

システム技術開発調査研究

16-R-14

機械システム産業のための  
マテリアル・ソリューション人材育成  
に関する調査研究  
報告書

要旨 -

平成17年3月

財団法人 機械システム振興協会  
委託先 財団法人 金属系材料研究開発センター

**KEIRIN**



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです

## 序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人 機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとに、機械システムの開発等に関する補助事業、新機械システム普及促進補助事業等を実施しております。

特に、システム開発に関する事業を効果的に推進するためには、国内外における先端技術、あるいはシステム統合化技術に関する調査研究を先行して実施する必要がありますので、当協会に総合システム調査開発委員会(委員長 放送大学副学長 中島尚正 氏)を設置し、同委員会のご指導のもとにシステム技術開発に関する調査研究事業を民間の調査機関等の協力を得て実施しております。

この「機械システム産業のためのマテリアル・ソリューション人材育成に関する調査研究報告書」は、上記事業の一環として、当協会が財団法人金属系材料研究開発センターに委託して実施した調査研究の成果であります。

今後、機械情報産業に関する諸施策が展開されていくうえで、本調査研究の成果が一つの礎石として役立てば幸いです。

平成17年3月

財団法人機械システム振興協会

## はじめに

本報告書は、財団法人機械システム振興協会より、財団法人金属系材料研究開発センターが平成 16 年度事業として受託した「機械システム産業のためのマテリアル・ソリューション人材育成に関する調査研究」の成果をまとめたものである。

機械システム産業で利用される材料は多岐にわたっており、機械システム産業における設計、製造の各現場では製品に最適な材料及びそれに最適な加工プロセスが求められている（マテリアル・ソリューション）。

機械システム産業における技術者は、自分の本業分野で従来利用してきた材料については知識を有しているが、本業から外れたり、新規の材料については的確な材料知識を有しておらず、材料とその加工との擦り合せに苦慮する場合が多い。

このため、材料のうち、構造材料、機能材料のそれぞれについて、材料のユーザーである機械産業システム産業のために最適な材料選択、加工プロセスの選択と言うマテリアル・ソリューションを図るための人材の育成が求められている。

そのための今後の施策の検討において、必要な人材育成を効果的に実施していくための体制、方法についての調査研究を緊急に実施する必要がある。

本報告書は、機械システム産業と材料産業との擦り合せ強化のため、機械システム製品に要求される最適な材料選択及び最適加工プロセスの決定を容易にさせるマテリアル・ソリューションを図るための人材育成の方策について検討することを目的として調査研究を行い、その成果をまとめたものである。

この調査研究が、今後の製造業の中核人材の育成における方向性を示唆し、材料とその加工、製品化を俯瞰して見られるマテリアル・ソリューション人材の育成に向けて、一助となれば幸いである。

平成 17 年 3 月

財団法人金属系材料研究開発センター

## 目 次

序

はじめに

1 . 調査研究の目的	1
2 . 調査研究の実施体制	1
3 . 調査研究の内容	3
3 - 1 材料分野における擦り合せ実態調査	4
3 - 2 材料評価等に関する産業界のニーズ調査	13
3 - 3 マテリアル・ソリューション人材に求められる能力調査	16
3 - 4 マテリアル・ソリューション人材育成のためのプログラム調査	21
3 - 5 人材育成体制に関する調査	26
4 . 調査研究の今後の課題と展開	31

## 1. 調査研究の目的

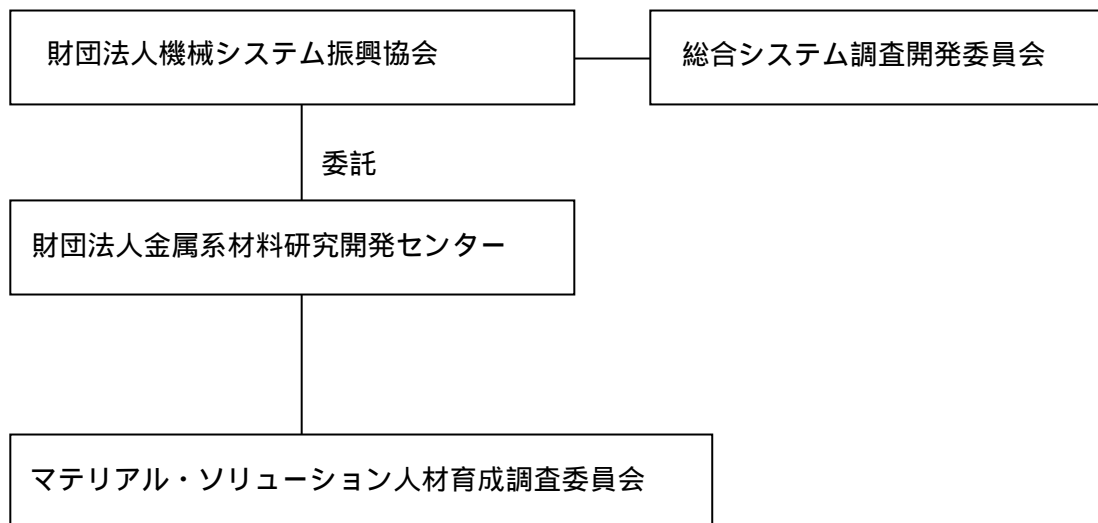
機械システム産業で利用される材料は多岐にわたっており、機械システム産業における設計、製造の各現場では製品に最適な材料の及びそれに最適な加工プロセスが求められている（マテリアル・ソリューション）。

機械システム産業における技術者は、自分の本業分野で従来利用してきた材料については知識を有しているが、本業から外れたり、新規の材料については的確な材料知識を有しておらず、材料とその加工との擦り合せに苦慮するが多い。このため、材料のうち、構造材料、機能材料のそれぞれについて、材料のユーザーである機械産業システム産業のために最適な材料選択、加工プロセスの選択と言うマテリアル・ソリューションを図るための人材の育成が求められている。

本調査研究は、機械システム産業と材料産業との擦り合せ強化のため、機械システム製品に要求される最適な材料選択及び最適加工プロセスの決定を容易にさせるマテリアル・ソリューションを図るための人材育成の方策について検討することを目的とする。

## 2. 調査研究の実施体制

本調査研究は、財団法人機械システム振興協会の委託を受けて、財団法人金属系材料研究開発センターが、センター内に学識経験者および専門家で構成される「マテリアル・ソリューション人材育成調査委員会」を設置し、以下の体制で実施したものである。



## 総合システム調査開発委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	放送大学 副学長	中島 尚正
委員	政策研究大学院大学 政策研究科 教授	藤 正 巖
委員	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授	廣 田 薫
委員	東京大学 大学院工学系研究科 助教授	藤 岡 健彦
委員	独立行政法人産業技術総合研究所 産学官連携部門 コーディネータ	太 田 公 廣
委員	独立行政法人産業技術総合研究所 産学官連携部門 シニアリサーチャー	志 村 洋 文

## マテリアル・ソリューション人材育成調査委員会 委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	独立行政法人 大学評価・学位授与機構 教授	佐久間 健人
委員	相互発條株式会社 取締役	鳴海 省吾
委員	日産車体株式会社 総務部 次長	田中 正実
委員	古河電気工業株式会社 研究開発本部 横浜研究所 所長	中村 一則
委員	JFEスチール株式会社 技術企画部 企画グループ 主任部員	川嶋 一斗士
委員	古河テクノロジーサーチ株式会社 代表取締役社長	鈴木 雄一

### 3. 調査研究の内容

産業側の人材育成に関するニーズの実態調査が必要であり、その中でマテリアル・ソリューションを図るための人材育成の具体的なニーズと、2007年から始まる団塊の世代の交代に伴う技術・技能の伝承に関連する人材育成に関する具体的なニーズの掘り起こしや要望などを並行的に調査研究する。

これらの必要性に対する種々に提言や調査研究の現状に関して、いくつかの報告書や提言および大学・学会・業界団体などにおける研究状況について調査研究を行う。

具体的には、以下の項目について調査研究を行う。

#### ）材料分野における擦り合せ実態調査

新規・既存材料の開発、製品化において、特定分野をピックアップし、聴き取り調査等により、材料メーカーとユーザーとの間での材料擦り合せの実態調査を行う。  
また、種々の調査研究の状況について有効な資料の収集分析を合わせて行う。

#### ）材料評価手法等に関する産業界ニーズ調査

材料のユーザー企業や材料商社の持つ材料評価・選択メソッド、情報源・ルートや評価・選択における課題を、企業への聴き取り調査を行い、マテリアル・ソリューションに関する産業界ニーズを取りまとめる。  
また、種々の調査研究の状況について有効な資料の収集分析を合わせて行う。

#### ）マテリアル・ソリューション人材に求められる能力の調査

具体的分野を絞りつつ、素材と機能のマッチングを図る人材として必要な能力の内容・スペックについて、企業への聴き取り調査を行い、マテリアル・ソリューションに関する産業界ニーズの方向性を検討する。

#### ）マテリアル・ソリューション人材育成のためのプログラム調査

マテリアル・ソリューション人材に求められる能力を育成するために必要となる人材育成プログラムの骨格について、企業に対し調査を行い、産業界ニーズの方向性について調査・検討を行う。

#### ）人材育成体制に関する調査

上記の人材育成事業を展開するために必要となる実施体制（講師、機関の協力可能性、インターネット等の活用可能性、事業のメンテナンス・資金計画等）について、種々の検討事例の調査・検討を行う。



### 3 - 1 材料分野における擦り合せ実態調査

ここでは、新規・既存材料の開発、製品化において、特定分野に焦点を当てて、ヒアリング等により、材料メーカーとユーザーとの間での材料擦り合せの動向調査を行った。

また、第一段階として、金属系材料を主体として、材料開発・供給メーカー、材料加工・商社、加工・製品化企業などにおける人材育成に携わっている責任者の方々を訪問し、直接的に人材育成の状況や各企業内での問題点などの聞き取り調査を行った。

機械システム産業で利用される材料は多岐にわたっており、機械システム産業における設計、製造の各現場では製品に最適な材料およびそれに最適な加工プロセスが求められている（マテリアル・ソリューション）。

機械システム産業における技術者は、自分の本業分野で従来利用してきた材料については知識を有しているが、本業から外れたり、新規の材料については的確な材料知識を有しておらず、材料とその加工との擦り合せに苦慮するケースが多い。このため、材料のうち、構造材料、機能材料のそれぞれについて、材料のユーザーである機械産業システム産業のために最適な材料選択、加工プロセスの選択と言うマテリアル・ソリューションを図るための人材の育成が求められている。

そのための今後の施策の検討において、必要な人材育成を効果的に実施していくための体制、方法についての調査研究を緊急に実施する必要がある。

#### 3 - 1 - 1 企業での材料分野における擦り合せ実態の調査

##### 3 - 1 - 1 - 1 擦り合せ実態の調査の方法

ここでの調査研究の方法について、共通的な課題とその取り組みの状況を示す。

材料を開発・提供する側（シーズ側）と、材料を利用し加工する機械システム産業側の人材育成に関するニーズを的確に把握して乖離を最小にするような注意点を認識しクローズアップさせることが重要となる。

異分野や新規分野に進出する際に有効な人材育成のために必要な項目を探ることが着目されるが、同時に、いわゆる2007年から始まると言われる団塊の世代の現場の第一線からの離脱に伴う技術・技能の継承に絡む人材育成の問題も、大きな注目点として必要な項目を探る。

このような観点から、広く各分野の企業にアンケート形式で意見を求めるのでは、企業の具体的なニーズの把握が困難であることが懸念されるに到り、業種をある程度限定せざるを得ない弱点はあるものの、各企業の個別事業分野における実態の聴き取り調査を主体に実施することが肝要ではないかとの方向性が、第一回のマテリアル・ソリューション人材育成調査委員会において示された。

即ち、

- ・ 広く関係企業にアンケート形式で意見や要望を聞くのでは、真のニーズが把握しがたいのではないか
- ・ 対象材料の範囲を構造材料から機能材料まで、幅広くすると具体的なニーズが散漫と成り、次のステップで計画している人材育成計画が具体化できない恐れがある
- ・ 財団法人金属系材料研究開発センターの経験を活かして、金属系材料を主体とした産業界のニーズ調査を進め、その結果を他の材料分野に展開する進め方が良いのではないかなどのご意見が出され、これらを反映した内容で、金属系材料を扱う企業を訪問して、聴き取り調査を行うこととした。

併せて、国・自治体などの機関や大学・学会・業界団体などにおける各種の人材育成に関する調査研究の実情も、参考資料として収集分析することとした。

### **3 - 1 - 1 - 2 材料分野における擦り合せ実態の聴き取り調査**

#### 1) 聴き取り調査の実施

聴き取り調査は、金属系材料を製造、加工、製品化する工程に携わる企業の中から、次のような条件を考慮しながら選定し、企業のその部門の責任者の方に調査の趣旨、目的、聞きたい内容などをお話し、了解を得ながら進める形とした。

- ・ 金属系材料を主に扱う企業又は企業内の事業部門
- ・ 大手規模の企業では比較的人材育成システムやプログラムなどが整備されている事例があり、中堅・中小企業を含めながらの調査とする。
- ・ 各々、各事業分野、技術分野にて歴史や経験を有し、技術伝承や後継者の課題を有している企業を優先的に選択する。
- ・ 大手企業では、各事業分野毎の技術伝承、後継者問題などを調査対象とする。

## 2) 聴き取り調査の項目

聴き取り調査の調査事項の骨格は以下の内容である。

- ・企業の一般事項・・・業種、資本金、従業員、主な事業内容
- ・材料・加工プロセスでのすり合せなど（マテリアル・ソリューション）に関して問題・課題があるか、あるとすればどのような分野、内容（技術者、技能者）
- ・その面で人材不足或いは人材のレベルが不足などの課題（技術者、技能者）
- ・人材不足の解消法は・・・派遣／パート／社内ローテーション／社内教育（技術者、技能者）
- ・マテリアル・ソリューション人材育成について関心の有無（技術者、技能者）
- ・自社内で人材育成のプログラムを有しているか、そこでの問題点（技術者、技能者）
- ・社外の同様のプログラムを既に利用しているか、その場合の問題点など
- ・今回企画するような人材育成に関するプログラムに関心の有無、又社内の人材を派遣する用意の有無（技術者、技能者）
- ・今回の企画でのプログラムに要望したい事項
- ・費用、期間、研修場所などについての要望

調査の過程で技術者での不足している技術分野、技能分野の具体的な科目、人材育成に関するその他の要望などについても聴き取りの対話の中で調査を実施した。

### 3) 聴き取り調査結果

聴き取り調査は金属材料を取り扱う、23社について実施した。

#### ) 聴き取り調査対象企業の状況

対象企業における、総人員、対象事業部門の人員、部門の技術者・技能者の規模は以下のごとくである。

・企業の規模	1000人超	: 14社	501-1000人	: 3社
	101 - 500人	: 5社	51 - 100人	: 0社
	50人以下	: 1社		
・対象事業部門の人員規模:				
	1000人超	: 3社	501-1000人	: 4社
	101 - 500人	: 7社	51 - 100人	: 5社
	50人以下	: 4社		
・対象事業部門の技術者・技能者数:				
	100人超	: 9社	51 - 100人	: 7社
	31 - 50人	: 3社	11 - 30人	: 3社
	10人 以下	: 1社		
・事業部門の分類:				
	非鉄金属	: 8社		
	輸送機器類	: 5社		
	鉄鋼・鉄製品	: 4社		
	電子部品・デバイス系	: 2社		
	半導体、家電、精密機械、化学	: 各1社		

所謂、大手製造企業だけでなく、中小企業を含みつつ、事業領域においても各種の企業・事業分野にたいして幅広く聴き取り調査が出来たものと判断する。

聴き取り調査の結果から、材料分野における擦り合せに関する企業の現状と企業が抱えている課題などについて示す。

) 事業部門の技術者・技能者の過不足について

図3 - 1 - 1 技術者の過不足の状況

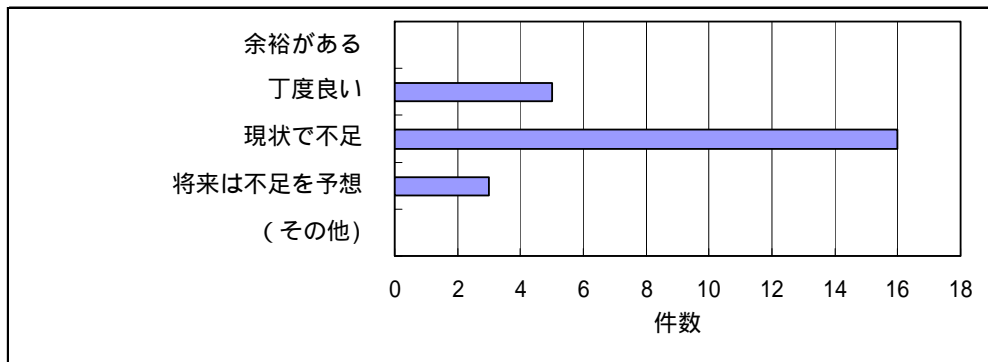
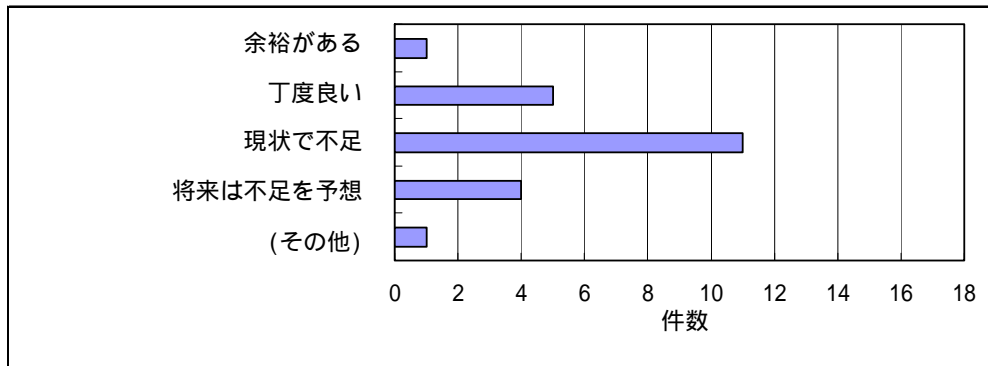


図3 - 1 - 2 技能者の過不足の状況



問題点の事例は次のようである。

- ・ 人員不足でローテーションと技術の伝承がままならない。
- ・ 新しい開発に時間が取れない。
- ・ 今はフル操業で規模的には良いが、操業低下時には過剰かも知れない。
- ・ 現場の応援で不足(苦しい)。3年ほど採用を見合わせた事が要因。
- ・ ピーク対応で個別にやりくり。全てを抱えると対応不可。
- ・ 正社員では適正、ピークは外部で吸収。
- ・ 昨今の操業にピークに対しては人員不足であるが、ベースとしては適正規模と感じている企業が多い。ピークはOSや派遣などで補う事例が多い。

) 事業部門の技術者・技能者の年齢構成

図3 - 1 - 3 技術者（スタッフ系）の年齢構成について

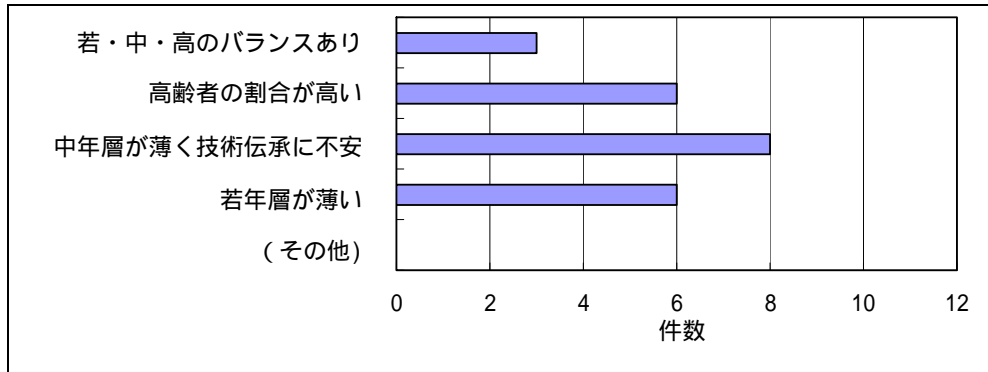
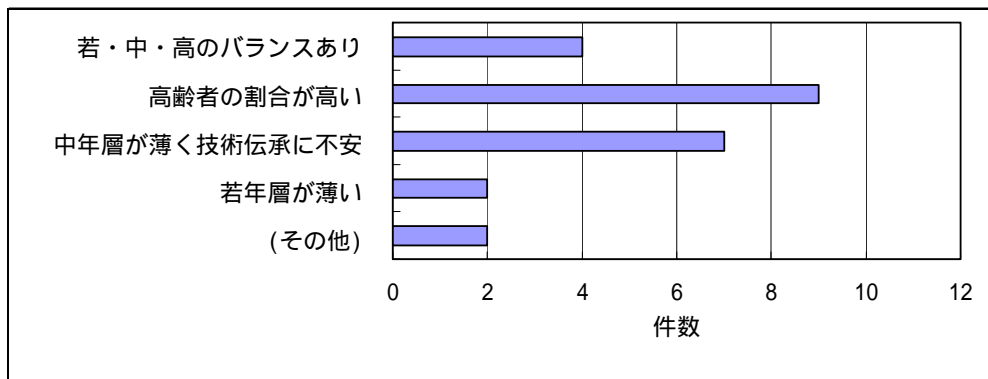


図3 - 1 - 4 技能者の年齢構成について

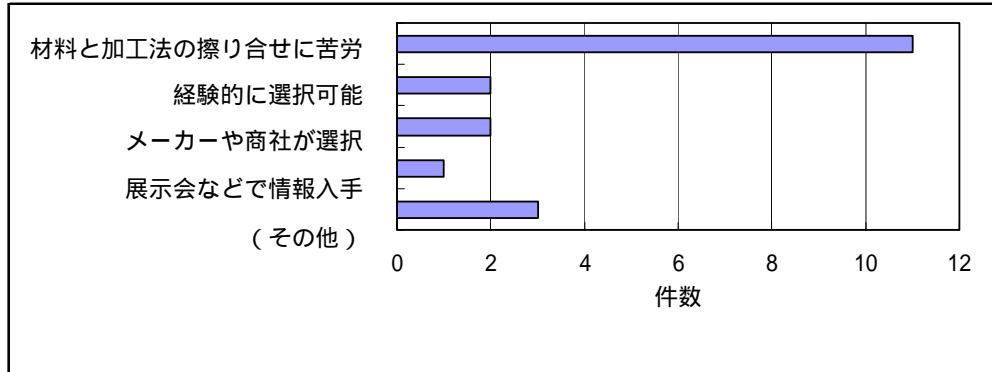


問題点の事例は次のようである。

- ・ 部門で50代が2 / 3の所あり。バブル期の採用で凹型。
- ・ 部門により需要の波があり、採用控えで中間層が薄い。
- ・ 少ないが新人採用を継続。
- ・ 双瘤ラクダの様相。
- ・ 高齢者が多いが、将来に特に不安は無い。(中堅に引継ぐ制度)

) 材料分野における擦り合せの実態

図3-1-5 マテリアル・ソリューション（材料と加工における課題）について



材料と加工など川上と川下を全体的に見る(マテリアル・ソリューションに関する)技術者が減少している現状において、摺り合わせの実態や関与する技術者の技術力について、聞き取り調査の中で、次のような意見が示された。

- ・ 事業化に到達するための力不足を痛感。
- ・ 若い層で新しい分野の技術不足が見られる。
- ・ 開発は親会社が先端を進めており、生産の現場がついて行けない部分がある。
- ・ 大学の知識の期限は3年程度、後は実務で。

このように、2007年問題との関連も含めて、技術者、技能者の数的な不足感と年齢構成が物語る技術の伝承や技能継承などの課題の中で、材料から加工、加工と製品などの現場・現物の対応した技術の擦り合せに関連する課題の一部が浮き彫りにされている。

) 「課題のまとめ」

このような企業の実態に関する聞き取り調査において、上記の調査項目以外に話された実態を含めて、材料分野での擦り合せにおける主な課題をまとめると、次のような課題が示された。

- ・ 人的余裕が無くなって来ている状況の中で、材料から製品までの幅広く経験を積ませながらの人材教育が難しくなっている。
- ・ 技術の進展が早く且つ深くなってきている現状では、専門分野に特化される傾向にあり周辺技術や情報の収集や習得に手が回らない状況にあり、いわゆる材料から製品までの擦り合せ自体が実施困難になりつつある。
- ・ 経験・実学の領域では、幅広い体験や種々の事例の経験から生み出される教訓や指導のポイントなどが重要な役割を占める。しかしながら、それらの経験を有する人材が高齢化或いは定年などで、第一線を外れ経験・体験に基づく知識や知恵が各企業において風化しつつあるのが実態である。
- ・ 体験・経験の中で、特にトラブル、失敗、事故などの不具合に関する情報は、当該分野に

従事する技術者・設計者などは、ぜひ知りたい事項であるが、それらは他面で各企業の貴重なノウハウ事項であり、また、そうした事実を公開には躊躇する面がある。これに関する公開或いは学習の仕組みを多くの企業が望んでいる。

「課題の要約」

技術分野の専門化、高度化が進み、従来の学術分野的な分類での教育は企業においてその役割に限界がある。

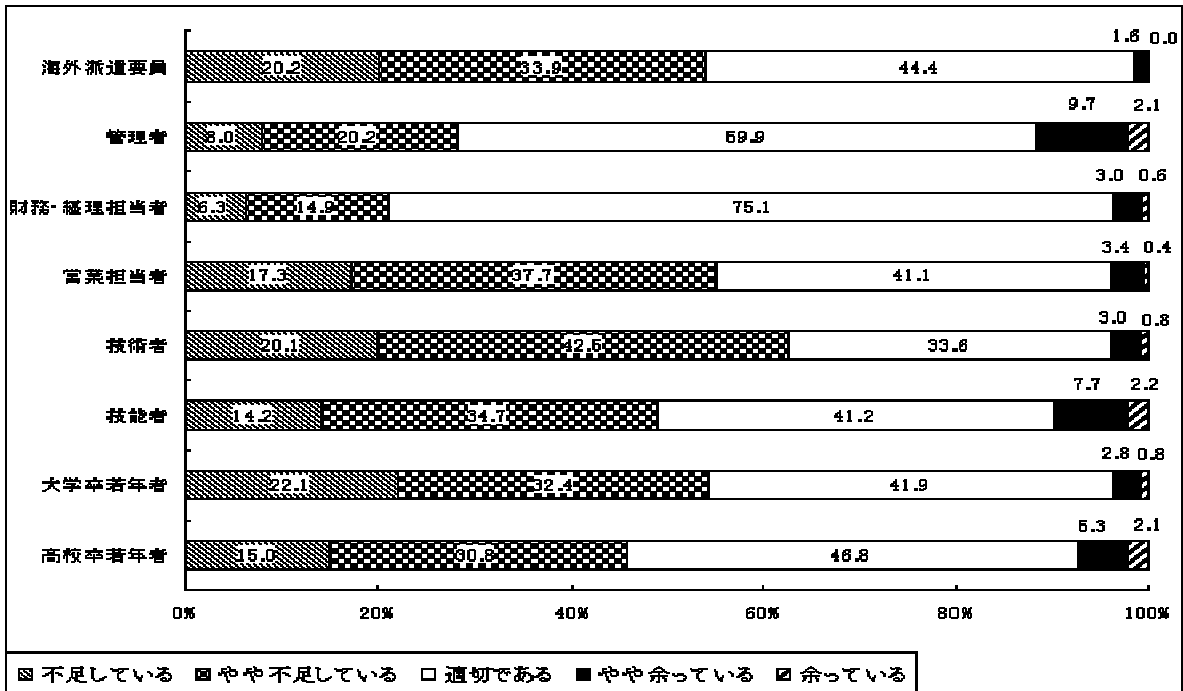
経験や実学の領域の伝承や継承を具体的にどの様に進めるかに、多くの関心が集まっている。特に、トラブル、失敗などの不具合に関する情報は、貴重なノウハウとして可能な範囲での公開が望まれている。

3 - 1 - 2 材料分野における擦り合せの事例の調査

国や自治体、大学など各種機関におけるこれらの人材育成に関する調査・検討の事例を調査し、全般的な人材育成における課題と、そのなかで材料と加工・開発、製品化などにおける擦り合せの実態の調査を行った。

「ものづくり人材育成研究会報告書（概要版）」では、「人材の確保」に関して、企業の従業員の過不足から全体的な状況を見ている。その調査事例が次図のごとくである。

図 3 - 1 - 6 従業員の過不足状況（全体）





それぞれの種類の従業員が「必要である」場合についてその過不足状況を尋ねた結果、最も不足傾向が強いのは「技術者」であり、「不足している」と「やや不足している」を合わせた割合は62.6%に達する。

「人材育成・能力開発」においては、基幹的従業員に求められる知識・技能としては、「生産工程を合理化する知識」が最も多く、次いで「複数の基本的な技能」、「品質管理や検査・試験の知識・技能」の順である。

これらの傾向は、企業内のスタッフに求められる知識の範囲としては、複数工程について幅広く且つ工程の改善が可能な水準である。

このことは、製造工程において材料から加工までの技術的な擦り合せができる人材を求めている。

また、「平成15年度ものづくり白書（製造基盤白書）のあらまし」においては、従業員の高齢化、人材に求める能力の課題、熟練技能の伝承について、などに言及している。

就業者の高齢化の推移は、製造業の就業者に占める55歳以上の者の割合は、全産業平均を下回っているものの、高齢化の速度は全産業平均と比べて速い。

さらに、高齢化による問題の存在については、特に大企業では製造技能者の技能伝承などの問題が厳しい状況にあることが示されている。

### 3 - 2 材料評価等に関する産業界のニーズ調査

産業界における材料活用の状況を考察してみると、まず、最新のIT、バイオ、環境分野等で利用される機能性材料分野では、金属系、セラミックス系、高分子系、ガラス系など多岐にわたっており、製造現場ではユーザーが求める用途の解決（ソリューション）につながる最適な材料を評価・選択できる高度な能力を持つ人材が求められている。特に近年、材料と川下企業との連携による最適な材料開発が要請されることから、マテリアル・ソリューション人材は、材料と用途・出口を繋ぐ重要な役割を果たすことが期待されている。

このため、材料の開発者、材料のユーザー（デバイス・機器開発メーカー）、材料商社人材、を対象に、材料横断的な総合的なマテリアルソリューション知識を体系的にかつ効率的に教育するために必要な教育プログラムの開発とその実施が求められている。

こうした局面に対応するためには専門の材料分野と併せ複合分野の材料知識や加工プロセスが材料に与える影響、さらには材料特性を生かす加工プロセスの選定等狭義の材料知識のみならず幅広い知識を有する人材が必須となっている（例えば強度確保のため異種材料を組み合わせたことによる腐食の進行といった問題への対応）。

このような材料技術の高度化に対応した材料の加工、組み合わせ、選択といった利用サイドの技術が適合しないと材料トータルの特性を活かすことが難しく、ひいてはものづくり局面での国際競争力に影響を与える。このため、材料の供給サイドと併せ利用・活用サイドにおいても最適な材料選択・加工・活用を図るため必要な知識を製造の中核を担う技術者へ与えるというニーズは大きい。

これらの人材は、大学等で必ずしも材料を勉強してきた者とは限らず、一般教養程度の材料知識しか保有していないものの、材料のユーザー企業では製造の中核を担っている人材で、かなり忙しい環境に置かれている場合が多く、教育を受ける時間を如何に確保するかも教育内容と合わせて重要な要素である。

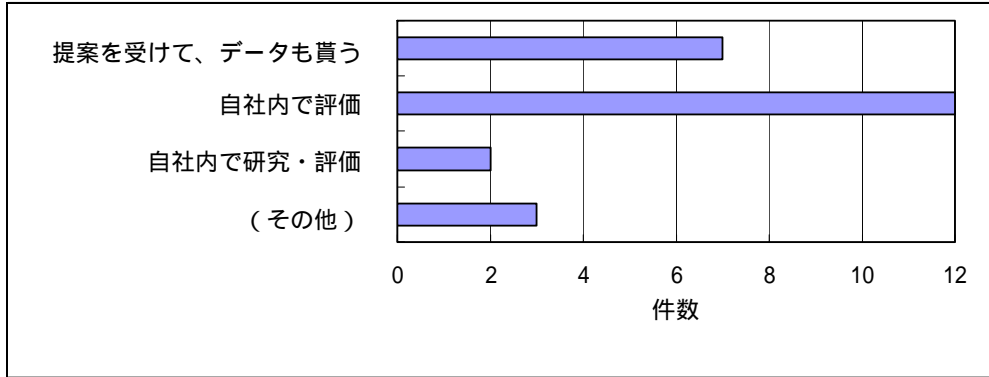
#### 3 - 2 - 1 企業における材料の評価・選択に関連する人材についての実態

材料の供給サイドと併せ利用・活用サイドにおいても最適な材料選択・加工・活用を図るため必要な知識を製造の中核を担う技術者の現状について、3 - 1項と同じく、23社の企業・事業部門に聴き取り調査を実施した。

材料の評価・選択に関する企業の現状は次のようである。

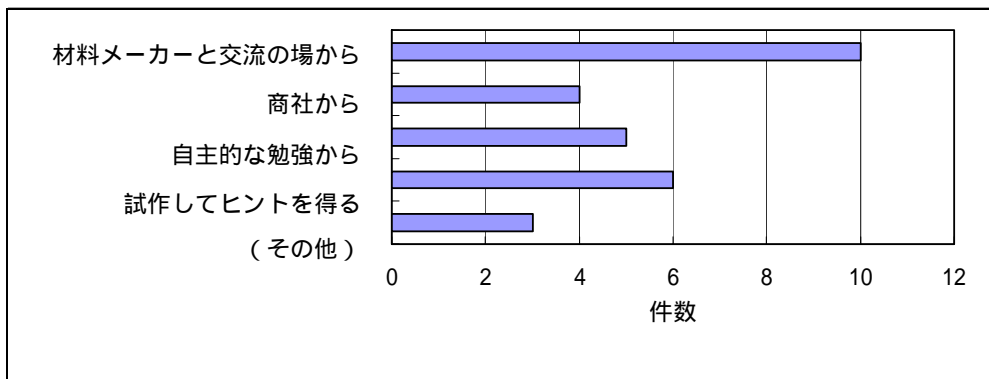
) 材料の仕様変更や新規採用における、検討・評価・決定について

図3 - 2 - 1 材料評価の手法概要



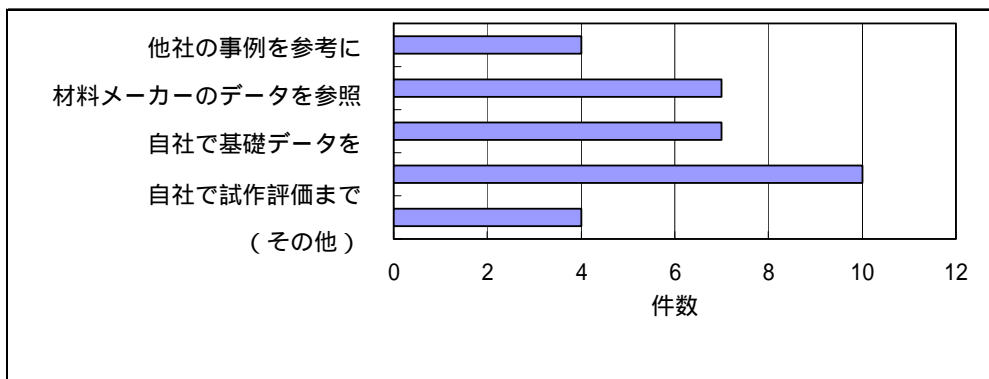
) 材料に関する情報の入手については

図3 - 2 - 2 材料に関する情報の入手方法



) 材料の選択において判断する根拠

図3 - 2 - 3 材料選択の判断基準概要



調査において付加的に示された事項を以下に示す。

- ・ 提案を受ける / 自社内でも評価 / 自社でも開発などを組み合わせて評価と選択を行う。
- ・ 同じ材料を扱う業界内で、情報を密に交流している。
- ・ 材料選択ミスをしたときに違う現象となることを理解できる人材を。
- ・ 予想外のトラブル時に関連する材料知識が欲しい。
- ・ 広い視野を持つ技術者養成のため、基礎、応用、実学の区分に拘らない。
- ・ 素材メーカーで大きな問題は少ない。
- ・ 化学分析(微細)など高度あるいは特殊な測定は外部専門業者に依頼。
- ・ インターネットの活用で迅速に概要を把握する。
- ・ 親会社と交流を密にして必要な情報と支援を依頼する。
- ・ 素材メーカーでニーズとシーズの観点で決めて行き、大きな問題は少ない。
- ・ 親会社の判断が基本にあり、自社が決める場面は少ない。
- ・ 客の要求に合わせることを原則に、いかに適合したものを供給するかが課題。
- ・ 機械化で素人でも可能に。

#### ) 課題のまとめ

各企業の実態例や聴き取り調査の内容などから、主な課題として以下のような事項が挙げられる。

- ・ 自社の使う材料に関しては、自社技術との関連で自社にて評価をして選択したいと希望する企業は多いが、現実には難しい状況にある企業が多い。
- ・ 材料メーカー、加工メーカー、製品の一連のルートが確立し、主な仕様や材料は自社外で決まる事例も多い。
- ・ 専門的な分析などは外部の専門家を活用する事例もある。
- ・ 技術や材料の進化の速さから、自社の技術者や現場が付いていけない部分もある。
- ・ 全般的には、材料選択や評価ができる技術者の育成を望んでいる。特に何か異常な状態や不具合が生じたときに対応できる人材を望んでいるが、現実にはそうした人材の育成や確保が難しいのが現状である。
- ・ これらの人材を自前で養成するのは知識や経験の範囲が狭く、また指導できる人材が自社には居ないケースが多く、現要員に対して材料選択や評価における留意点、ノウハウなどを学習できる場を期待している。
- ・ これらの事例は、一般的な理論ではなく、自社技術に関連する、ある程度専門的な分野での事例検討が望ましい。

#### 「課題の要約」

全般的な材料の選択評価ができる人材を企業は求めているが、現実ではそうした幅広い経験や知識を有する人材は減少している。

自社技術が専門化する中、周辺の技術や情報に関して学習する場を外部に求めるが、一般論での話は興味が薄く、専門分野での自社外の経験などを学ぶ機会を求めている事例が多い。

### 3 - 2 - 2 材料評価・選択等の判断などに関する産業界の実状

最近の鉄鋼材料は、極限状態まで材料の構造制御を行っているところから、材料の加工プロセスの良し悪しが材料特性へ影響を与え、部材、製品の性能にも大きな影響を及ぼすこととなる(微細な結晶構造の鋼がプレス成形時の加工歪や熱影響を受けて、結晶構造が変化し、鋼の特性が変わってしまう)。

また、異種の構造材料の組み合わせで一定の性能を果たすことが求められる場合には、アルミ、チタンといった金属材料の組み合わせやセラミック複合材料、有機材用との複合材の活用など従来の材料の常識では考えられないような事例が最終製品メーカーから求められている。

こうした局面に対応するためには専門の材料分野と併せ複合分野の材料知識や加工プロセスが材料に与える影響、さらには材料特性を生かす加工プロセスの選定等、狭義の材料知識のみならず幅広い知識を有する人材が必須となっている(例えば強度確保のため異種材料を組み合わせたことによる腐食の進行といった問題への対応)

このため、構造材料分野でも 材料の開発者、 材料のユーザー(部材加工メーカー、製品メーカー)、 材料商社人材、を対象に、材料横断的な総合的なマテリアルソリューション知識を体系的にかつ効率的に教育するために必要な教育プログラムが求められている。

例えば(財)金属研究助成会、東北大学金属材料研究所、(社)日本金属学会では「金研夏期講習会」(平成16年で第74回)を定期的を開催して材料の基礎から評価・選択などの関して具体的な事例をベースに企業の技術者の育成をしている。

また、(社)日本鉄鋼協会では毎年夏に「鉄鋼工学セミナー」(平成16年、第30回)を開催して鉄鋼を主体として、その材料学から加工・製品関連技術を教育している。

このように、産業界においては、それぞれの分野で、ある意味では専門的な内容でも技術教育や技術の伝承に関する実学を実施している。

### 3 - 3 マテリアル・ソリューション人材に求められる能力調査

実際の製造現場での人材の多くは従来の製造プロセスで関係してきた材料についての知見は深いものがあるものの、異分野や新規の材料についての知見は不足している場合が少なくない。特に中堅・中小企業ではその傾向が強い。

こうした局面に対応するためには専門の材料分野と併せ複合分野の材料知識や加工プロセス

が材料に与える影響、さらには材料特性を生かす加工プロセスの選定等狭義の材料知識のみならず幅広い知識を有する人材が必須となっている。

特に材料商社は、金属、無機、有機といった材料を特定されず、一定の機能を果たすための材料の選択をも求められるような状況となっており、これまで扱っていない材料知識の蓄積を求められている場合が多い。

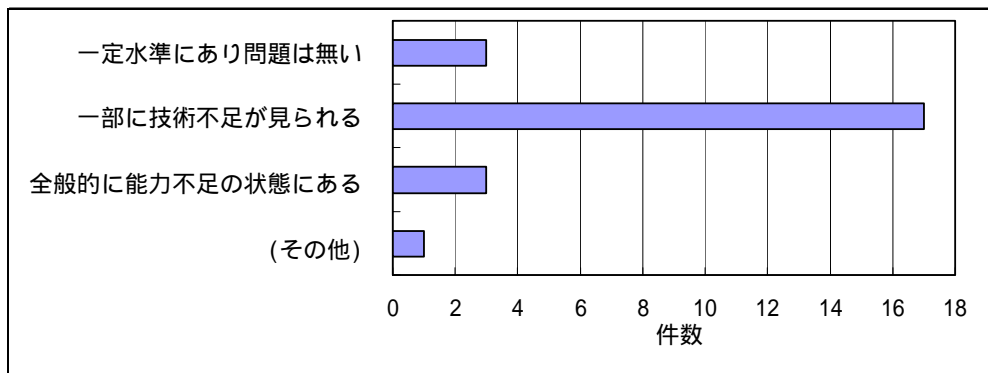
### 3 - 3 - 1 企業においてマテリアル・ソリューション人材に求められる能力の実状調査

企業の各事業部門における材料を扱う人材・技術者の技術的水準について、主に金属系材料を扱っている企業・事業部門の23社に聴き取り調査を行った。

以下の図に技術者の水準・能力に関する実状を示す。

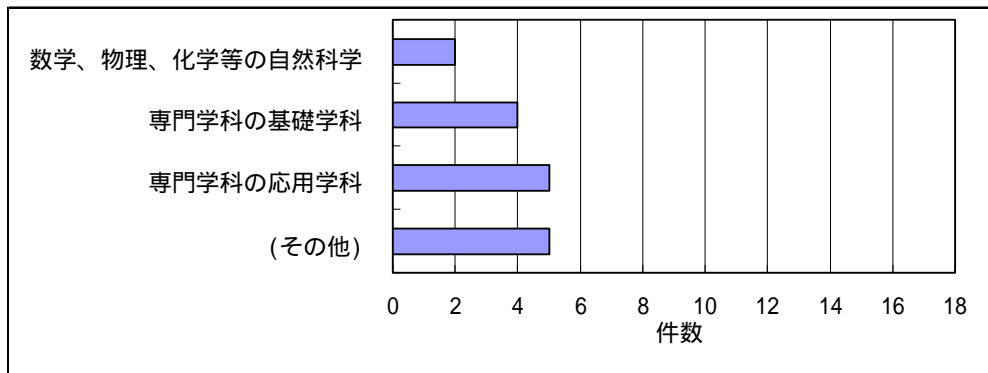
) 技術者(スタッフ系)の技術力について

図3-3-1 各企業・事業部門での全般的な技術者の技術力の評価



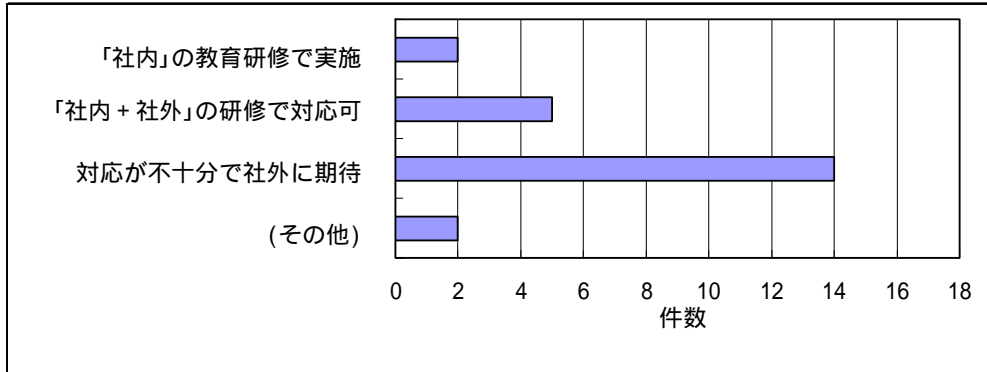
) スタッフ系の技術不足はどのような部分で認められるか

図3-3-2 不足している代表的な分野の事例



) スタッフ系の技術力不足に対応する技術者の教育方法について

図 3 - 3 - 3 各企業や事業部門が実施している技術者への教育の実状

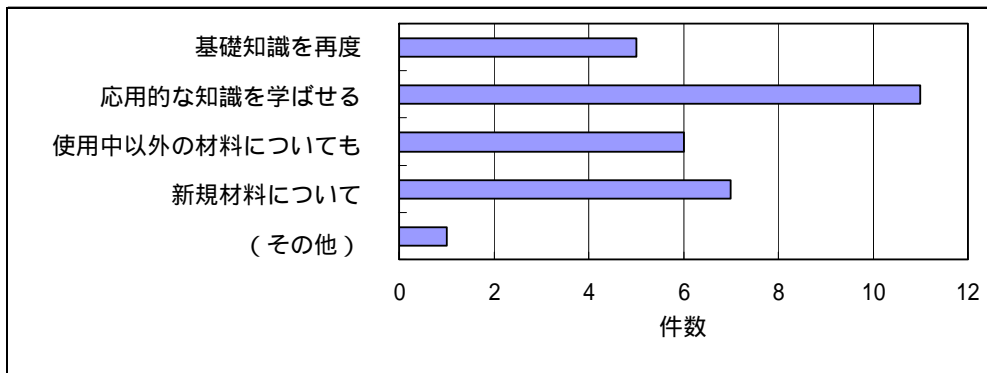


調査における付加的なコメントは以下のごとくである。

- ・ 優秀な若手が引き抜きに会う事例
- ・ 高齢者に制御の最新技術は酷。
- ・ 大学の知識の期限は3年程度、後は実務
- ・ 応用技術や知恵などの部分で経験不足からくる水準の低さがある。
- ・ 専門の現場的事項が不足 / 現場の経験をまとめて教材化では3年の遅れあり。
- ・ 社外教育で補うものではなくOJT主体で考えている。(ex ; 圧延など)
- ・ 全社で基礎的内容 / 部門で個別技術を、OJT的に、必要により外部講師を活用。
- ・ グループ内の教育システムを活用して。(自社では負担が大きい)
- ・ 社内での経験の積み重ねが主・ ・ 特殊な技術領域故、外部に教育の場が無い。
- ・ 自社技術について社外で即効性のある教育は無い。実験計画法など周辺を学んで活用。

) 材料分野で不足していると思われる知識

図 3 - 3 - 4 不足が懸念される知識の概要



調査において付加的に示されたコメントは以下のごとくである。

- ・広い視野を持つ技術者養成のため、上記の区分に拘らない。
- ・中堅用に新規材料や他の材料の知識を学ばせたい。
- ・予想外のトラブル時に関連する材料知識が欲しい。
- ・セラミックス、ナノ材料。

このように、材料技術の高度化に対応した材料の加工、組み合わせ、選択といった利用サイドの技術が適合しないと材料トータルの特性を活かすことが難しく、ひいてはものづくり局面での国際競争力に影響を与える。このため、材料の供給サイドと併せ利用・活用サイドにおいても最適な材料選択・加工・活用を図るため必要な知識を製造の中核を担う技術者へ与えるというニーズは大きいと言える。

）課題のまとめ

企業が求めるマテリアル・ソリューション人材とその現状は、上記の事例や意見交換の中から、以下のようなものである。

- ・材料から加工、製品までを通して問題点を理解し経験し解決への道筋を立案できる人材は非常に貴重な存在となっている。
- ・各企業において材料から完成までの各工程を広く経験させる余裕が少なく、工程や技術の専門化の傾向が強くなり、その中でも材料と加工までを知る機会が減少している。
- ・ロボットや最新の制御系システムなどでは、広く知識を習得する余裕が無く、目前の設備やシステムに関する知識の習得が優先され、応用や周辺技術などの学習が疎かになりがちである。
- ・しかしながら、材料選択ミスや異常現象・トラブルなどの発生時に、基本的な対応ができる人材の育成をしたいとの要望は強い。

「課題の要約」

材料から加工、製品、使用事例までを通して、問題点を理解し解決への道筋を観る事のできる人材は非常に少なくなっている。

各企業において、技術が工程別、品種別、加工技術別などに分別化し専門化している現状では、特に、不具合や異常などが生じたときの対応に苦慮する場面が多く、それら個別分野での情報を入手できる機会が望まれる。



### 3 - 3 - 2 材料及び加工に携わる人材の能力に関する現状

科学技術振興事業団は、2001年7月に「技術者継続的能力開発にニーズに関する基本調査報告書」の第一部「技術者継続的能力開発・再教育事業に関するニーズ調査」を発行している。そのなかで、企業内の人材の能力開発において講習会への参加や学会などでの発表などにより研鑽に務めている状況がわかる。能力開発の目的としては、担当業務の知識をさらに高める、基礎的部分の充実、技術者としての自己能力の向上、先端分野の進歩に遅れないため、など各年齢層において能力向上に努めている状況が示されている。

こうした技術者教育を通じて養成したい技術者像としては、問題意識を持ち自ら解決にあたる技術者、応用力のある技術者、基礎がしっかりわかる技術者、幅広い視野を持った技術者、総合的な知識と判断力を備えた技術者など、まさにマテリアル・ソリューションに適合した人材を求めている事がわかる。

例えば、「材料」分野の技術者に必要な専門技術分野の事例として、「構造用鋼材の破壊力学」「CAD」「アーク溶接」「金型の製作」「高・低サイクル疲労」「応力集中」などが要望されている。

平成15年度ものづくり白書(製造基盤白書)において、ものづくりの能力の低下については、約20%弱が低下を認め、求められる水準からの低下を含めると60%近くが相対的に能力の低下を感じている企業が多い。

こうした能力の低下に対して、種々の能力を向上させる取り組みがなされている。一般的には、低下した分野での教育が多くの場合に実施され、次に能力向上へのモチベーションを高める処遇の見直しがあり、ローテーションや資格の取得などが挙げられる。

また、製造部門の人材について、今後伸ばして生きたい能力や知識については、多能工化、段取り能力や作業手順・方法の立案能力、改善能力など、複数工程について知識を有する人材が求められている。

### 3 - 4 マテリアル・ソリューション人材育成のためのプログラム調査

現在、大学・大学院教育では、有機、無機、化学、セラミックス、金属等素材毎の研究室で、各々の材料の構造と機能に関するシーズ側の基礎技術の教育は行われており、基本的にサプライサイドに立った材料技術教育が主流で、実用機能面から材料横断的に評価する知識の体系化や教育は現在の大学自身での教育では行われがたい。

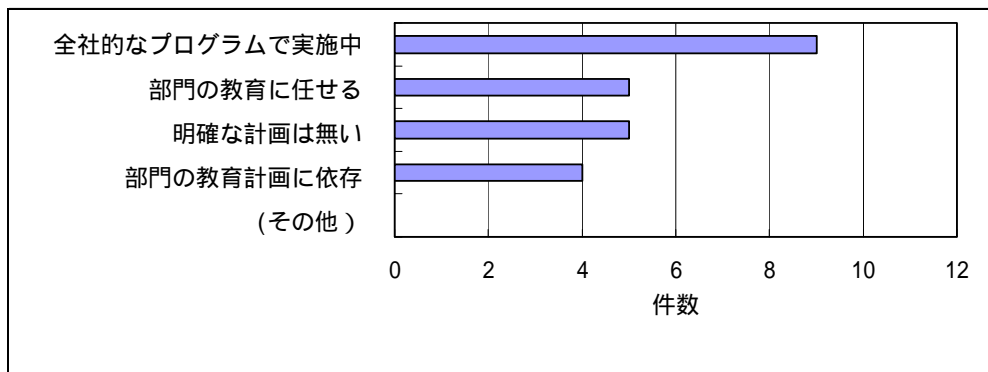
今回の人材対策では、ユーザーサイドからの材料教育が中心であるべきであるが、直ちにこれを行うといっても難しいので、現在、異分野の材料技術の研究者を材料横断的に組織し、それぞれの分野の材料教育を組み合わせる行うことにより、当面の産業ニーズへの対応を図ることが現実的である。

#### 3 - 4 - 1 人材育成に関する企業のニーズおよび望まれるプログラムの調査

マテリアル・ソリューションを中心とした企業における人材育成の現状と課題を聴き取り調査にて把握する事を試みた。

) 全社的な教育プログラムについて

図 3 - 4 - 1 企業内教育の現状

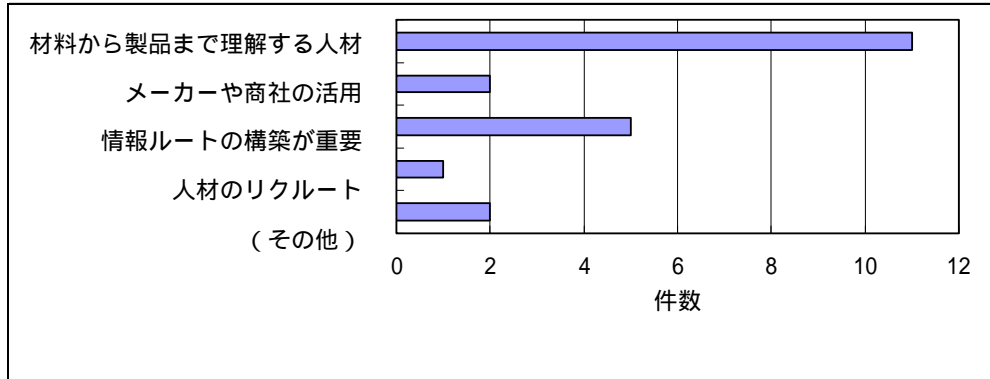


聴き取り調査において付加的に示された事例

- ・全社的な人材育成プログラムがある。
- ・全社的な人材育成プログラムはあるが、個別の技術的内容の教育については部門に任せている。
- ・社内で基礎13講座を3年間で、その後は部門でOJT中心に。
- ・グループ内の教育プログラムあり。

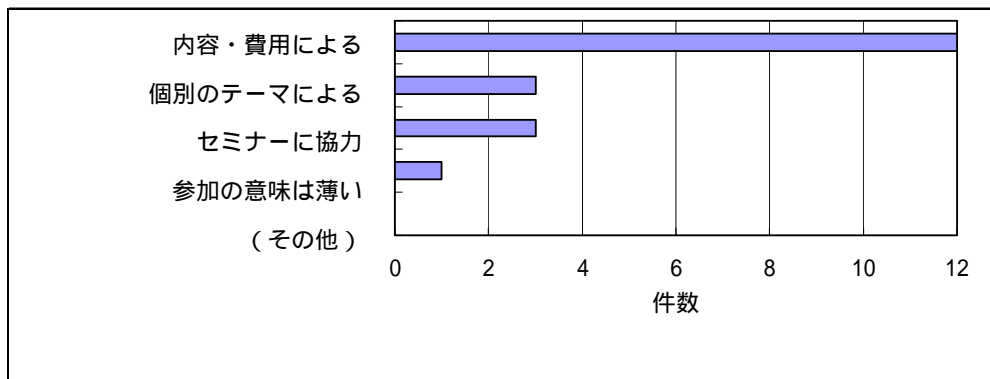
) マテリアル・ソリューションに関する人材の育成について

図3 - 4 - 2 材料から加工までを理解できる人材の必要性に関する企業の要望。



) マテリアル・ソリューションに関する外部セミナーへの参加について

図3 - 4 - 3 材料および加工関連の外部セミナーを人材育成に活用する場合の対応。

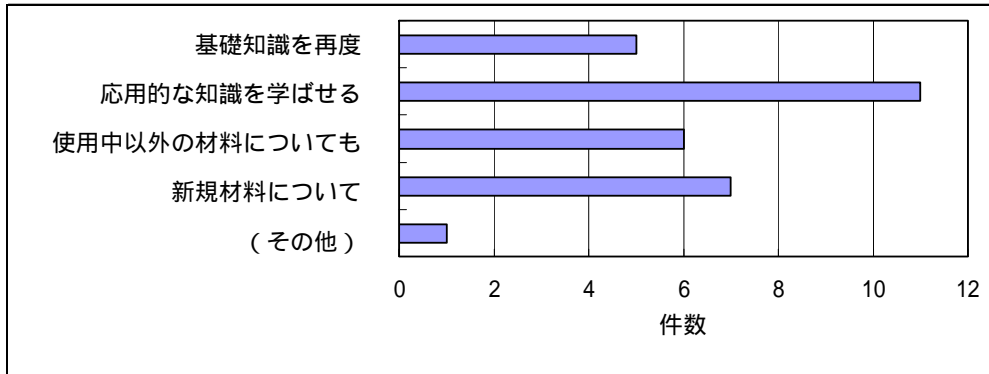


聞き取り調査において付加的に示された課題を以下に示す。

- ・ 研究開発の根幹をなす物で重要と考える。
- ・ 大学との共研を活用する。
- ・ 材料選択ミスをしたときに違う現象となることを理解できる人材が欲しい。
- ・ 客先からユーザーや市場が分かる人を採用（OBも）例もある。
- ・ 川上から川下まで分かる人材が今は居るが、近い将来は不明。
- ・ 情報収集のため参加しても良い。他社とニーズが違うので。
- ・ 専門分野で講師の派遣は可能。

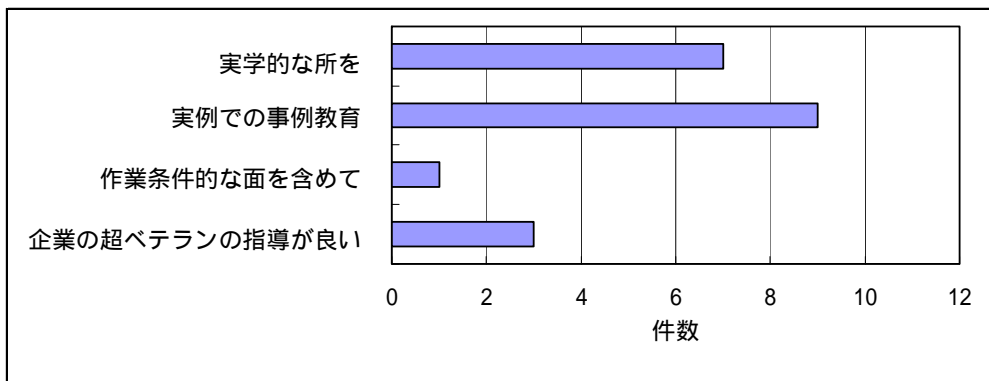
) 材料に関する外部セミナーに期待する材料知識の水準

図3 - 4 - 4 材料知識の教育機関として外部セミナーを利用する場合の期待する内容。



) 材料の取り扱いに関するセミナーの内容について

図3 - 4 - 5 セミナーの内容についての要望事例



聴き取り調査で付加的に示された事項の例は以下のとおりである。

- ・ 広い視野を持つ技術者養成のため、上記の区分に拘らない。
- ・ 中堅用に新規材料や他の材料の知識を学ばせたい。
- ・ 予想外のトラブル時に関連する材料知識が欲しい。
- ・ 圧延(塑性加工理論/実践)に関する実学。
- ・ 実学的/実例的な内容を希望(多くの事例において)。

) 課題のまとめ

マテリアル・ソリューション人材の育成に関して、聴き取り調査において種々の課題が示された。主な課題をまとめると以下のごとくである。

- ・ 企業内にて教育をしたい希望は多いが、専門的な内容を教える講師・ベテランが社内に居

ない事例や社外から専門の講師を招く事例が多い。事業分野の分業化や経験豊富な人材の分散など、自社での教育が難しい現状が示されている。

- ・自社の現場の事例を集約して教材化する事例もあるが、内容的に3年ほど遅れる事実があり有効性に疑問がある場合もある。
- ・自社技術について、社外で即効性のある教育は皆無に近い。自社で工夫をしながら教育する必要があるが限界もある。
- ・全社的な人材育成のプログラムを有している事例もあるが、具体的な技術事項は部門ごとの経験や関連する社外の研修に委ねる事例も多い。
- ・特殊な技術領域では社内での経験の積み重ねが主体となり、外部や競争相手に聞くことが出来ず限界を感じる。
- ・社外の研修やメーカーの指導などには選択しつつ参加させる。技術の学習と共に、社外の実情を感じ取り、他社の技術者と交流することが広く情報を得ることと人的は輪を広げることになる。

#### 「課題を要約」

事業分野の分業化や専門家により、自社内で教育をする講師やベテランなどの指導者の確保が難しくなっている。

自社技術について、社外で即効性のある教育を望むのは難しいが、事件事例や失敗事例などは、原因解明のプロセス、分析手法など役立つ内容が多いと思っている。

### 3 - 4 - 2 マテリアル・ソリューション人材育成に関する事例の調査

「21世紀の科学技術に関する懇談会」において、製造業の状況について以下のように述べている。

日本の企業は、円高を克服して価格競争力を維持するため、絶え間なくコスト削減の努力を続けてきたが、円高対策の一つとして、製造業が工場を海外に移転させる状況が続けば、国内では、1)製造業からサービス業への雇用のシフト、2)製造技術の開発・伝承の拠点の喪失、3)学生の製造業離れ、などの現象が進み、製造業の空洞化を招くことになる。

製造現場では、この20年で省力化・自動化の進展により技能者も技術者も大幅に減少、労災発生率も著しく減少したが、それに伴い、高齢化や後継者不足、現場体験の伝承の困難などの問題が顕在化している。

例えば、我が国の製造業を支えている基盤の一つに、製品を量産化する上で不可欠の金型産業があるが、事業規模が零細なことに加えて、従業員は高齢化しているため、熟練技能の伝承が危ぶまれている。このような状況に対応するため、近年、開発・生産工程にITを活用して、いわゆる「技能の技術化」といった取り組みが行われるようになっている。

製造技術の高度化・複雑化や技術領域の拡大が、個人の処理能力を超越するほどになり、「経験」や「勘」といった「暗黙知」だけでは通用しない状況になっている。また、町工場等の熟練職人の後継者が不足し、高度の熟練を要する技能の伝承が困難になりつつある。

このような中、ITをものづくりの現場に活用して、「暗黙知」を誰とでも共有しうる「形式知」に変換する必要がある。

さらに、「失敗等の活用と安全技術体系の構築」に関して、

- 事故・失敗・ニアミス・試行錯誤の事例を収集したデータベースの作成
- 研究開発、生産、管理等の失敗事例を活用する研究会の設置、「失敗学」の構築
- 生活の安全を保障する技術の体系の構築

と言う観点から、失敗の経験の重要性などについて次のように述べている。

従来、日本の企業には、事故が発生したり、製品の欠陥が明らかになり回収が必要になったりした場合でも、隠蔽したり、もみ消す風潮があると指摘されてきた。アメリカでは危機管理の考え方が確立していて失敗に対して組織的に取り組むのに対し、日本では個別問題としての対応で終わることが多いため、成功体験や失敗体験を人の課題と組織や仕組みの課題に分解できず、失敗が有効に生かされていないものと思われる。

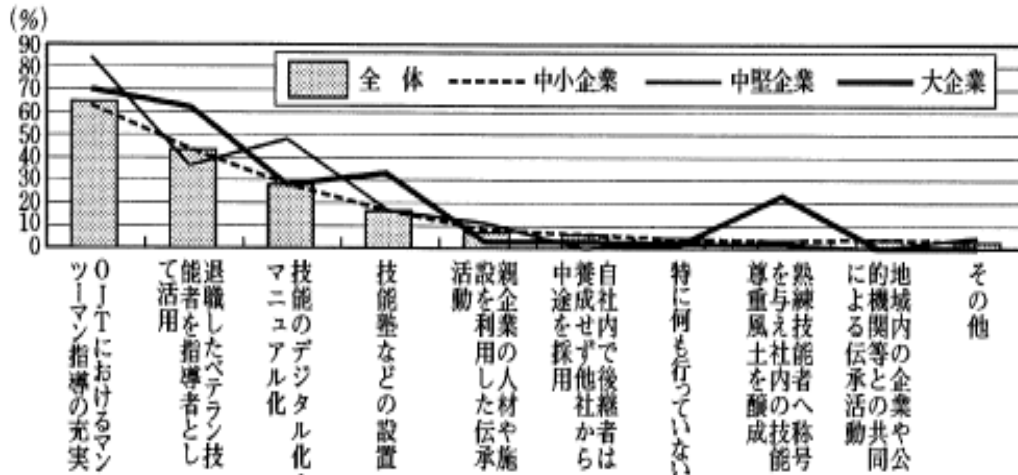
「ものづくり人材育成研究会報告書（概要版）」では、人材育成が必要な仕事の領域に関して調査結果を示し、「生産工程を合理化する知識」が最も多くの要望であるが、この知識は単に一工程の知識だけでは本来の合理化に到るのは難しく、前後工程についての知見や現場的な経験の積み重ねが必要な部分であることを示している。

まさにマテリアル・ソリューション人材が求められている現実を表していると言える。

平成15年度ものづくり白書（製造基盤白書）では、熟練技能の伝承に関する取り組みの状況の事例を示している。

図3 - 4 - 5 熟練技能の伝承を図る方法

〔第26図〕 熟練技能の伝承を図る方法（規模別）



資料：厚生労働省「ものづくりにおける技能の継承と求められる能力に関する調査」（2004年）

ここでは、企業における技能の伝承は依然としてOJTによる人対人の伝承が必要であるとの認識が強く、また、多くの経験と知識を有するOBの活用は、現存の高度技能者でも越えられない領域の技能を伝えたいとの認識が表れている。その一方で、ある程度の技術・技能は標準化により伝承可能な領域のあることを示している。

### 3 - 5 人材育成体制に関する調査

現在、大学・大学院教育では、有機、無機、化学、セラミックス、金属等素材毎の研究室で、各々の材料の構造と機能に関するシーズ側の基礎技術の教育は行われており、基本的にサプライサイドに立った材料技術教育が主流で、実用機能面から材料横断的に評価する知識の体系化や教育は現在の大学自身での教育では行われがたい。

対象とする人材は、大手企業では30才前後の材料ユーザー企業の技術者あるいは材料取引に従事する営業技術者、中堅・中小企業では材料技術を必要とする経営者も含めた人材を対象とする。

これらの人材は、大学等で必ずしも材料を勉強してきた者とは限らず、一般教養程度の材料知識しか保有していないものの、材料のユーザー企業では製造の中核を担っている人材で、かなり忙しい環境に置かれている場合が多く、教育を受ける時間を如何に確保するかも教育内容と合わせて重要な要素である。

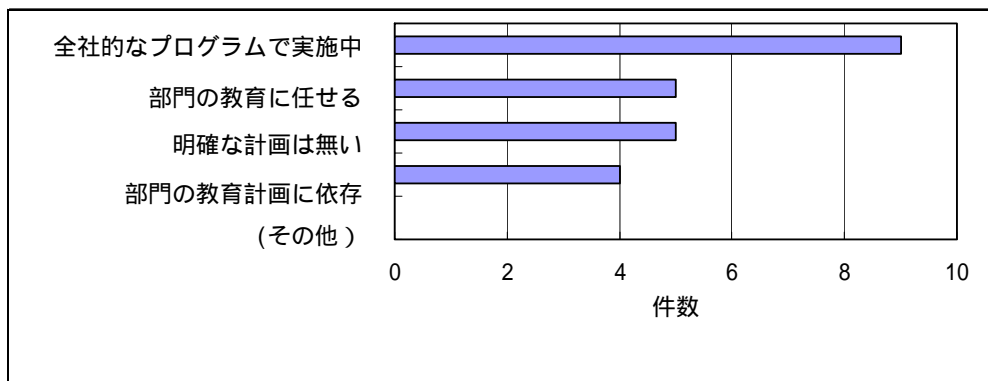
こうした大学などの外的機関を利用した人材育成教育プログラムに行く前の、各企業における人材育成、教育体制の実態を聴き取り調査にて調査した。

### 3 - 5 - 1 企業における人材育成の現状

金属系材料を扱う企業 2 3 社の協力を得て現状の聞き取り調査を実施した。

) 企業における教育プログラムの有無について

図 3 - 5 - 1 全社的な教育プログラムについて

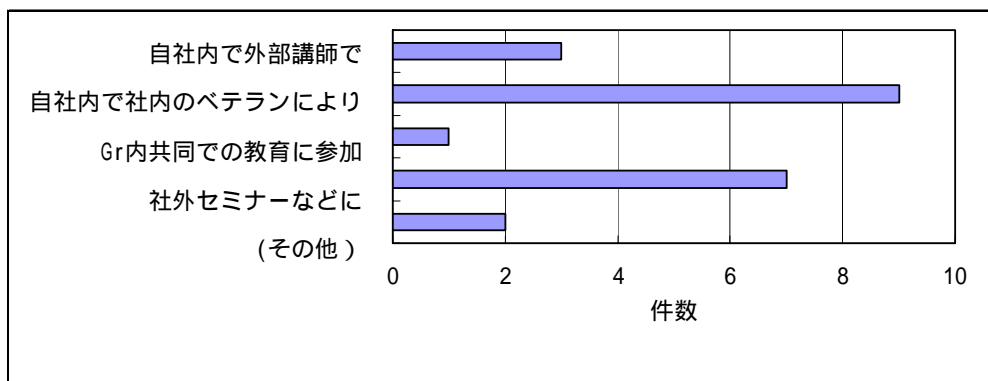


聞き取り調査にて付加的に示された事例は以下のごとくである。

- ・社内で基礎教育 1 3 講座を 3 年間で、その後は部門で O J T 中心に。
- ・グループ会社内での教育プログラムあり、それを活用している。

) 企業における教育プログラムの実施状況について

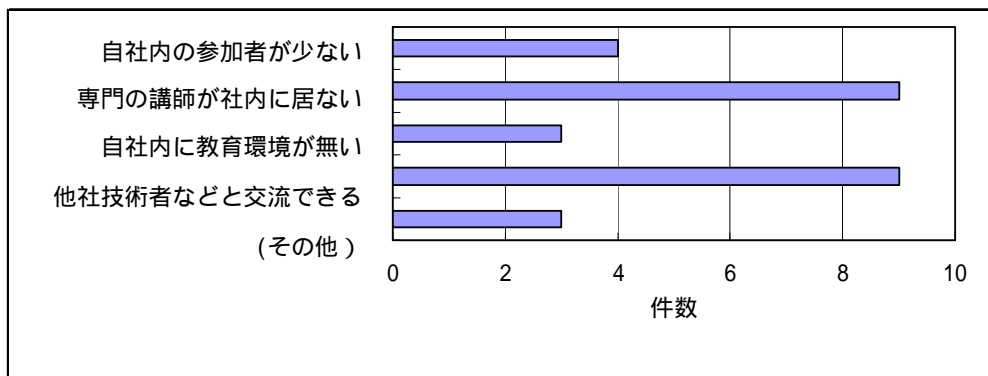
図 3 - 5 - 2 企業内教育に実状概要





) 社外教育プログラムへの参加

図3 - 5 - 3 社外教育への参加理由の事例

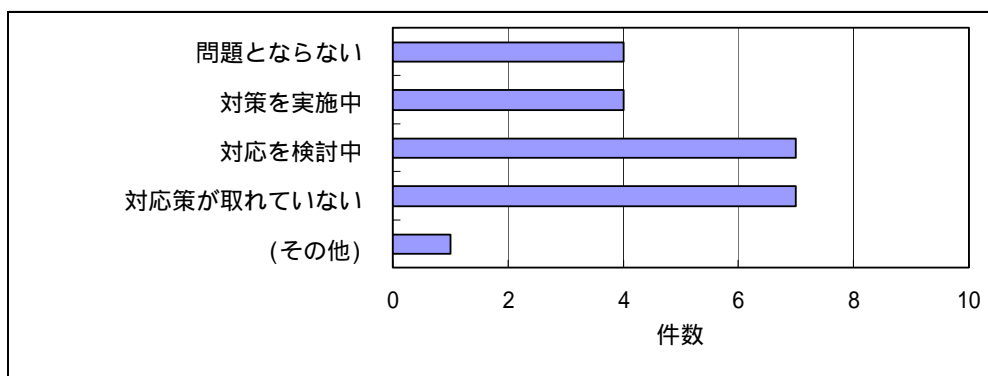


聴き取り調査における付加的な実状に付いて

- ・ 部門ごとに状況は異なる。社外セミナーと部門内 OJT 教育の併用。
- ・ マーケティング DB / 基礎講座などは外部の専門講座にて。
- ・ 全社で基礎的内容 / 部門で個別技術を、OJT 的に、必要により外部講師。
- ・ スタッフ：日科技連ベーシックコース、技能系：QCサークル大会で活用。
- ・ 同業の技術者と交流の場として重要。
- ・ より高水準を目指して大学留学もある。
- ・ 客との交流で製品の話聞く場である。

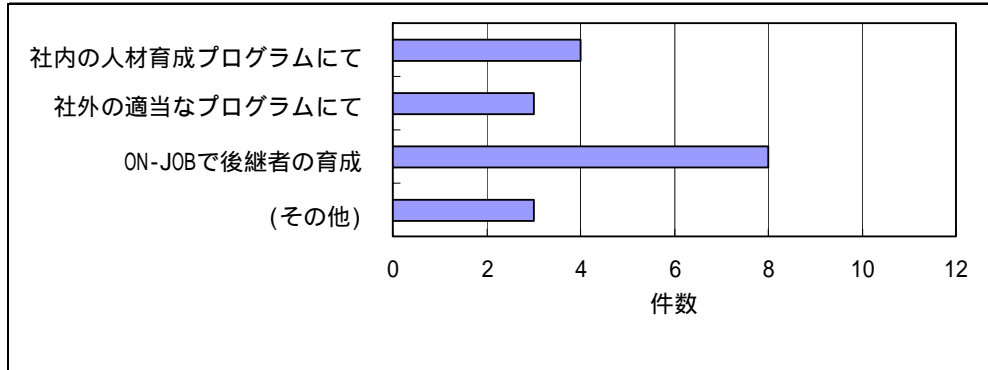
) 2007年問題(団塊世代の定年急増の開始)について

図3 - 5 - 4 2007年問題への対応状況



) 2007年問題への対応策の検討あるいは実施の内容・方策

図3-5-5 対応策の事例



聴き取り調査における付加的な情報として、

- ・アウトソーシング/外部委託などの活用。
- ・標準化/自動化/機械化の推進。素人でも可能に
- ・再雇用で一部をカバー（優れた人は良い条件で、年金対応はそれなりに）
- ・マネージャー層であり、実務者に伝承は出来ている。開発は40代以下が主体。
- ・最先端技術領域は社内OJTにて

) 課題のまとめ

これらの課題や対応策についてまとめるの、次のごとくである。

- ・社内教育は自社内技術の専門性の面から、社内OJTによる教育が主流となっている。一般的には自社のベテランや時にOBが講師となる事例が多い。
- ・事業の特化や分業化により、幅広く人材を育てるのではなく、特殊技術・技能に集約するがゆえに、外部に教育の場を求めにくい事例もある。
- ・一方で、親会社やユーザーによる材料条件や加工条件の指示などで、特に幅広く知識を有する人材は不要と言う企業もあるが、実態ではトラブル時に全体像が見える人材を求めているのも事実である。

「課題を要約」

自社技術の独自性、専門性から外部教育では内容的に不十分であり、社内OJTが主流となっている事例が多い。

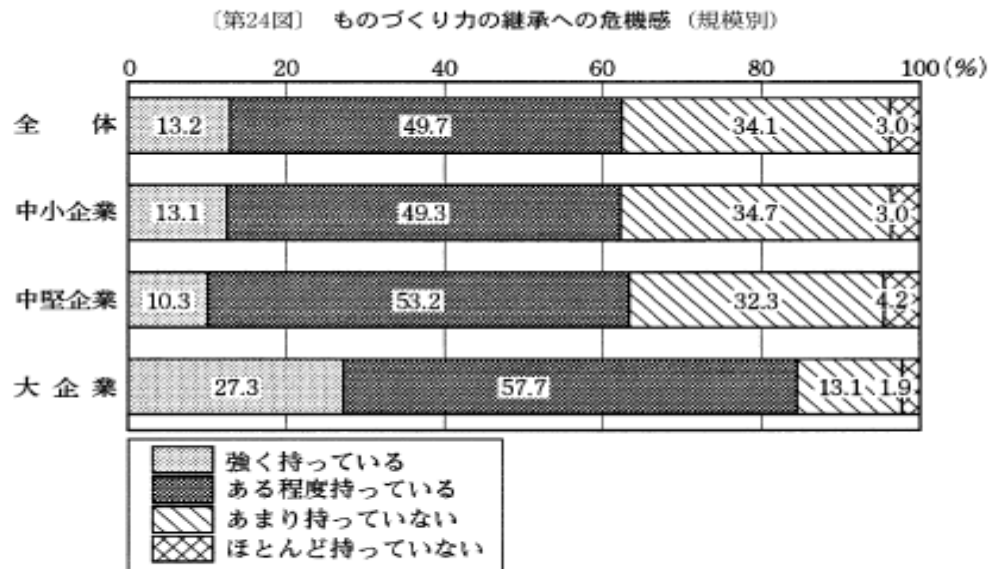
作業の技術の標準化、機械化などで難しい教育を不要にする方向も検討されている。

全体工程におけるトラブルや異常時に、基本的な方向を示してくれるような人材が枯渇してきており、これらを育てる事の必要性を感じている。

### 3 - 5 - 2 企業における中核人材育成の事例

企業における人材育成の必要性に関して、ものづくり白書では、ものづくり力の継承の危機感と言う観点で企業の認識を示している。

図 3 - 5 - 6 ものづくり力の継承への危機感



資料：厚生労働省「ものづくりにおける技能の継承と求められる能力に関する調査」（2004年）

そうした危機感をもたらす要因としては、高齢化や品質維持への課題が挙げられている。

## 4. 調査研究の今後の課題と展開

### 4-1 調査結果の概要

企業の中核人材育成に関する企業のニーズ、教育プログラム等について種々調査・検討を進めてきた。

また、併行して人材育成、マテリアル・ソリューション的な課題と人材、種々の大学や公的機関、学会や企業団体などでの人材育成プログラムの実例の調査を進めてきた。

それらの結果を再度まとめて記載し、今後の方向性の議論に供する。

#### 1) 材料分野での擦り合せにおける主な課題

- ( ) 技術分野の専門化、高度化が進み、専門分野に特化される傾向にあり、いわゆる材料から製品までの擦り合せ自体が実施困難になりつつある。
- ( ) 経験や実学の領域の伝承や継承を具体的にどの様に進めるかに、多くの関心が集まっている。特に、トラブル、失敗などの不具合に関する情報は、貴重なノウハウとして可能な範囲での公開が望まれている。

#### 2) 材料選択、評価などに関する企業の課題とニーズの概要

- ( ) 一般的な材料の選択評価ができる人材を企業は求めているが、現実ではそうした幅広い経験や知識を有する人材は減少している。
- ( ) 自社技術が専門化する中、周辺の技術や情報に関して学習する場を外部に求めるが、一般論での話は興味が薄く、専門分野での自社外の経験などを学ぶ機会を求めている事例が多い。

#### 3) 企業が求めるマテリアル・ソリューション人材とその実態

- ( ) 材料から加工、製品、使用事例までを通して、問題点を理解し解決への道筋を観る事のできる人材は非常に少なくなっている。
- ( ) 各企業において、技術が工程別、品種別、加工技術別などに分別化し専門化している現状では、特に、不具合や異常などが生じたときの対応に苦慮する場面が多く、それら個別分野での情報を入手できる機会が望まれる。

#### 4) マテリアル・ソリューション人材育成のためのプログラムの企業における現状

- ( ) 事業分野の分業化や専門家により、自社内で教育をする講師やベテランなどの指導者の確保が難しくなっている。
- ( ) 自社技術について、社外で即効性のある教育を望むのは難しいが、事故事例や失敗事例などは、原因解明のプロセス、分析手法など役立つ内容が多いと思っている。

5) 人材育成体制に関する主な状況

- ( ) 自社技術の独自性、専門性から外部教育では内容的に不十分であり、社内 OJT が主流となっている事例が多い。
- ( ) 作業の技術の標準化、機械化などで難しい教育を不要にする方向も検討されている。
- ( ) しかしながら、全体工程におけるトラブルや異常時に、基本的な方向を示してくれるような人材が枯渇してきており、これらを育てる事の必要性を感じている。

と考えている実態がより鮮明となった。

#### 4 - 2 調査結果の分析と課題の抽出

4 - 1 項でまとめた調査結果から、材料供給、材料加工、製品化の流れをフロー的に見て、相互の関連性や目指すべき方向性などを示すと、次図のごとく表せる。

また、技術・技能の伝承を含めた企業での人材育成および高度技術・技能経験者の知識と知恵の継承という面では、より具体的な企業の課題に対応したプログラムが求められている。それらの意見を組み入ると、材料とその加工条件の理解の高度化、複合化の観点から、

企業が経験したトラブルやクレーム、社内の失敗事例などを開示して、その原因、原因を追究するプロセス・方法、解明する手法、原因解明での分析方法、計測方法などの視点、などを講義してほしい。

その際に、原因の理論的な裏づけについて大学の講師などの講義はより有効となる。

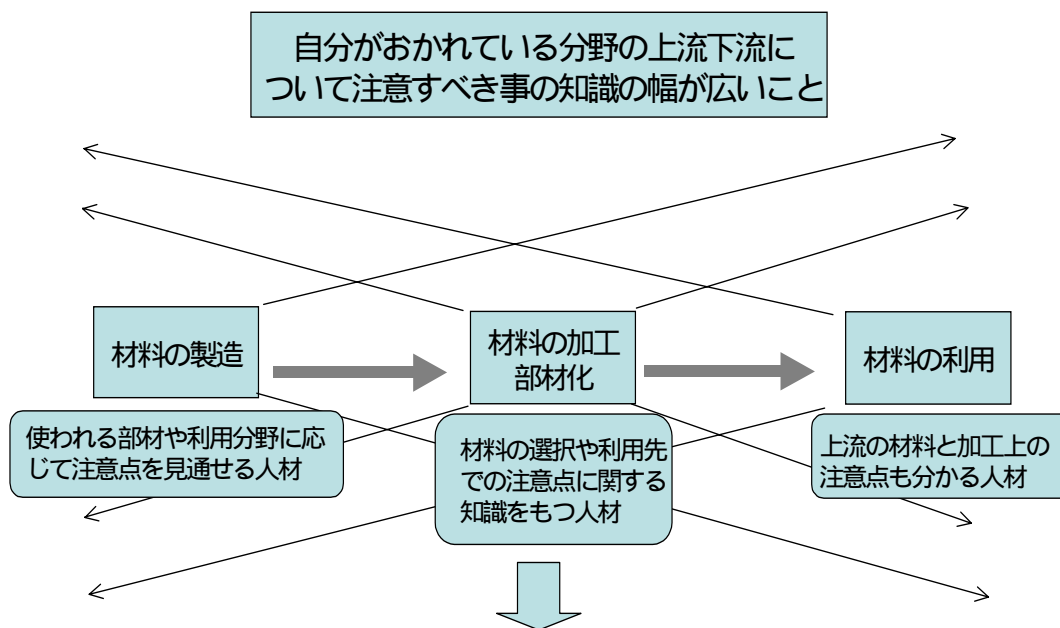
そうした事例では、企業のOBを含む超ベテランの具体的な話を取り込み、それらの講義は今後のノウハウシートや教材として残したい。

などの方向が企業の人材育成に対する要望として浮かび上がってきた。

これらの中核人材の位置づけを図示すると次図の如くである。

図4 - 1 材料の製造・加工・利用産業に求められる中核人材

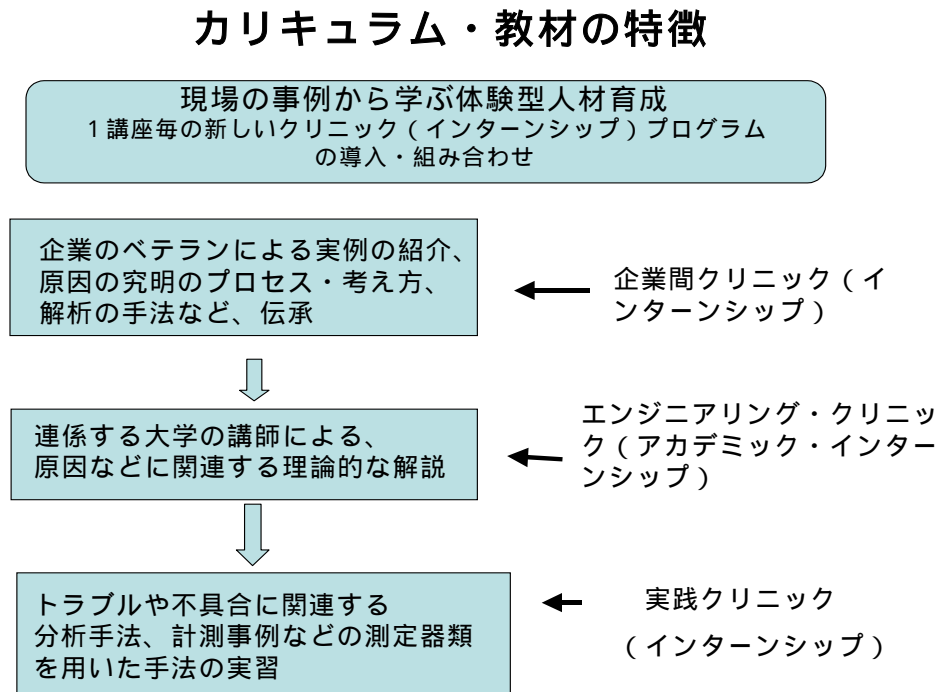
### 材料の製造・加工・利用産業に 求められる中核人材とは



金属等材料製造・加工・利用産業分野において、過去の事例知識を活用し、企業ニーズにあった最適開発ができ、材料利用時のリスクを最小限に回避できる能力をもつ若手技術者（ある程度経験を有する技術者を、より高度な専門的なプロ技術者）を養成する

こうした観点を踏まえて、マテリアル・ソリューション人材育成のカリキュラムの構成案を検討した。カリキュラム・教材の特徴を示すと次図のように示される。

図4 - 2 カリキュラム・教材の特徴



#### 4 - 3 マテリアル・ソリューション人材育成のためのカリキュラムの提案

上記のように、現場の事例に学ぶ体験型人材育成を新しいカリキュラムの要素として取り入れることを、マテリアル・ソリューション人材育成調査委員会にて検討した。

その大きなポイントは、

- ・企業が経験したトラブルやクレーム、社内の失敗事例などを開示。
- ・その原因、原因を追究するプロセス・方法、解明する手法、原因解明での分析方法、計測方法などを学ぶ。
- ・原因の理論的な裏づけについて大学の講師などの講義。
- ・企業のOBを含む超ベテランの具体的な話を取り込み。
- ・それらの講義は今後のノウハウシートや教材として残す。
- ・シリーズ毎に、新たな事例を展開し、関心のあるシリーズ毎に参加が可能。

という内容で、企業参加型のカリキュラムである。

その事例を以下に示す。

#### 1) カリキュラムの講座の構成

) 1シリーズの内容は、企業におけるトラブル、クレーム、失敗など実際の事例を対象として、

・企業のベテランによる事例紹介、原因の究明のプロセス・考え方、解析の手法など

： 2時間 × 2回程度

・関係する大学の講師による原因などに関連する理論的な解説

： 2時間 × 1回

・トラブルや不具合に関連する分析手法、計測事例などの実機を用いた手法の実習

： 2時間 × 1回で構成され、

・毎週1回のペースで、1シリーズ/1ヶ月を基本のサイクルとする。

) 半期に「5シリーズ、 - 」を基本とする。約1ヶ月は調整代とする。これを繰り返す。

) 1シリーズは、4 - 5回の講義/実習などで構成され、約1ヶ月で収める内容を基本とする。

#### 3) シリーズで取り上げる内容の案

) 企業におけるトラブルやクレーム、社内の失敗事例などをより具体的に取り上げる。

) 例えば、「溶接」と言う中項目では、厚板、薄板鋼板、SUS、アルミ、チタン等合金、異金属間、などを、それぞれ1シリーズのテーマとすることができる。

) その他、金属系材料の中項目の候補としては、SSの腐食、SUSの腐食、アルミの腐食、ボルトの設計と破損、メッキ、鋳造/鍛造、熱処理(鉄鋼と非鉄)、非破壊検査、疲労(鉄、鋼、SUS、アルミ、特殊鋼、...)、切削加工、など、多数ある。

これらの中項目に対して、さらに具体的なシリーズテーマを選定していく。

) シリーズテーマについては、講座への参加を呼びかける企業からの具体的な要望を聞いて、講座の構成が可能であればテーマに採用する事で、企業との関係をより密接にすることを試みる。

) 金属系材料以外の機能性材料/構造材料における対象材料および中項目の候補は、以下のごとくである。

機能材料：電子材料、半導体材料、磁気材料、光材料、触媒材料、など

構造材料：非鉄材料、セラミックス材料、有機材料、炭素材料、など

#### 4) カリキュラムの運営

) 参加者は各シリーズ毎に、講座開催の2ヶ月程度前に毎回募集する。

(参加者は半期を通しての応募である必要は無く、シリーズ毎の自己負担で良くする事で、中小企業からの参加を関心のあるテーマのみにして容易にする。)



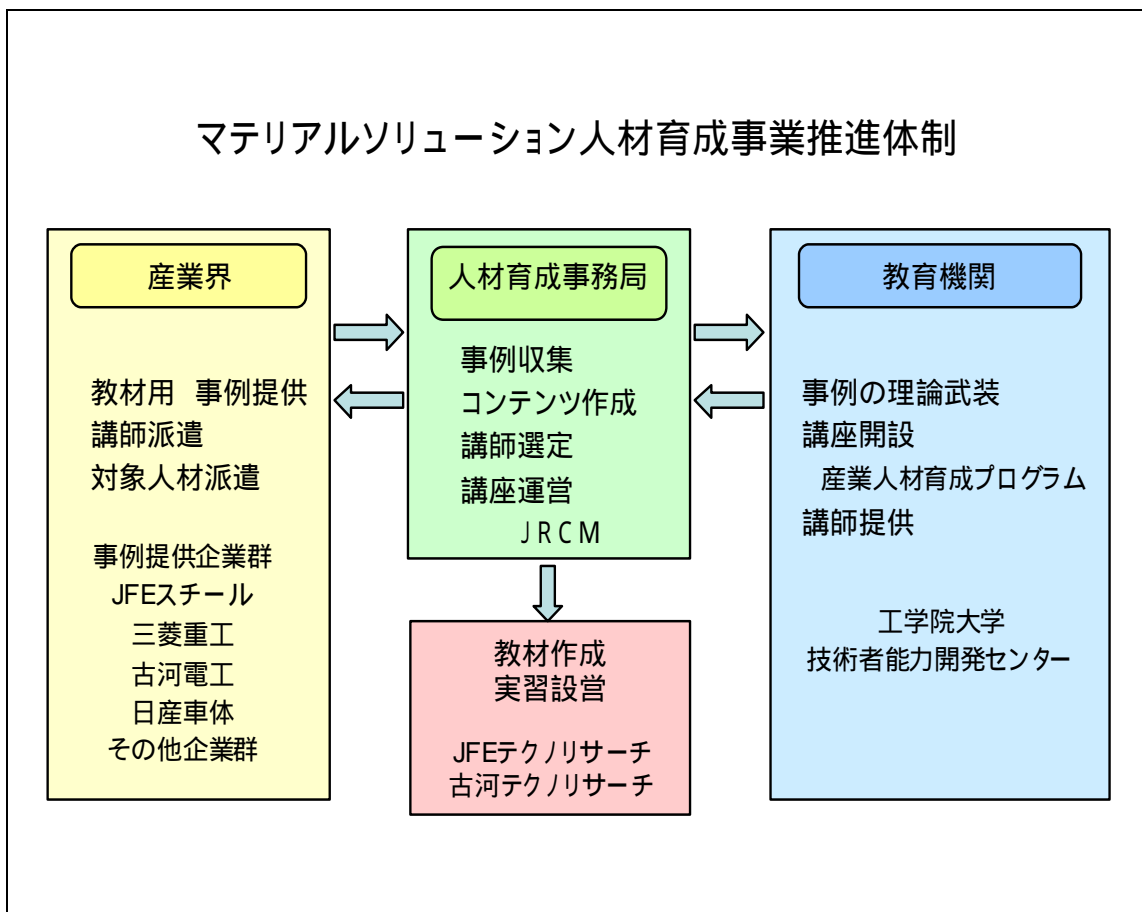
- ) シリーズの組み合わせでは、例えば「溶接」では具体的項目について、連続したシリーズの組み合わせを避けることで参加を容易にする。
- ) シリーズの開催前に、講義の予定内容を開示するが、関連して参加者が聞きたいトラブル事例などを事前に提示してもらい、シリーズの何処かで講師から回答する機会を設けることで、講師と参加者の連携を深める。
- ) シリーズ毎あるいは幾つかをまとめて関連する大学の講師による専門的理論をお願いする。これにより「産学連携」を強化する。

5) 実施体制(案)

) マテリアル・ソリューション人材育成事業推進体制(案)

上記の内容を具体化する体制案として、以下の様なコンソーシアムを検討した。

図4-3 マテリアル・ソリューション人材育成事業推進体制(案)



- ) 参加人数予定：2006年度末までの延人数の予測
  - 1シリーズ：約20名を想定し、金属系材料：15シリーズ×20名 = 300名
  - その他材料：10シリーズ×20名 = 200名
 合計：500名を想定する。(1.5年の間で)
  - (シリーズの内容を具体化するため、募集人員数は小規模とする)
- ) 教材：トラブル事例などは企業の守秘事項が含まれる可能性がある。
  - これらに関する部分を除いた形で講義の資料はノウハウ集や教材かを進め、2回目以降の講義資料として活用する。
- ) 講師の選定：企業からの講師については、できるだけ企業OBや高齢者の経験と実績を活用し、高齢者の雇用促進の一翼を担う形を目指す。
- ) シリーズ毎に講義や実習を含めた教育内容を教材として整備し、次回以降の研修に役立てる。ニーズに応じて、これらの内容或いは幾つかをまとめて冊子として発行する事も予定する。
- ) リーズは毎週1回の講義・実習形式である必要は無く、夏季セミナーやスクーリングの形式で実施されてもよく、テーマ内容と受講者側の希望などを反映できる柔軟な運営をトライする。

#### 4 - 4 まとめと今後の展開

各種製品を扱っている企業、などに分類しつつ、大手企業～中小企業まで20社程度を選定して、直接インタビューする事で企業のニーズの把握を実施した。

その結果は以下のように要約される。

- ( ) 技術分野の専門化、高度化が進み、従来の学術分野的な分類での教育では企業において余り有効でない。
- ( ) 経験や実学の領域の伝承や継承を具体的にどの様に進めるかに、多くの関心が集まっている。特に、トラブル、失敗などの不具合に関する情報は、貴重なノウハウとして可能な範囲での公開が望まれている。
- ( ) 材料から加工、製品、使用事例までを通して、問題点を理解し解決への道筋を観る事のできる人材は非常に少なくなっている。
- ( ) 事業分野の分業化や専門家により、自社内で教育をする講師やベテランなどの指導者

の確保が難しくなっている。

- ( ) 自社技術の独自性、専門性から外部教育では内容的に不十分であり、社内OJTが主流となっている事例が多い。

「今後の本成果の展開」としては、

本調査研究の結果で得られた企業ニーズを、経済産業省が計画している平成17年度の人材育成事業への提案に活かしていく。

#### 企業の中核人材育成事業の構想(案)

前提 : 「企業が長期にもしくは何度も職場を離れて社員を参加させるのは難しく現実的でない」との認識をベースに、参加し易いカリキュラムの内容と構成を検討する。

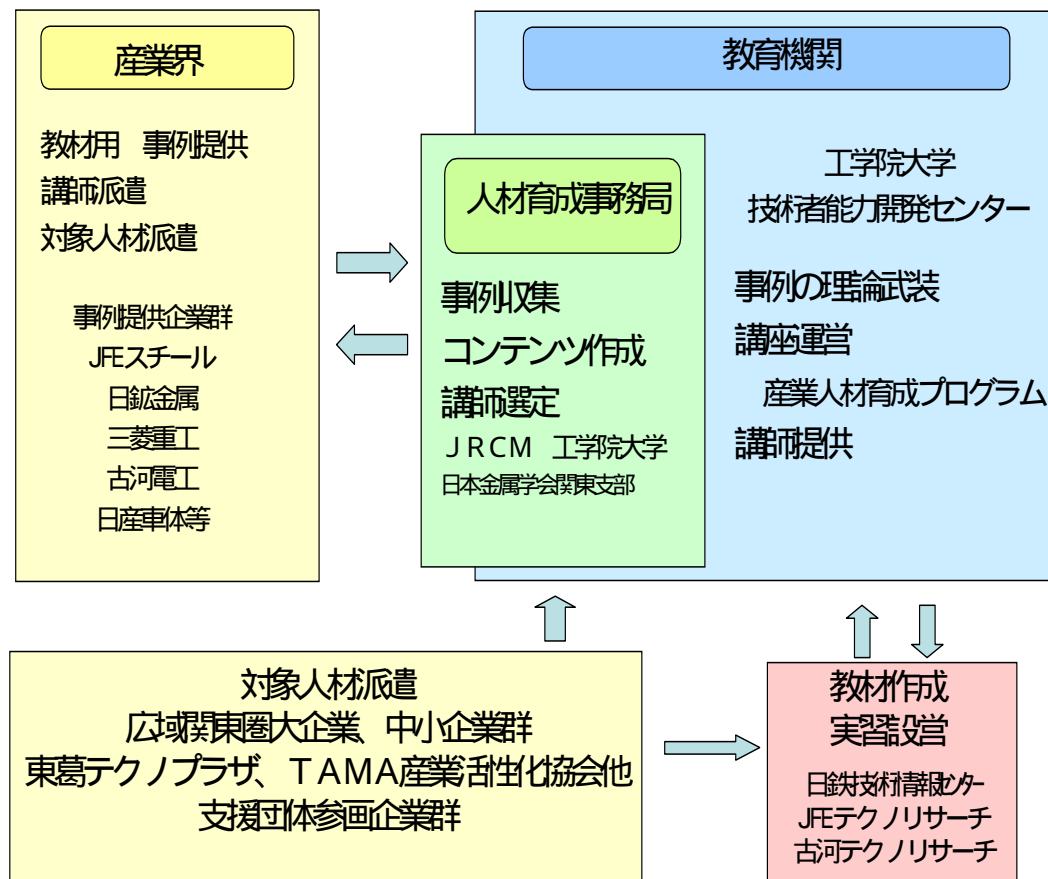
- 1) 通信教育システムを採用。  
申込者に、教材とホームページのアクセス権を与えて、教材(講師)とインターネット上のやり取りにより教育。
- 2) 教育テーマは、企業からの要望の多いテーマとする。  
「溶接」と「腐食」から開始することを予定する。
- 3) テーマ毎の解説において、質問と回答のやり取り、適宜、テストを組合せ、受講者の理解しがたい内容に抽出と説明の追加を行う「双方向」を行う。
- 4) テーマに適合した「サンプル」を作成し、分析内容をホームページに公開すると共に、スクリーニング時に受講者に提示し実物での理解を進める。  
例えば、溶接部の組織、溶接欠陥、腐食例などのサンプルをスライスし、エッチングして組織観察が出来るようにして透明樹脂に埋め込んだものを作成し、受講者に実際に観察していただき確認する。このような試料は、有料(安価)で配付できるようにする。
- 5) 基本的には、半年後とにテーマの開設を行うが、受講者との双方向の質疑が継続し発展する場合には、一定水準まで継続する。春、夏、冬などの休みを中心に2-3日の実習中心のスクリーニングを行う(インターネットでの質疑を通して実習のテーマと内容を決める)
- 6) 質問/回答、テスト、実習などを通じて、受講者への評価を行いテーマの終了証を発行するとともに、実物サンプル、教材などを受講者に提供し、受講者の自社内での教育をお願いし、技術・知識の企業内への展開を実施していただく。多くの技術者のレベルの向上を図る。
- 7) テーマの具体的な構成、教材の構成などの詳細については、企業におけるOBや経験者など専門家の参加を依頼する。

製造業のトラブルや事故事例などへの関心が高いので、(財)金属系材料研究開発センターを管理法人として、工学院大学を主たる教育機関として、金属系材料を扱う企業の協力を得て、テーマに適合した情報の提供、教材の作成などを進める。

それらの推進体制案を次図に示す。

図 4 - 4 推進する運営体制(案)

## マテリアル・ソリューション人材育成事業運営体制



以上

禁無断障云載

システム技術開発調査研究 16 - R - 14

**「機械システム産業のための  
マテリアル・ソリューション人材育成に関する調査研究」  
報告書**

**- 要旨 -**

平成17年3月

作 成 財団法人 機械システム振興協会  
東京都港区三田一丁目4番地28号  
TEL : 03-3454-1311

委託先 財団法人 金属系材料研究開発センター  
東京都港区西新橋一丁目5番地11号  
第11東洋海事ビル6F  
TEL : 03-3592-1282