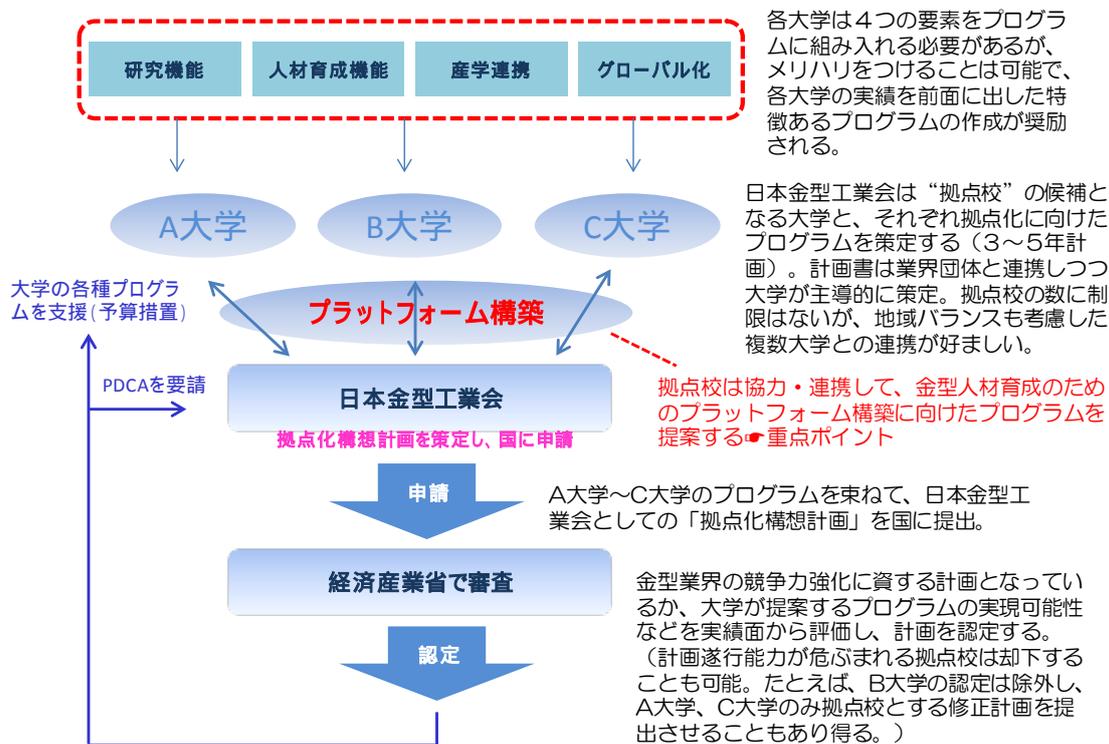
ここでは、産学官が連携して取り組む方策として、3つの取組方策を提案する。

#### ①素形材の研究機能・人材育成機能の拠点化の推進

まず、拠点化を図るためには、その中核を担う拠点校を選定する必要がある。拠点校は原則として博士号を出すことができる大学とする。また、拠点校は我が国を代表する素形材の研究開発・人材育成機能を担ってもらうものの、素形材産業の活性化の起爆材となるためには、産学連携や地域貢献を通じた面的な広がりを持たせる必要があるため、素形材産業の集積地に立地し、地域の高专や公設試研究機関などとも必要に応じて連携できる体制にあることが望ましい。

その上で、まず、鋳造、鍛造、金型といった素形材業界ごとにこれまでの大学との連携実績などを踏まえ、特定の拠点校をパートナーに「拠点化構想計画(3～5年計画)」を策定する。業界ごとに複数の拠点校を包含するものとし、プログラムは拠点校ごとに策定する(よって、実際の構想計画は拠点校となる大学が業界団体と協力しながら策定する)。拠点校に求める役割は「産業界が求めるエンジニアの育成」「素形材の研究者の育成」「産学連携の推進」「グローバル化」などがあり、この4つの要素は基本的に拠点化構想計画に含めてもらう必要があるが、4要素のウエイトには強弱があっても構わない。また、複数の拠点校が連携することで、業界の人材育成プラットフォームを構築する仕組みを提案することを必須とする(業界ごとにオールジャパンで取り組む体制を強化する)。

拠点化構想計画を国に申請し、計画認定を受けた場合、拠点校に対して計画を遂行するための各種プログラムに対して経済産業省が支援を行い、3～5年かけて拠点化のための地ならしを行う。金型工業会の事例で具体的な支援スキームを以下に示す。



## 「拠点化構想計画（3～5年計画）」策定手順のスキーム（例：金型のケース）

### Step1：拠点校を選定する

日本金型工業会が複数の拠点校を推薦し、それぞれの拠点校から協力作りつけを行う。  
（注：拠点校の選定においては、地域バランスも考慮することが望まれる）

- ☛ 経済産業省が審査の際に重視する「拠点校」指定を受けるための条件
  - ・博士号を出せる大学であること
  - ・地域に金型産業の集積があり、産学連携や地域貢献（人材育成）の実績があること
  - ・公設試や高専など、地域の産業支援機関との連携があること、もしくは今後連携が十分見込めること
  - ・研究室（教員個人）ではなく、少なくとも研究科レベルで「産業界が求めるエンジニアの育成」「素形材の研究者の育成」「産学連携の推進」「グローバル化」に積極的にコミットできること
  - ・拠点校同士で人材育成プラットフォーム構築に向けた連携・協力体制がとれること

### Step2：拠点校ごとにプログラムを策定する（拠点校がそれぞれ策定）

日本金型工業会から推薦を受けた「拠点校候補」は、業界団体と相談しつつ、かつ、上記観点到留意しつつ、金型エンジニアを育成・輩出するための3～5年計画のプログラムを策定する。

- ☛ プログラムに取り入れるメニュー例（あくまでも参考例）
  - 「産業界が求めるエンジニアの育成」：
    - ・PBLの導入・拡充（テキスト開発、企業OBとの連携、業界でPBL学会立ち上げ）
    - ・MOT教育の導入・強化
    - ・卒論や修論に企業との共同研究テーマの導入、学会での発表義務づけ
    - ・社会人マスター、社会人ドクターの受け入れ
  - 「素形材の研究者の育成」：
    - ・博士人材のためのキャリアパスの整備（業界の後継者となる研究者の育成）
  - 「産学連携の推進」：
    - ・中小企業からの共同研究の受け入れ強化（例：目標件数の設定）
    - ・中小企業とのインターンシップ強化、中小企業集積地に「リエゾン・ラボ」開設
  - 「グローバル化」
    - ・ドイツをはじめとする素形材先進国の大学・研究機関との連携（交換留学等）
    - ・学生の海外インターンシップの導入
    - ・国際学会の誘致、国際シンポジウムの企画
    - ・一部科目の英語授業の推進 / 等

### Step3：人材育成プラットフォーム構築を提案する（拠点校が協力して策定）

拠点校同士が連携し、金型の人材育成プラットフォームを構築するためのプログラムを開発する。

日本金型工業会からの推薦を受けた「拠点校候補」は、業界団体とも連携し、**金型の研究者及び金型エンジニアを育成・輩出するための「金型の人材育成プラットフォーム構築」**のためのプログラムを検討する。このプラットフォームの構築は、拠点校が協力・連携して取り組むこと（オールジャパン体制で取り組む）を条件とする。

#### ● プラットフォーム構築の目的

##### 1) 金型研究者の育成（研究者の後継者を育成する）

拠点校の教員が異動・退官しても、拠点校としての役割が維持できる組織的体制づくりを目的とする。研究者個人の持つ求心力は重要であるが、それ故に、求心力を持つ研究者が異動・退官した後も、拠点校が拠点であり続けられる体制づくりが必要となる。

##### 2) 金型エンジニアの育成

Step2 の各拠点が取り組む金型エンジニアの育成との違いは、金型のスペシャリストによりオールジャパン体制で金型エンジニアの育成に取り組むこと。すなわち、1大学では取組みにくいテキストやカリキュラム開発に総力をあげて取り組む。

● **経済産業省としては産業界及び学会からも必要性が指摘されている「ものづくりの全工程を俯瞰できる人材育成」のためのカリキュラムづくりを含むことを奨励する**

##### 3) 拠点校以外への横展開を図る

最終的に拠点校以外の大学にも横展開可能な人材育成プログラムの仕組みをつくること

### Step3：拠点化構想計画（3～5年計画）を策定する（日本金型工業会がとりまとめ申請する）

拠点校ごとの特徴的なプログラムをとりまとめるとともに、拠点校同士が連携して取り組む業界全体としての人材育成プラットフォームの仕掛けを盛り込んだ「拠点化構想計画（3～5年間）」を策定し、国に申請する。

計画が承認された場合は、拠点校の人材育成プログラムの遂行に必要な予算措置が行われる。（必須条件が満たされていないと判断された場合は、計画見直しを要求する場合や計画が承認されない場合もあり得る。）

## ②グローバル化の推進

拠点化は日本国内にとどまらず、日本の素形材の競争力を顕在化させるためにも、世界の素形材の拠点化を目指す必要がある。そのため、「拠点化構想計画」で指定される拠点校には、日本のフラッグシップ校としてのプレゼンスを高められるよう、グローバル化に向けた取組みを強化してもらう必要がある。

具体的には、海外の素形材関連の研究機関とのパートナーシップを強化し、研究者間の交流はもちろん、交換留学や海外インターンシップ等を通して学生の海外派遣に努め、グローバル化に対応できるエンジニアを育成していく。海外の研究機関との交流促進は、海外からの留学生獲得にもつながり、少子化が進展する中で素形材学科を維持するためにも必要な方策である。

第7章の事例で取り上げた九州工業大学のマテリアル工学科・物質工学専攻では、大学院生の3分の1は米国やフランスなどの海外へ送り出し、専門性を高めると同時に、異文化を体験させることで専門以外の自己啓発にもつなげている。海外では自分を主張しなければならず、コミュニケーション力の強化にもなるという。

「新素形材産業ビジョン」ではグローバル化に対応できる人材育成・人材確保の必要性を唱えており、グローバル人材は素形材版 GNT 企業を輩出していく上でも必要とされている。コミュニケーション力の強化は、企業が人材育成面で最も重視しているポイントである。拠点校を中心としたグローバル化の推進は、グローバル人材の育成を通して海外市場の開拓にもつながることが期待でき、かつ、若手エンジニアのコミュニケーション力を高める上でも有効と考えられる。

## ③産学連携の推進

拠点化は、拠点校を中心とした「点」にとどめるのではなく、地域の産業界や公設試なども巻き込んで「面」へと広げていくことが好ましい。そのためには、産学が協力して、共同研究などの産学連携を活発化させていく必要がある。

共同研究による外部資金獲得は、大学における素形材学科のプレゼンス向上につながり、学科の存続にも貢献する。また、共同研究を通して大学は産業界の課題を吸い上げることが可能になり、産業界と大学のギャップ解消につながっていく。さらに、共同研究には大学生や大学院生がかかわることが多く、共同研究が増えれば課題解決につながる実践的教育の機会が増える。学生は共同研究を通して素形材産業や中小企業の実態に触れることが可能となり、若者の素形材離れを防ぎ、中小企業に対する固定的なイメージの払拭にもつながる。

## 2. 産業界が求める若手エンジニアの輩出

### (1) 現状と課題

#### ①産業界が求める人材像

素形材企業へのアンケート調査からは、機械工学、材料工学、力学、冶金といった素形材に必要な基礎学力の強化を求めており、かつ、ユーザーアンケートや金融機関アンケートからもうかがえるように、これからの素形材企業には「現場知識と工学的知識を持つエンジニア人材」が必要とされており、加えて金融機関は「企画・開発から製造、顧客への販売方法まで一貫して企画・提案できる研究開発人材」、すなわちものづくりの全工程を俯瞰できる人材が必要だとしている。

しかし、現状は素形材学科の減少や基礎学力の低下が指摘され、大学・院卒を採用した企業は、高専卒や高卒にくらべて学生の質に対する満足度が低いという結果も出ている。大学は座学が中心であり、実験設備が不十分なこともあり、実践的教育が充実しているのは一部の大学にとどまっている。高専は即戦力となる人材を輩出していると産業界からの評価は高いが、今や半数が専攻科や大学へ進学してしまうため毎年 5,000 名程度しか就職せず、大手企業にとられて素形材中小企業が高専生を採用することは難しくなっている。

#### ②大学における人材育成の現状

大学側も、産業界から「理論と実技の両方ができ、ものづくりの基礎が身について即戦力となる人材」の輩出を求められていることを自覚し、PBL ( Project Based Learning ) などの実践教育を重視するようになってきている。しかし、一部の大学を除き、大学には工作機械等の設備が不足しており、かつ、生産設備を動かして実際のものづくりを経験させながらの実践教育となると、現場経験のある技官等のスタッフが必要となる。また、ものづくりの実践教育を行うには、理論だけではなく、実際に製品設計の経験が必要とされる。このように実践教育を拡充するには、大学教員だけでは体制を整えることが難しく、企業出身の教員を増やしたり、企業 OB と連携したりといった体制補強が課題となる。実践教育を本格的に実施するには、大学としてハード ( 設備 )、ソフト ( 人材 ) の両面から組織的に取り組む必要がある。近畿大学では、実践的なものづくり教育は大学ではなく企業で行うという発想の転換を行い、企業の開発現場で最先端のモノづくりを学ぶ「東大阪モノづくり専攻」というユニークな大学院プログラムを提供している。

なお、室蘭工業大学では 2008 年度に経済産業省に採択された「産学連携人材育成事業」を活用してものづくり工程を俯瞰できる人材育成カリキュラムを開発し、同大学のカリキュラムの一部として自立化させようとしている。

#### ③学生による大学教育への評価

学生からも、座学だけではなくもっと実技を増やした方がよいという意見が聞かれ、工業高校出身の学生からは「大学工学部の実技が工業高校のレベルより低いことに失望した」

という意見も聞かれた。しかしながら、卒論や修論で課題研究を扱う大学は増えており、共同研究やPBLがきっかけとなって企業がどのような課題を抱え、どういったソリューションを求めているのかを知ることができたという意見もある。また、インターンシップも企業を知る貴重な機会となっており、インターンシップを経験したほぼすべての学生が「非常に得がたい経験であった」と回答している。その一方で、PBLやインターンシップを経験せず大学生生活を終える学生も少なくなく、企業と接触する機会の少ない学生は、就職活動に入るまで自分のキャリアを考えていない。対照的に、高専生はほぼ全員が高専に入学した時点で、少なくとも「将来はエンジニアとして働きたい」という設計図を持っている。

#### ④理工系人材育成に対する国の取組み

文部科学省は、2015年3月に「理工系人材育成戦略」を公表した。これは、労働力人口の減少の中で、付加価値の高い理工系人材の戦略的育成の取組を始動すべく、文部科学省において、当面、2020年度末までにおいて集中して進めるべき方向性と重点項目を整理したもので、「理工系人材育成・産学官円卓会議」（仮称）を設置し、産学官協働により戦略を実行するとしている。

「理工系人材育成戦略」では、理工系人材に期待される4つの活躍として「新しい価値の創造及び技術革新（イノベーション）」、「起業、新規事業化」、「産業基盤を支える技術の維持発展」、「第三次産業を含む多様な業界での力量発揮」を挙げている。

## 理工系人材育成戦略（概要）

The first edition

**【三つの方向性と10の重点項目】**  
 初等中等教育段階から取組を講じ、特に高等教育段階の教育研究機能の活用を重視。

**【戦略の方向性1】 高等教育段階の教育研究機能の強化**

**重点1. 理工系プロフェッショナル、リーダー人材育成システムの強化**  
産業界のコミットメントのもと実践的な課題解決型教育手法等による高等教育レベルの職業教育システムを構築し、理工系プロフェッショナル養成機能を抜本的に強化。産学官にわたりグローバルに活躍するリーダーを養成するため、産学官から国内外第一級の教員を結集し、専門分野の枠を超えた体系的な教育を構築するなど博士課程教育の抜本的改革と強化を推進。

**重点2. 教育機能のグローバル化の推進**  
大学等の教育機能の国際化を推進し、世界規模での課題発見・解決等ができる理工系人材を育成。理工系分野のカリキュラムにおける留学プログラムの設定や海外大学との単位互換を促進。

**重点3. 地域企業との連携による持続的・発展的イノベーション創出**

**重点4. 国立大学における教育研究組織の整備・再編等を通じた理工系人材の育成**

**【戦略の方向性2】 子供たちに体感を、若者・女性・社会人に飛躍を**

**重点5. 初等中等教育における創造性・探究心・主体性・チャレンジ精神の涵養**  
主体的・協働的な学び（アクティブ・ラーニング）を促進するための教育条件整備や観察・実験環境の計画的整備、大学等との連携による意欲・能力のある児童生徒の発掘や才能を伸ばす取組を推進。

**重点6. 学生・若手研究者のベンチャーマインドの育成**  
ベンチャーマインドや事業化志向を身につける大学の人材育成プログラムの開発・実施を促進、大学発ベンチャー業界等に飛び込む人材や新規事業に挑戦できる人材を育成。

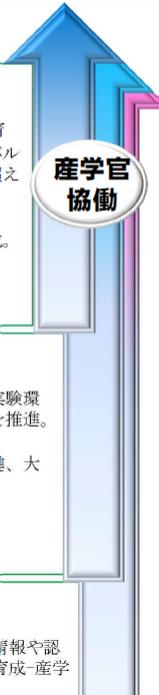
**重点7. 女性の理工系分野への進出の推進**

**重点8. 若手研究者の活躍促進**

**重点9. 産業人材の最先端・異分野の知識・技術の習得の推進～社会人の学び直しの促進～**

**【戦略の方向性3】 産学官の対話と協働**

**重点10. 「理工系人材育成・産学官円卓会議」（仮称）の設置**  
特に産業界で活躍する理工系人材を戦略的に育成するため、産学官が理工系人材に関する情報や認識を共有し、人材育成への期待が大きい分野への対応など、協働して取り組む「理工系人材育成・産学官円卓会議」（仮称）を設置。



出所：文部科学省「理工系人材育成戦略」平成27年3月13日

## ⑤海外の動向

ドイツには研究に重点を置く総合大学の他に、約40年前に実践教育に重点を置く専門大学が誕生した。ドイツの産業界も実践力を兼ね備えたアカデミックな教育を提供する場を求めており、今日では、この専門大学が製造業で働くエンジニアを育成する重要な役割を果たしており、エンジニアと呼ばれる人達の4割は専門大学出身のエンジニアとも言われている（ドイツ、ドレスデン工科専門大学でのヒアリング）。専門大学の教授になるには、大学以外で少なくとも3年間の実務実績を積んでいることが必要で、特に産業界でエンジニアとして働いた経験などが重視される。大規模な生産設備や実験室を備え、実技や実習に多くの時間が割かれ、専門大学の学生の卒論テーマはすべて企業から実際の課題を与えられるといった具合に、極めて実践的な教育が展開されている。しかし、日本の高専同様に、近年は専門大学のアカデミア化が進み、専門大学の特長である実践教育の良さが失われるのではないかと危惧する意見もある（現在、専門大学は単独では博士号を出すことができず、博士号を出すには総合大学や工科大学との連携が必要となる）。

一方、総合大学や工科大学においても産業界と連携したエンジニアの育成は重視されており、ハノーファー大学の生産技術研究所では主に共同研究による実践的教育が実施され、フライベルグ工科大学では「材料と機械の融合領域」のエンジニア育成を求める自動車業界からの要望に応える形で新たなカリキュラムコースを新設する試みが行われている。

この他にも、エンジニアの育成に限ったことではないが、ドイツには全ての職種を対象にデュアル教育を中心とする職業教育が根付いている。必要とされる職業教育は社会・技術環境の変化により異なってくるように、常に産業界の意見や市場の変化を吸い上げて職業教育の見直しもなされている。

韓国には実務中心の職業能力開発に重点を置くポリテク大学が設置されており「多技能技術者課程」「技能士課程」「技能長課程」「学位専攻課程」という4つの課題に分かれており、教育年限は最長で2年。「多技能技術者課程（課程2年）」は技術者の育成を目指したもので、準学士と位置づけられている。この他にも、実践教育を重視したマイスター高校があり、一般の大卒の就職率が50%台と低迷している中、ポリテク大学やマイスター高校の卒業生は9割前後の高い就職率となっている。

米国は2012年7月に「先端製造業における米国競争優位性の確保」という戦略文書を公表し、その柱の1つに「人材パイプラインを確保する」を掲げ、その中で「先進製造業大学プログラムを強化する」という提言を行っている。これは、工学系カリキュラムにおいて製造業関連の科目を拡大し、学生が包括的に製造業について俯瞰でき、職業上の技術や運営を展望できる新たな修士レベルのプログラムを創設することを提案している。このプログラムを実現するためには官民連携を強化し、コミュニティカレッジのプログラムとの連携、地元の製造業におけるインターンシップ・プログラムを拡充するなどの取り組みが必要と指摘されている。大学レベルでは製造業におけるリーダーシップのある人材を育成するための新修士課程の設立なども提案されている。



【参考：ドイツではどのような現状か～ドイツ現地調査より】

- ☛ ドイツの大学にとって産業界は重要なスポンサーであり、産業界の意向を取り入れた人材育成が重視されている。また、業界団体も定期的にアカデミアの関係者との意見交換の場を設け、産業界の意向を伝える努力をしている。
- ☛ 実践的教育で定評のある専門大学がドイツのエンジニア育成・輩出に果たす役割が大きく、勢いが増している。ドレスデンでは、ドレスデン工科大学とドレスデン工科経済大学（専門大学）が、それぞれ座学（知識）と実習（実技）を補完し合うカリキュラムを組むなど、互いの特徴・強みを活かした人材育成を行っている。
- ☛ ドイツは職業教育が充実しており、大学のカリキュラムとは別に職業経験を積む機会が用意されている。

#### ④ フライベルグ工科大学 金属成形研究所 ヒアリングより

ドイツには当大学のように材料工学を手がけている大学もあれば、自動車の設計から製造に至るまで自動車技術のすべてを手がけている専門大学も存在する。しかし、ドイツの自動車産業界からは、自動車の設計・製造を材料開発のところから手がけられるような、機械工学と材料工学の両方にまたがる融合分野が欲しいという要望が寄せられた。また、大手鉄鋼メーカーからも「機械エンジニアもいるし、材料エンジニアもいる。しかし、その両方が分かっている人材がない」という声が出ていた。こうした産業界からの要望に応えるために「自動車製造の材料およびコンポーネント」というコースを新設した。

材料工学では、すべての専門コースの1セメスター目は、企業の実態を知り、企業にはどのような問題があるかを知ってもらう目的で、まず半年間の企業での実習を経験させる。最終的には、それが卒論のテーマにもなる（基本的にはこの時点で卒論テーマを決める）。

#### ④ ドレスデン工科経済大学（専門大学） ヒアリングより

自動車関係については、ドレスデン工科大学とかなり緊密に連携してやっている。共通の講義ももっており、この専門大学にドレスデン工科大学の学生もやってくる。工科大学では主に理論を学び、専門大学で実技を中心に学ぶ。専門大学へ来て実技を学ぶことは、工科大学の学生にも好意的に受け止められている。

専門大学は教育・実技を重視、総合大学は研究重視という棲み分けがなされている。たとえば、専門大学の教授の授業数は週に18時間、それに対して工科大学は8時間と少なく、その分、研究に専念できるようになっている。

専門大学が成立するには企業の協力が必須不可欠である。企業と大学との協力関係は昔からドイツでは成り立っており、この専門大学の学生の卒論には企業からテーマが与えられている。専門大学は実践性を重んじる大学であり、企業との距離も近く、かつ、大学としての自由度も保っているため、デュアル大学に比べるとイノベーションを担う人材を輩出できる。

④ シュタインバイス大学 ヒアリングより

企業（従業員）や学生を対象に、企業や産業のニーズに対応した実践的な職業教育を提供している。学生は、教室での講義だけでなく、企業におもむいて、実際のプロジェクトを受け持ち実践で学ぶ。知識を詰め込む大学とは違い、コンピテンシーを高める教育を重視している。

④ ドイツの鍛造協会 Industrieverband Massivumformung e. V. ヒアリングより

総合大学へ入るには、一般の大学入学資格が必要となる。ただし、総合大学の評価も変わってきている。学術的で専門化しているが、お金もかかるし、企業で即戦力になるというよりは、研究者を輩出する役割を担っている。一方、専門大学は学位を与えながらも、企業がそのまま使える即戦力となる技術者を育成しており、非常に実践的な教育をやるということで、企業側の評価が上がっている。ただし、鍛造業を見ても、各会員企業の研究開発部門の長は（総合）大学の卒業者が占めており、8割はドクターを持っている。それが一般的である。特に、研究開発の世界になると、大学卒、アカデミアの世界になる。

鍛造協会では、年に1～2回、産学のラウンドテーブルを開催している。ドイツ全土のいろいろな研究所から30～40人の鍛造の専門家（教授陣）が集まり、産業界からは10～20人の代表者が集まり意見交換を行う。非公式な会合であるが、こうした場面で産業界から「最近の大学教育ではこういうものが足りない」と切り出すこともある。このように、普段は相互にあまり接点のない鍛造業の当事者を集めてひとつのテーブルについてもらい、討議しながら互いの意思疎通を図るようにすることも協会の重要な役割である。

④ 連邦職業教育研究所（BiBB：Bundesinstitut für Berufsbildung）ヒアリングより

ドイツには職業教育法に基づいた職業が330種類あり、法律によって職業の内容が規定されている。BiBBは、企業の中で施す職業教育の内容についてのルールを決めたり、一定の基準を満たしているかのチェックを行う。たとえば、市場のニーズで新しい職業が必要となったとき、経済界や同業組合から「こういう職業が必要なので、きちんと定義して新しい職業分類を作ってほしい」という具合に、まずは連邦職業研究省（BMBF）に要望が上がる。BMBFが必要だとみなし、調査が必要だと判断すればBiBBに対して新しい職業についてのデータを集めるように指示が出され、その結果、新しい職業が必要と判断が下されると、BiBBが新しい職業の内容や必要な知識・コンピテンシーを検討し、企業の代表や同業組合、労働組合とも話し合う。

ドイツでも高学歴化の傾向にあるが、全員が総合大学でドクターを取得するのではなく、社会全体としてはちゃんとした職業教育を身につけた人を求めている。デュアルシステムは企業が必要とする人材を育成する効率的な方法といえる。市場から全く知らない人を採用するよりも、企業内教育を受けている訓練生から採用した方がリスクが少ない。

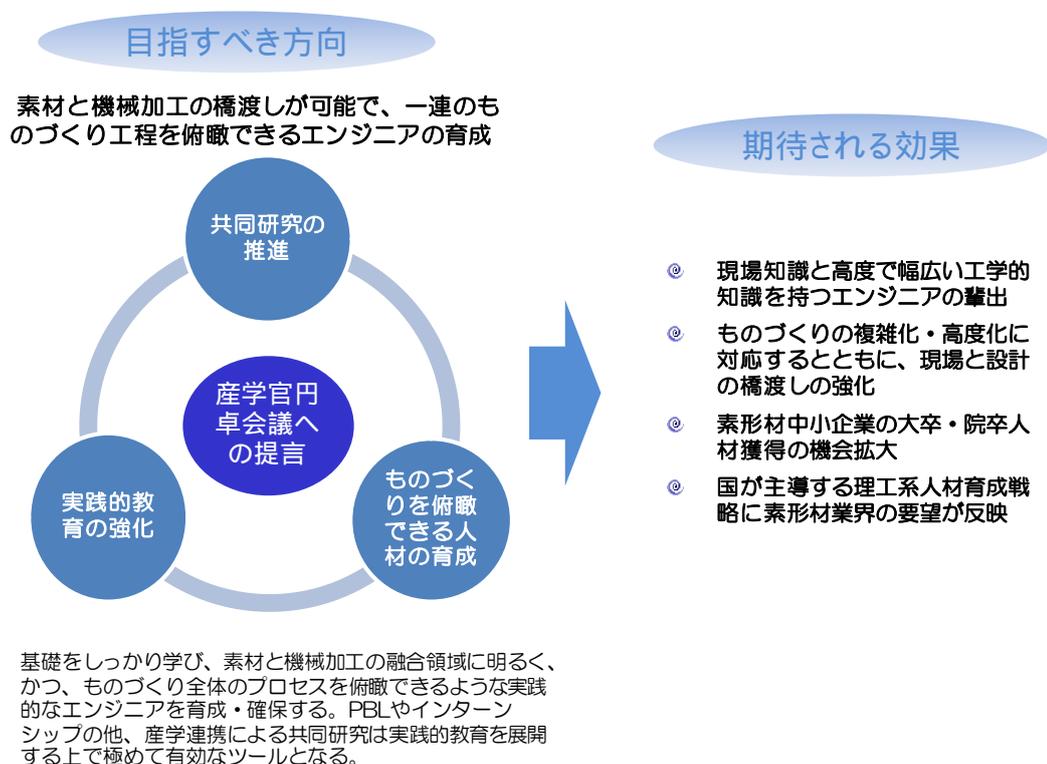
いま政府がイニシアチブをとって、産業界と協働で、職業教育の政策を進めている。2010～14年を期間としたプランのなかでは、職業教育に若者の目を向けさせることに重点をおいている。一方、2008～10年のときは、企業に対し、もっと職業教育の場を提供してくれるように働きかけた。

## (2) 目指すべき方向性と期待される効果

ドイツでは活発な産学連携が展開されているが、これが実践的教育の場として機能しており、産業界が求めるエンジニアの輩出につながっている。日本でも課題解決型のPBLの導入が進んでいるが、大学で実施したヒアリングや学生へのグループインタビューからは、企業との共同研究の方が実践的教育という意味では効果が高いことがうかがえた。共同研究を通じて学生が実際に企業担当者と交流したり、企業の現場に赴くことは、授業では得られないインパクトがあり、共同研究を通じて中小企業の実態を知ることができたという学生は少なくない。実際、共同研究を経験している学生の方が、経験のない学生に比べると中小企業へのこだわりはなく、大学院生でも自ら判断して研究開発型の中小企業を就職先として選んでいる。共同研究は大がかりなものである必要はない。たとえば、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）などは大学と中小企業との共同研究のトリガーになっており、学生が中小企業を知るよい機会にもなっている。

また、ドイツのフライベルグ工科大学では産業界の要望に応える形で材料工学と機械工学の融合領域をカバーするカリキュラムが創設されたように、日本でもものづくりの高度化や複雑化について融合領域をカバーできるエンジニアの育成が急がれている。特に、ものづくりの全工程を俯瞰できるエンジニアの育成・確保は大手企業でも重視されている。

さらに、2015年3月に文部科学省から公表された理工系人材育成戦略では、産業界で活躍する理工系人材の戦略的育成に向けて産学官が情報・認識を共有する場となる「産学官円卓会議」を設置するとしている。素形材業界としても積極的にこの円卓会議に提言を行い、業界が求める人材育成に関するメッセージを発信していく必要がある。





## PBL(Project Based Learning)とは

「課題解決型学習」と和訳されており、従来の座学による学習と異なり、チームごとに具体的なプロジェクトテーマを与えられ、その課題解決に向かって共同で取り組ませる教育方法。学生が主体的に物事を考え、論理的思考やプレゼンテーション能力も高めるなど、実践的教育として産業界からも高く評価されている。

ただし、大学において PBL を充実するには PBL に適した教材開発が必要で、かつ、現場知識や経験が豊富な教員も必要とされるため、産学連携で取り組む意義が大きい。



## 共同研究とは

共同研究とは、大学の研究者と民間企業等に所属する研究者（社員）が共通の研究課題に共同で取り組む研究で、受託研究（大学が民間企業等からの委託を受けて行う研究）に比べて双方向性がある。基本的に、どの大学・高専でも共同研究は広く受け付けている。

大学との共同研究となると、中小企業には敷居が高く感じられるかもしれないが、経済産業省の「戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）」に応募する中小企業を、共同研究という形で積極的に支援する大学も少なくない。大学は共同研究のパートナーとして中小企業の研究開発を支援すると同時に、管理法人としてサポイン事業のロジ機能を担ってくれることもある。また、このサポイン事業（共同研究）を通じて、中小企業の技術者と大学研究者との間に交流が生まれ、大学研究室の学生がサポイン事業を通して中小企業の実態を知る機会にもなっている。

このように、PBL に比べると共同研究は扱う研究テーマも技術者・研究者の交流も、より実践的なものとなる。

### (3) 具体的な取組方策

ここでは、産学官が取り組むべき3つの取組方策を提案する。

#### ①産学連携による共同研究・実践的教育の強化

素形材企業は大学との共同研究を積極的に進め、拠点校を中心とする大学は少額からの共同研究にも対応できる体制を整えることが望まれる。国はサポイン事業のように中小企業が大学との共同研究に踏み切りやすい補助事業などを増やし、共同研究を後押しする。特に、これまで大学との接点がほとんどなかった素形材中小企業には、公設試験研究機関がコーディネータ役として仲介するなど、中小企業が大学へアクセスしやすい環境を整備する。大学は共同研究に学部生や院生を積極的にコミットさせ、卒論や修論のテーマにもなるべく共同研究課題を当てるなど、共同研究を介したエンジニア人材の育成に努める。また、可能な限り、大学は学生に学会発表の機会を得るよう指導する。学生のプレゼン能力を高めるとともに企業研究者と交流する機会を与え、また、学生の学会活動を通して共同研究相手の素形材中小企業もアカデミアでのプレゼンスを高めることができる(中小企業が学会発表することは、学生への信用力を高め、エンジニアを獲得する上でメリットが大きい)。

課題解決型の実践的教育は、引き続き積極的に取り組む必要がある。ただし、実践的教育を展開する上では、現場経験を持つ企業OBなどが必要とされることから、「実践的教育を支援するサポータ派遣事業」のような形で、企業OBを技術スタッフとして必要とする大学へ人材を派遣する取組みも検討する。日本機械学会は、大学の実践教育のサポーターとして活躍できる人材を登録したシステムを構築しており、日本機械学会と連携する方策も検討する。

なお、産業界は共同研究を活発化したり、企業OBを派遣したり設備を提供したりする形で実践的教育を積極的に支援することは、素形材にかかわる大学関係者の学内での評価を高め、それがひいては素形材学科の存続につながるとの認識をもち、能動的に行動することを期待したい。

#### ②ものづくりを俯瞰できる人材の育成

ものづくりが高度化・複雑化するにつれ、専門性を究めると同時に幅広く物事を見通すことができる「T字型人材」の重要性が指摘されてきた。経済産業省が実施した「製造中核人材育成事業」においても、「ものづくり俯瞰人材」の育成を取り上げており、「開発・設計に加え、市場・流通まで含めたSCM全体の視点からものづくり全体を俯瞰できる人材」と定義し、主にプロセス横断型革新人材、開発リーダー、生産マネジメント人材、生産現場リーダーといった人材育成を後押しした。基本的にはライン長、工場長クラスの人材を育てるためのリーダー格のマネジメント層を育成することを狙いとしている。

室蘭工業大学でも、経済産業省から2008年度「産学連携人材育成事業(産学人材育成パートナーシップ等プログラム開発・実証事業)」の委託先として採択され、室蘭工業大学を

中心とした産学連携体制のもと「素形材から機械加工・検査までの一貫生産実習とものづくりバードアイ技術者の育成」としてカリキュラム開発、実証講義などを行ってきた。一連のものづくり工程（鋳造から切断・切削・研削・溶接等の一般機械加工装置を最大限利用して、設計製図・材料から加工・検査に至る一連の基礎工学ならびに必要な要素技術）を科学的・理論的に理解でき、その理解の上で各生産工程に関与しつつ、製品出荷までのプロセス全体を統括・管理できる人材を育成することを目的とし、カリキュラム開発を行った。この事業を遂行するにあたり、講師陣には国内の素形材分野（鋳造）における専門家が動員され、テキスト執筆に当たった。また、鋳造に特化した講師陣を招聘し、約1週間に渡って若手技術者育成に向けた講義も実施された。

このように、ものづくりを俯瞰できる人材育成のためのテキスト開発、カリキュラムの開発には、1大学にとどまらず、当該分野のエキスパートが集結して取り組む必要があることから、拠点校を中心に業界ごとの「ものづくりを俯瞰できる人材の育成」のカリキュラム開発を国は支援し、拠点校は業界と協力してどの大学でも取組みが可能な一般化できるカリキュラムを開発し、他大学への普及に努めるものとする。

室蘭工業大学が中心となって取り組んだものづくりを俯瞰できる人材育成のためのカリキュラム開発

### ものづくりCTO養成・俯瞰的人材育成事業（All Japan Bird-eye Project）

これまでの工学部は縦割りの専門性を持つ形態であったが、社会が複雑化するにつれて、それぞれの「知」の組み合わせで分野横断的に研究する組織の必要性が生じている。そこで、企業経営、技術マネジメント、システム工学などを取り入れて、俯瞰的（バードアイ）に技術、経営を本質的に理解できるものづくりに特化した人材＝CTO(Chief Technology Officer)を育成必要がある。

#### 通常のカリキュラムとの相違点

**一般的なカリキュラム**

Manufacturing Engineering  
MOT  
Fractography

原価計算を考慮しない材料選択  
販売プランを考慮しない製品。  
データによる優劣の判断は可能だが、なぜ壊れたかが理解できない。eto

これまでのカリキュラムは、各々単独教科であり、連携されていない。

#### 本Projectのカリキュラム

産学官による強力な連携体制を構築し、講師派遣や、実践的なインターンシップを行う

・インターンシップ  
・企業講師派遣  
・育成コース取込  
・企業研修

産 官

機関・分野を超えた  
横断的なサポート体制

・公設試の活用  
・講師派遣  
・財政支援  
・営業活動  
・プロジェクトの推進

・ものづくりCTO養成・俯瞰的人材育成にオールジャパン体制で取り組む事が必要  
・大学を地域の核とした人材育成による、地方創世（学生の定着、地方の学園都市化）  
・企業として優秀な人材の確保、技術伝承が可能  
・行政として環境形成や経済的支援の支援が必要（人口の定着や新規産業誘致）

産学官協議  
人材育成  
ネットワーク構築

課題解決へ向けて、国や行政の支援が必要不可欠

#### 具体的には

カリキュラムの連携を図り、一連の「ものづくり」工程を管理できる俯瞰的人材の育成。基礎工学分野が実際の現場で何に役立つか、学生に意識付けを行う教育内容。  
製品構想から設計・製作・検査・トラブル対策・経営戦略までを苦慮できる人材

**※経営戦略**・・・  
 工程管理だけでなく、原価計算、販売、営業プレゼン能力を有する技術経営能力  
 技術のみの視点から技術開発や技術選択を行うのではなく、売れる製品開発、投資効率、環境問題、ハイテック・マーケティング等々の技術以外の分野のことを視野に入れる。

**※トラブル対策**・・・  
 ・製造だけでなく、LCA(ライフサイクルアセスメント)を考慮し、壊れた原因を理解し、設計に反映する能力を高める。  
 ※企業での実践的なインターンシップを受講

ものづくり工学

MOT

インターンシップによる  
OJT(実践応用)

#### 克服する課題

- 1大学では取り組みにくい、専門スキルを持った講師が少ない  
→ 他大学との連携しエキスパートを招聘
- インターンシップ先や企業からの講師派遣が難しい  
→ 産業界のバックアップや協力が不可欠

出所：室蘭工業大学ものづくり基盤センター長 清水一道教授 提供資料

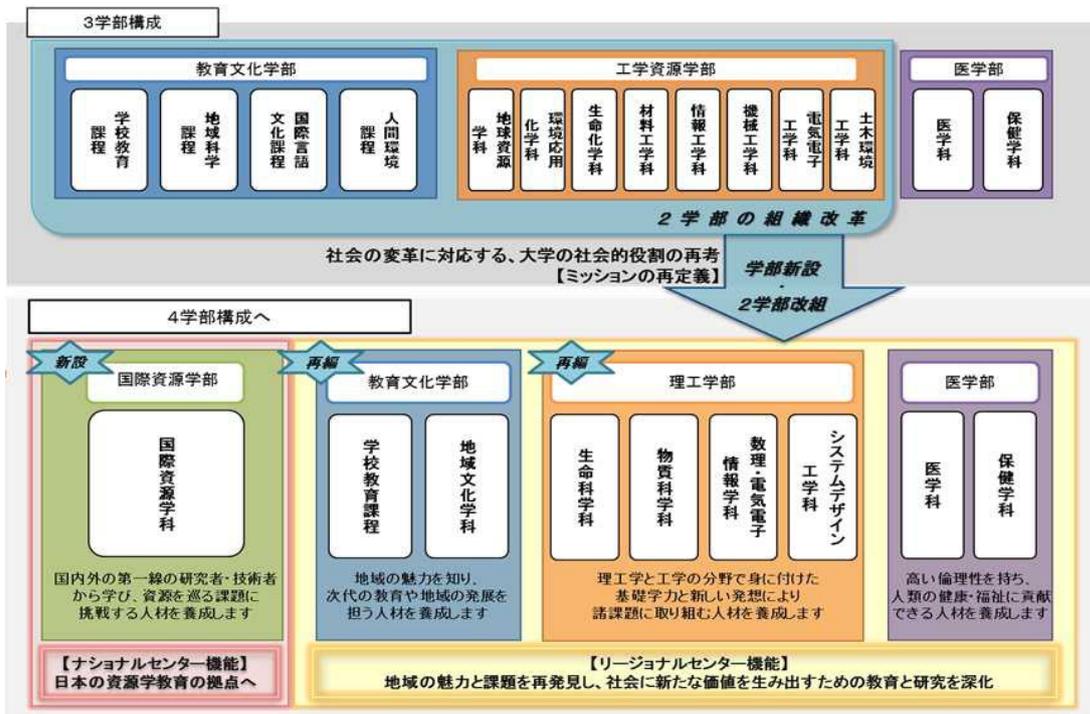
### ③ 「理工系人材育成－産学官円卓会議」（仮称）への提言

文部科学省が2015年3月に公表した「理工系人材育成戦略」では、重点的な取組として「国立大学における教育研究組織の整備・再編等を通じた理工系人材の育成」が取り上げられており、国立大学法人はそれぞれの強みや特徴に応じて全学的な資源配分の見直しを行い、理工系人材育成機能を強化し、世界規模での課題発見・解決等ができる人材を育成すべきと提言している。その一連として、秋田大学の全学的な組織再編例を提示している。秋田大学は創設以来の強みである「資源学分野」の更なる強化を図るため、新たに「国際資源学部」を創設しているが、その影響により、従来8学科から構成されていた工学資源学部は4学科からなる理工学部へと再編され、「機械工学科」「材料工学科」の看板は消滅し、「物質科学科」へ再編されている。

今後、国立大学法人の再編が本格化すれば、さらに素形材学科の減少は避けられず（実は残るとしても学科名として消滅する影響は大きい）、素形材の拠点化構想を急ぐとともに、素形材業界としてもものづくり基盤技術の必要性や社会的意義性などを訴えていく必要がある。また、実践的技術者を輩出している高専は素形材産業にとって重要な位置づけにあり、高専教育を望ましい方向性に改革させるよう、業界として積極的にコミットしていく必要がある。

よって、新たに設置が予定されている「理工系人材育成－産学官円卓会議」に素形材業界も積極的に関与し、素形材業界にとって必要な理工系人材の育成・輩出に向けた意見を提案していく必要がある。

国立大学における教育研究組織の整備・再編例（秋田大学のケース）



出所：文部科学省「理工系人材育成戦略」平成27年3月13日

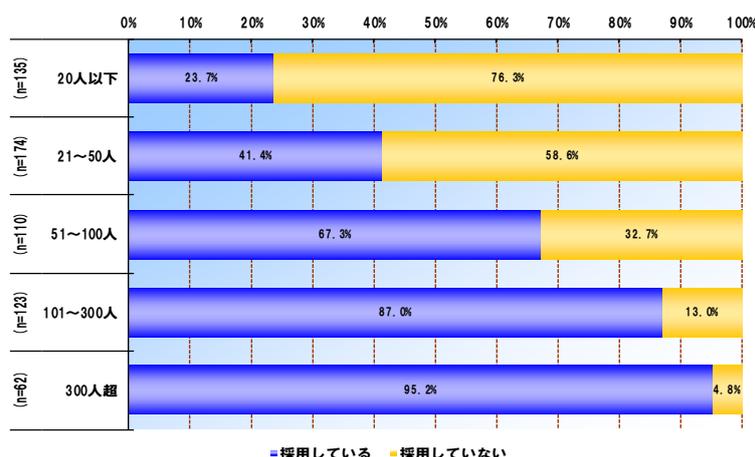
### 3. 素形材企業による若手エンジニアの育成・確保

#### (1) 現状と課題

##### ① 新規学卒者の採用状況

素形材企業に対して実施したアンケート調査によると、過去3年間に新規学卒者を採用していない素形材企業が4割以上存在し、従業員20人以下の小規模企業になると8割弱に達する。従業員100名以下の企業は、景況や業績が理由で新卒を採用しなかったというよりも、そもそも新卒よりも即戦力となる中途採用を重視する傾向が見て取れる。しかし、技術部門における29歳以下比率別にみると、若手が多い企業ほど新卒採用に積極的であり、今後、若年化が進む企業と高齢化が進む企業の二極化が進む可能性が高い。また、業績が「減少基調」と回答している企業は新規学卒者を採用していない割合が高く、業績動向と新卒採用の有無は直結していることがうかがえる。

従業員規模別にみた過去3年間の新規学卒者の採用状況



素形材企業の競争力強化には新規学卒者をエンジニアとして採用できる力をつけることが必要で、そのためには社内で人材育成の体制を整えることが必要不可欠である。学生を送りこむ指導教官は、大切な学生をきちんと育ててくれる企業かどうかを注視しているので、高専や大学との地道なネットワークづくりを行う必要もある。

##### ② 若者のものづくりへの関心や就労観

学生へのグループインタビューでもものづくりへの関心を持つようになったきっかけを尋ねたところ、学校の授業や教師はあまり影響せず、親の仕事や子供の頃に体験したイベントなど、身近なところで影響を受けていることがわかった。また、工学部や高専へ進学した学生の大半が小学生や物心がついた頃からものづくりへの関心を持っており、ものづくりに関心を持つ若者を増やすには、できるだけ早い段階で体験型のイベントを経験させることが必要と考えられる。

一方、ものづくりに関心を持つ学生も「素形材」の概念やイメージは学部・学科選択の際にはほとんど持ち合わせておらず、「就職の間口が広い機械工学をとりあえず選択した」という学生が多い。自動車や航空機といった最終的に形となって見えやすいものに関心をもつ学生が多く、大学には「自動車科」というものがないので、調べていくと「機械」や「材料」に行き着いた、という回答が少なくない。また、大学で機械工学や材料工学を学ぶようになって、「材料や素形材は社会でどういう仕事に就けて、どう活躍できるのか」という具体的なイメージが湧きにくい」「OB や OG の話は参考になるので、ロールモデルを示してもらいたい」という意見が聞かれた。大学側も OB によるセミナーや講義、キャリア教育に力を入れているが、大学へ入学したばかりの1～2年生は就職への関心が薄く、就職活動がはじまる3～4年生にならないと学生が関心を持たないなど、タイミングの難しさが浮き彫りになった。

インターンシップを経験した学生からは「貴重な経験だった」と総じて評価が高い。中小企業がインターンの学生を受け入れることは負担が大きいかもかもしれないが、学生と接点をもつ手段として前向きに検討すべきである。学生はマスメディアの影響もあって、「素形材」「中小企業」の実態をほとんど知らず、「中小企業 = 町工場」という固定的なイメージで捉えてしまっている。女子学生ほどその傾向が強い。ただし、中小企業との共同研究を経験したり、インターンシップを経験した学生は、そうしたイメージを払拭できている。

なお、中小企業が新規学卒者を毎年継続して採用するケースはそれほど多くなく、学生からは採用されても同期がいない、先輩や後輩と年齢が離れているといった不安も指摘された。特に、製造・技術部門にはそもそも女子社員が少ないため、若手エンジニアが孤立しないための対策が必要である。

### ③海外の動向

ドイツ鍛造協会では、業界団体が奨学金を出したり、優れた論文に賞金を出すなどして、若手技術者育成のためのプログラムを提供している。また、若者にアピールするために Facebook や Youtube などに動画を流し、鍛造の仕事をいくつかの職種に分けて紹介を行っている。さらに、大学とも協力し、11～15歳の若者を対象とした体験プロジェクトを提供するなどして、積極的に業界をアピールしている。

なお、ドイツでは日本の社会人博士課程のように、企業に在籍しつつ、大学で博士号を取得できるプログラムを提供し、学生、大学、企業の3社がそれぞれメリットを享受できる仕組みを提供するなどして、素形材業界への人材の橋渡しを行っている。

一方、韓国では、例えば韓国ポリテク大学仁川キャンパス「金型設計学科」では、金型に関連する正規職就職率は89.3%（卒業生47名中42名、2011年）に達するなど、大学の教育・訓練を活かすことができる職場へと就職している。このような、学生の専攻と関連性の高い職種への高い就職率の背景には、ポリテク大学と企業との連携体制が組み立てられていることが大きく影響している。



【参考：ドイツではどのような現状か～ドイツ現地調査より】

- ☛ 業界団体主導で若手技術者育成のプログラムを提供したり、若者が実験を体験できる場を提供したり、若者向けに職業紹介を動画配信するなど、積極的に対応している。
- ☛ 企業、大学、学生の3者がそれぞれメリットを感じるプログラムを提供することで、大学から素形材企業への人材の橋渡しを行っている。

◎ ドイツの鍛造協会 Industrieverband Massivumformung e. V. ヒアリングより

協会として、若手技術者育成のためのプログラムを3種類持っている（オットー・キンツレ奨学金、奨励のための賞、奨学金）。すべて大学を出てきた人が対象となる。奨学金は学部学生向けのプログラムとして、年に3人、1人4千ユーロの奨学金を出す。教授の推薦を受けた学生が候補者となる。よいパフォーマンスを上げている学生の関心をさらに高めるためのものである。この奨学金をもらった学生は、業界でも注目され、大学が終わるとすぐに産業界からオファーがある。奨励のための賞は、当協会が手がけている分野の修論に対して、年2件、各1千ユーロの賞金を出す。対象は、バチュラーでもマスターでもよく、これも教授の推薦を必要とする。オットー・キンツレ賞は一番上のクラスの賞で、鍛造業界にとって、イノベーションを促すような論文に対し、年1件、5千ユーロの賞金を出す。教授の推薦は必要としない。学部学生ではなく、博士課程の者が多い。この賞をもらった人に対しては、業界でも注目する。

若者を獲得するために、業界としても様々な活動を展開している。たとえば、11～15歳をターゲットに学校に出向き、校庭で鍛冶屋が経験できるプロジェクトを実践する。今後はフェイスブックやユーチューブも活用して、若い人に訴えたいと考えている。

既にユーチューブにはいくつか動画を上げている。職業訓練生のシリーズということで、鍛造関係の職業のうち6つについて、デュアルで職業学校に行っている人の動画を上げている。現在、さらに2職種を追加している。

女性の職業訓練生を取り上げた動画もある。鍛造の中のプロダクトデザインの職業ということで、女性の訓練生に登場してもらい、どういう仕事をしているかを見せている。

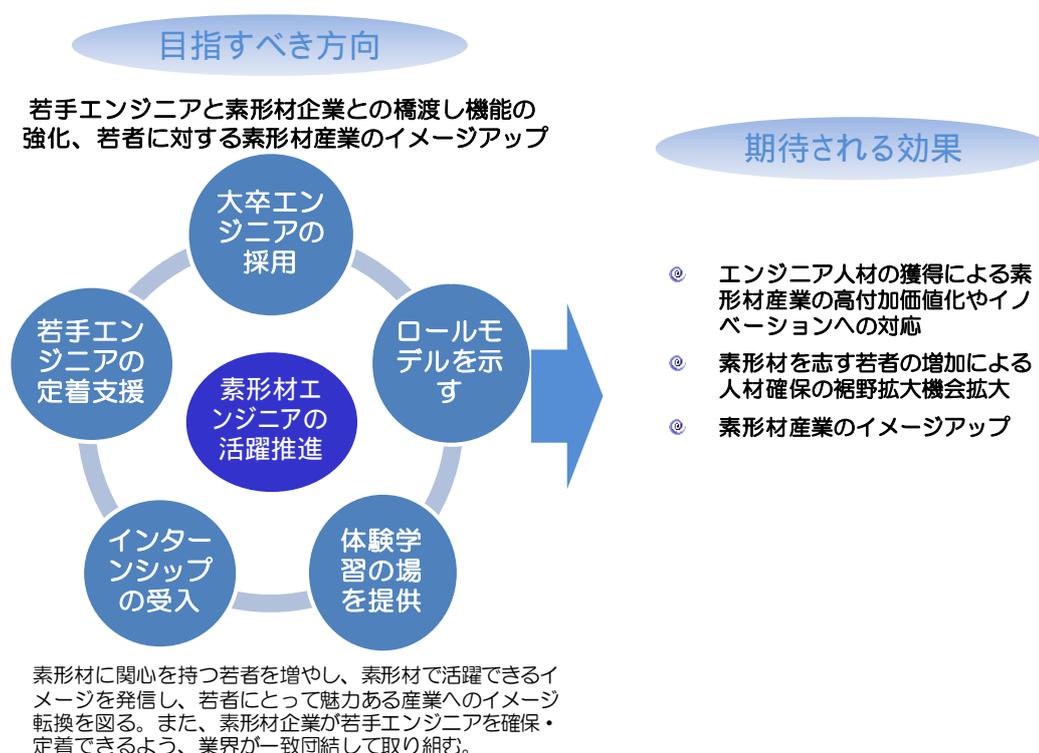
◎ フライベルグ工科大学 金属成形研究所 ヒアリングより

博士過程は、企業に就職しつつ博士コースを学ぶ場合と、大学に残って博士コースを学ぶ場合に大別される。前者は外部博士課程と呼ばれ、ディプローム・エンジニア（修士課程を修了したエンジニア相当）として企業に在籍するのではなく、博士課程学生身分で在籍するので、ディプローム・エンジニアよりも給料は低くなる。しかし、学生にとってのメリットは、博士号をとれば給料は上がるし、資格がついてくるので、それなりのキャリアアップにつながるという点。企業にとってのメリットは、ディプローム・エンジニアよりも安い給料で雇用でき、数年間投資すればドクターが手に入る点。大学のメリットは、費用をかけずに博士課程の学生を獲得することができる点。大学も州政府から学生数の基準を満たせというプレッシャーを受けている。

## (2) 目指すべき方向性と期待される効果

素形材産業では、新規学卒者を採用・育成できている企業と、新規学卒者を採用していない企業とに二極化され、定年延長義務化により、後者の企業の高齢化が深刻するのではないかと懸念される。人材獲得競争が激しくなる中、大卒エンジニアが採用できる体力・体制に向けて、各社の努力はもちろんであるが、業界団体としても若手エンジニアの採用・育成に向けた環境整備に取り組んでいく必要がある。新卒人材の育成やインターンの受け入れなど、個社ではハードルが厳しい部分もあるが、業界が協力すれば、若手を育てる体制を構築することも可能である。

また、工学系の大学生や高専生へのグループインタビューから、素形材産業の具体的なイメージが理系人材にも浸透しておらず、自動車や電気、航空機といった製品イメージを持つ業界に比べて、学科選択や就職の時点で大きなハンディを負っている。しかし、ドイツ鍛造協会では業界挙げて若者に職業イメージをアピールしたり、奨学金や論文表彰などで若手技術者のモチベーションを上げる取組みを行っている。企業に在籍しつつ学位を取得できる仕組みにより、大学、学生、企業に Win-Win の関係を作り出すなど、ドイツを参考に日本で導入できる取組みは少なくない。



### (3) 具体的な取組方策

ここでは、業界団体や素形材企業自身組むべき5つの取組方策を提案する。

#### ①大卒エンジニアの採用

大学との共同研究やインターンシップなどを通じて大学とのコネクションを持つことは、大卒エンジニアを採用する一つの手段となる。ただし、中小企業では大卒エンジニアを採用することは一般的に難しいと考えられている。そこで、フライベルグ工科大学の外部博士課程のスキームを参考に、大学、企業、学生の3者にとってメリットのある「社会人マスター」「社会人ドクター」を検討する余地は大きい。

##### <想定されるスキーム>

素形材中小企業が学生（学士または修士）の採用を大学に働きかける際、採用後も社会人学生として大学に在籍させる提案を行う。学士の学生であれば社会人マスターコースへ、修士の学生であれば社会人ドクターコースへ進学させる。社会人コースなので、大学に通う必要はなく、基本的に会社で業務をこなす傍ら、大学の指導を受けて論文を執筆する。ただし、修士論文、博士論文を研究するのであれば、会社の課題テーマを扱うことが望ましいので、社会人コースへ進学させると同時に、その学生を介して大学との共同研究をスタートさせる。

##### <三者それぞれのメリット>

学生：就職先が中小企業とはいえ、働きながら修士・博士号を取得できることがインセンティブとなる。自ら授業料を支払うとしても、早めに経済的自立を図ることができる。

大学：社会人含めて大学院の学生数を増やすことは大学にとって重要なミッション。しかも、学生は教え子であり、共同研究として外部資金も獲得できる（共同研究費用は決して高額である必要はない）。

企業：共同研究費を大学に支払うことになるが、採用した社員やその後の共同研究を通じて大学とのネットワークを強固にでき、課題テーマも共同研究という形で指導を受けられ、しかも数年後にはその課題を担当した社員が修士号（または博士号）を取得して戻ってくる。

## ②若手エンジニアの定着支援

若手を採用した後は、いかに定着してもらうかが重要となる。若手が辞める理由の1つに世代間ギャップがある。同期や年齢の近い社員がいないと、相談相手が見つからず、社内で孤立して辞めてしまう可能性が高い。そのことに配慮して、毎年1名の新規学卒者を採用するのではなく、2年ごとに2名、あるいは3年置きに3名といった具合に、必ず同期の社員をつくるようあえて隔年採用している中小企業もある。

そこで、企業や業界の枠を超えて、若手エンジニアのバーチャル同期会を立ち上げ、社内に同僚や若手社員が少なくても、気軽に悩みや相談を持ちかけたり、互いに切磋琢磨できる環境を整備する。バーチャル同期会をつくることで、若手が少ない素形材中小企業にも若者が就職・定着しやすくなる。商工会議所青年部に該当するような組織を想定しているが、技術漏洩や転職の懸念を払拭できるよう、あえて異業種も交えた業界横断的な同期会とし、仕事の内容は持ち出さないといった最低限のルールをつくる

この若手社員によるバーチャル同期会は、以降の「インターンシップの受け入れ」「ロールモデルを示す（素形材版課外授業“ようこそ先輩”）」「体験学習の場の提供（ものづくり体験学習）」などでも企画や運営を任せるなど、学生との年齢が近いだけに活躍が期待される。

## ③インターンシップの受け入れ

学生から評価の高いインターンシップの受入促進を図る。ただし、中小企業は独自にインターンシップに参加することが難しいので、業界の中に「インターンシップ受け入れ促進WG（仮称）」をつくり、自力では難しいが受け入れを希望する中小企業向けのプログラムや受け入れ体制を検討する。

（プログラム案）

- ・インターンシップの受け入れを希望する複数の企業による合同プログラムを検討（1社で1～2週間の受け入れは難しくても、5社が集まり分担することで負担軽減）
- ・大学や高専との窓口を業界が行う（ロジ機能の負担軽減）
- ・インターンシップ経験豊富な企業による事前レクチャーの実施（ノウハウ伝授）
- ・インターンシップに慣れた企業は卒業してもらい、なるべく新規受入先を掘り起こす

## ④ロールモデルを示す

素形材を志向する若者を増やし、素形材を専攻した学生に実際に素形材産業への就職を選択してもらうには、将来、素形材の領域でこういった働き方や活躍の場があるのかというイメージを持ってもらうことが必要である。そこで、高校生や大学生向けに、産業界で活躍している企業人の協力を得て、以下のような事業（案）を展開する。

素形材版課外授業「ようこそ先輩」

OB・OGによる高校や大学訪問～自らのロールモデルを示す。

素形材版「プロフェッショナル」

鍛造協会が様々な職種の仕事を動画で紹介しているようなプロモーションビデオの作成。動画配信のほか、中学生や高校生にも理解できる内容として、学校教材として活用してもらおう。

#### ⑤体験学習の場を提供

体験学習を伴うものづくり教室は、日本でも工科大や高専が熱心に取り組んでおり、夏休みなどに開催されることが多い。毎年開催し、地域イベントになっているところもある。高専では、近隣の小学校や中学校へ出張授業を提供しているケースが多い。こうした大学や高専、あるいは工業高校の取組みが今後も継続・発展できるよう、産業界としても積極的に支援するとともに、ドイツ鍛造協会のように、業界主導で体験型ものづくり教室を開催することも検討する。特に、実験、実演を伴う体験学習の場合、スタッフや設備が整っている産業界が主導的に取り組む意義は大きい。

このほか、燕三条の「工場の祭典」のように、素形材の産地が地域ぐるみで体験学習の場を提供し、素形材の情報発信を行う方策も検討されたい。