

# 日本学術会議提言「材料工学から見たものづくり人材育成の課題と展望」

日本学術会議会員 材料工学委員会材料工学将来展開分科会委員長

中嶋 英雄

## 1 はじめに

現代社会の進化と発展はものづくりから始まったと言っても過言ではない。材料工学はその「ものづくり」の基盤となる要素であり物質の仕組みを「かたち」にしていく学問である。その「ものづくり産業」は国内雇用や貿易立国日本を支えてきた我が国の基幹産業である。しかしながら、新興国企業の躍進や製品のコモディティ化によって現場力の強みに根差した日本のものづくり産業の国際競争力の低下が懸念されている。このような事態に対処して我が国の国民経済が基幹的な産業である製造業の発展を通して今後とも健全に発展していくためには「ものづくり」に関する能力を尊重する社会的気運を醸成し、ものづくりの積極的な振興と人材育成を図ることが不可欠である。第23期日本学術会議材料工学委員会では「材料工学将来展開分科会」を設置して、材料に関する産業および材料工学の将来を発展させるためには人材育成こそ最も重要な課題であると認識し、現状の課題と将来展望の検討を行い本提言を取りまとめた。

## 2 ものづくり産業の現状及び問題点

日本の技術力は世界を牽引する高いレベルにあるが、それを事業化する製品企画やマーケティングと言ったビジネスモデル構想力には弱みがある。素材の製品化に関しても同様のことが言える。日本の素材開発レベルは極めて高く、これまで多数の優れた特性を有する素材が開発されてきた。しかしながら、日本で開発された優れた素材が我が国の最終製品やシステム産業に直接反映されるのは限定的であり、欧米の製造業に利用されることが多々見受けられる。最終製品によってこそ大きな収益が挙げられることを考えると、日本で開発・製造された素材であっても最終的な利潤は欧米の製造業にもたらされてしまう傾向が強い。つまり、日本で開発された成果によってむしろ国外の企業に利をもたらしことになってしまい、より多くの利益が得られる最終製品やサービスの市場では我が国が苦戦を強いられていることも否めない。すなわち、我が国の高品質・高性能な材料・部品やそれらの製造プロセス技術が、我が国の最終製品やシステム産業の利益に有効な形で反映されていないことが、現状の大きな問題であろう。このような日本の製品企画の弱さは産業構造に起因するとも考えられるが、それと共に我が国のものづくり産業に関わる人材の、製品の設計構想を立案できる能力の低さに由来するものと考えられる。そのためには日本のものづくり産学連携のあり方や人材育成、大学におけるものづくり教育と人材育成、将来の優秀な人材確保のために初等・中等教育課程における材料工学の啓発活動や女子学生、女性研究者のものづくりへの積極的進出を増進させることが求められる。

### 3 提言の内容

#### (1) ものづくり人材育成のための産学連携の改革

我が国で開発された素材が、我が国の製造業に十分に生かされず製品化に至らないケースが多く見受けられる。これには主となる要因が2点考えられる。①1つ目は新素材を受け入れる産業、例えば航空機や宇宙産業のような産業が育っていないという我が国の産業構造に起因していること。②2つ目は我が国の素材企業とユーザー企業（製造業）との連携が不十分であること。①に関しては、我が国も本格的な航空機製造を目指す企業の動きもあるので、近い将来解決されることを期待したい。②に関しては早急に対策を講じることができる可能性があり、異業種コンソーシアムを提案する。素材企業や大学・研究機関は高機能性素材の開発や量産化に長けているが、その先の製品化まで見渡すことができない。一方、自動車、航空機、電子機器、機械メーカーなどのユーザー企業はアSEMBリすることに長けていても、新素材の潜在的機能を十分に熟知できないであろう。つまり、両業種のコミュニケーション不足の結果として製品化に至らないと考えるならば、これらが素材—ユーザー連携の異業種コンソーシアムを形成してうまく連携することによってこの問題を解決することができると考えられる。

ところで、ものを製品化することは社会、市場やカスタマーのニーズを満足させる目的を実現させることであり、ベンチャー起業家精神と相通じるところがある。図1は新製品市場におけるベンチャー起業の活動の貢献度を国別に示したデータであるが、日本はOECD主要国では残念ながら最下位である。現在、最先端製品の多くがベンチャー企業から発出され、最先端産業を牽引しているのがベンチャー企業であるというのが世界的な潮流であることを考慮すれば、日本の産学連携をステップアップさせるには、ベンチャー起業化を推進させることも重要な要素の1つであると言える。そのため、大学や大学院における起業化教育は、実際の起業だけを想定したものではなく、社会人として必要となる、製品化企画のための視野拡大や資質向上の一策と位置付けることができ、アントレプレナーシップ教育プログラムの充実が必要である。また、ガラパゴス携帯の例や半導体産業の衰退は、国際標準化を事業戦略として上手に利用できなかったことや知財戦略で遅れを取ったことが主たる原因である。このことを考慮すれば、国際標準化や知的財産を重視した教育プログラムの充実も望まれる。

#### (2) 大学の材料工学における人材育成

我が国の大学における研究者や技術者の育成には、これまでアカデミックフリーダムの考え方もあり、大学教育が十分に産業界のニーズに応える人材を育成できているわけでもなく、産業界も大学に対して求める人材像を明確に提示しているわけでもないという点が問題であった。しかし知を集めて社会課題を解決し、よりよい社会に向けた新たな価値創造や産業創出を可能にするためには、大学と産業界とが意思疎通を高めお互いの問題意識を共有しながら人材を育てなければならない。

このような背景と現状の分析から、材料工学分野の大学における人材育成に関しては、今後の改善・改革に向けて以下を提言する。

1) 材料分野の変化・拡がりに対応した人材育成を進めるための産学一体となった材料工学分野の人材育成に関する議論を行い、材料工学の基礎教育の維持と合わせて、その議論を踏まえた大学における教育カリキュラムやポリシーの見直しを行うべきである。

2) 材料工学分野を志向する学生の数の増加、多様性の増加を実現するために、従来、連続性の議論が少なかった初等中等教育と高等教育をつなぐ材料工学教育や人材育成を議論する場を設定したり人材育成プログラムを策定することが必要である。

3) 材料工学分野を志向する大学院生、留学生を増やすための経済的支援の強化が重要である。卓越した学生に対する国の支援に加え、プロジェクトによる直接雇用や、外部資金の間接経費措置率を高めて大学独自の支援ができるような制度整備が必要である。

### (3) 中・高校における材料工学分野の知識の普及

多くの工業高校には建築、土木、電気、機械などの学科があるものの材料工学という名称の学科を持つ工業高校は非常に少なく、中・高校における理科の学習教科にも材料工学に直接関連するものがないため、材料工学は中・高校生にとって馴染みのある工学分野の一つとは言い難い。この理由として主に以下の3項目が挙げられる。

1) 中・高校における学習教科に「材料工学」を連想させるものがない。

2) 大学入学試験において工学部の学科選択で「材料」を含む名称の学科をもつ大学の数は限られている。

3) 中・高校生の保護者や教員にも「材料工学」の認知度はかなり低い。

図2に示すように、進路選択に保護者（特に母親）、教員から影響を受けていることが考えれば、その保護者や中・高校教員に対しても材料工学の認知度を高める努力が必要である。優秀な人材の確保には、中・高校生に対する材料工学分野の知識の普及と啓発に関する活動は、大変重要な意味を成す。材料工学における「ものづくり」が、受験科目や主要教科とどう係わりを持つかなどの情報を、教科書の囲い込み記事、副読本を通して興味を喚起できるように中・高校生に提供する。さらに新設される理数系科目「理数探求」の教科書や副読本を材料工学分野を中心に編纂することは、材料工学分野の啓発を通して優秀な人材の確保する上で極めて重要である。

### (4) 関連学協会と企業の連携による中・高校生に対する啓発活動

材料工学に関する広報活動の積極的展開が需要であり、進路選択に関しては、本人以外の保護者や中・高校教員に対しても、「材料工学」の認知度を高める努力が必要である。当該産業分野を進路選択肢として認知させるための工場見学の開催など、関連学協会と企業の連携の下に、長期戦略に基づく啓発活動をすべきである。

### (5) 材料工学分野における女子学生、女性研究者・技術者の増加策

我が国の女性研究者比率は、OECD 加盟国最下位の 14.7%である。専攻分野別に見た大学等の研究本務者に占める女性の割合では、平成 27 年は、工学分野は 10.0%、理学は 14.1%と、他の分野に比べていずれもかなり低いのが現状である。材料工学分野に女

性研究者・技術者が少ない理由は、主に以下の3項目が挙げられる。

- 1) 女子学生が材料工学分野を進路選択しない、または選択しにくい。
- 2) 材料工学分野に進学しても、材料工学系の職種には就職しない、または就職しにくい。
- 3) 就職しても、材料工学分野では女性研究者・技術者が継続勤務しない、または継続しにくい。

従って、これらの理由を解明し、課題を改善すれば、材料工学分野の女性研究者・技術者を増加することができる。女子学生の増加策として、ロールモデルを提示し、女性の能力が活かせる分野が多いという材料工学分野の特徴を周知させる。就業率の増加は、女性研究者・技術者の積極登用と、キャリアパス不安の解消、家庭と仕事の両立のための柔軟な勤務形態や、職場環境の整備が求められる。さらに、ライフイベント中の評価の透明化によるキャリア形成の確保、ネットワーク化やメンターシップ制度の環境整備が必要である。

#### (6) 女性活躍を社会的に定着させるための方策

図3に示すように、日本の女性の管理職比率は諸外国に比べて著しく低い。この理由として、男性社会風土が女性の管理職を好まない、あるいは、家庭と仕事の両立を考えると管理職を希望しない場合があるなどが挙げられる。女性の参画が職場活性化に有効であり、女性の積極登用に向け、ダイバーシティ社会（組織）がもたらす有効性を広く情報提供する必要がある。ダイバーシティ社会においては、個々の違いを認める許容力や、個人力と責任力を有する人材育成が必要になる。材料工学分野の女性研究者・技術者増加の観点から以下の5項目を提言する。

- 1) 女性研究者・技術者向けのキャリア形成支援やリーダーシップ研修
- 2) 出産・育児後や中途退職した女性研究者・技術者の復帰支援研修
- 3) 女性研究者・技術者の採用・登用時の年齢による差別の排除
- 4) ライフイベント後の女性研究者・技術者の研究助成金応募に対する年齢制限の条件の緩和
- 5) 全研究者・技術者や管理職向けのダイバーシティマネジメント研修

女性研究者・技術者が増加すれば、ニーズに合わせて、ライフイベント中の女性研究者支援、職場環境、労働環境等が整備され、これによりロールモデルが増加する。多くのロールモデルの活躍により、キャリアデザインがイメージしやすくなると、材料工学分野の女子学生比率は増加するという相乗効果が期待できる。女性活躍の場面には、男性も女性活躍の中で成長し、さらに女性も成長し、それにより「女性活躍」が社会的に定着していくと考える。

本稿は日本学術会議から発出された提言書の要約版である。提言書そのものは日本学術会議ホームページに掲載されているので、ご一読いただきたい。

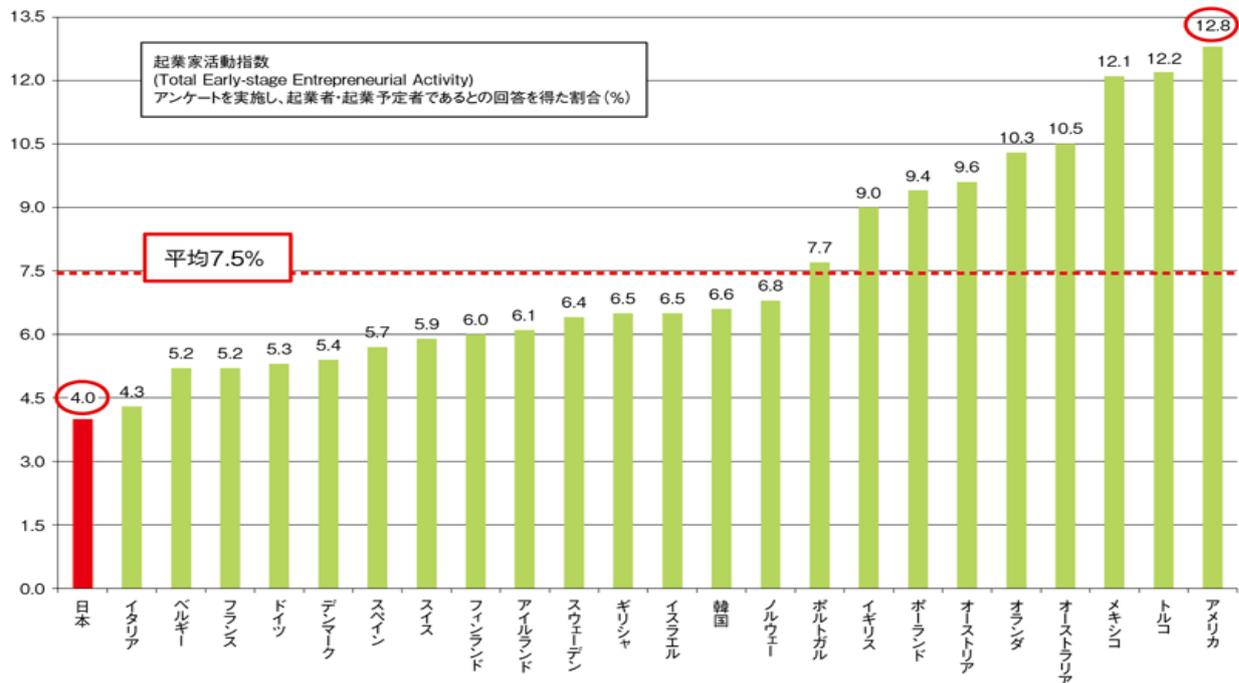
【日本学術会議ホームページ】

<http://www.scj.go.jp/>

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t247-8.pdf>

材料工学将来展開分科会は以下のメンバーで構成された。

副委員長 小関敏彦（東京大学教授）、幹事 乾 晴行（京都大学教授）、幹事 須山章子（㈱東芝エネルギーシステムソリューション社・主査）、中野裕美（豊橋技術科学大学教授）、吉田豊信（東京大学名誉教授）、荒木稚子（埼玉大学准教授）、大貫惣明（北海道大学名誉教授）、岡田益男（東北大学名誉教授）、田中敏宏（大阪大学工学研究科長）、津崎兼彰（九州大学教授）、長井 寿（物質・材料研究機構拠点長）、長坂徹也（東北大学教授）、塙 隆夫（東京医科歯科大学教授）、東 健司（大阪府立大学教授）、前田正史（東京大学教授）、松原英一郎（京都大学教授）、森田一樹（東京大学教授）、山口 周（東京大学教授）、山本雅彦（大阪大学名誉教授）



資料：平成24年度 起業家精神に関する調査(GEM) (調査対象国の内OECD主要国を掲載。2011年、2012年のうち直近の数値を使用)

図1 新製品市場におけるベンチャー起業の活動の貢献度

出典：経済産業省、2015年版ものづくり白書

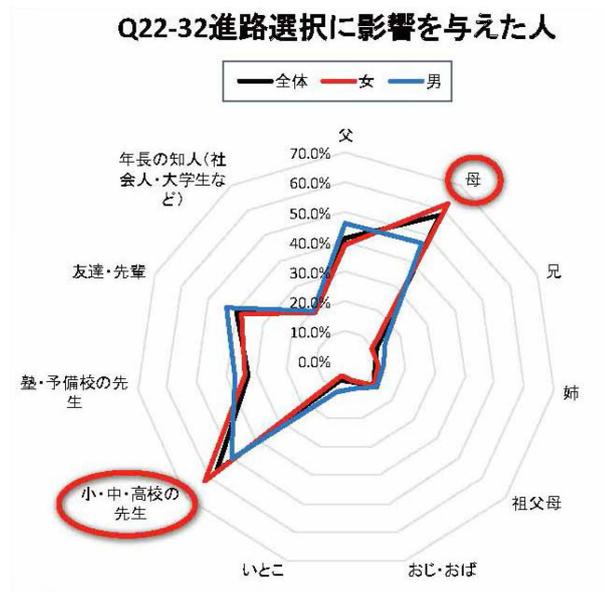


図2 進路選択に影響を与えた人

出典：「進路選択に関する意識調査」に関する報告（2015年春実施），  
寺内かえで，吉田信也，小路田泰直（奈良女子大学，2016年）

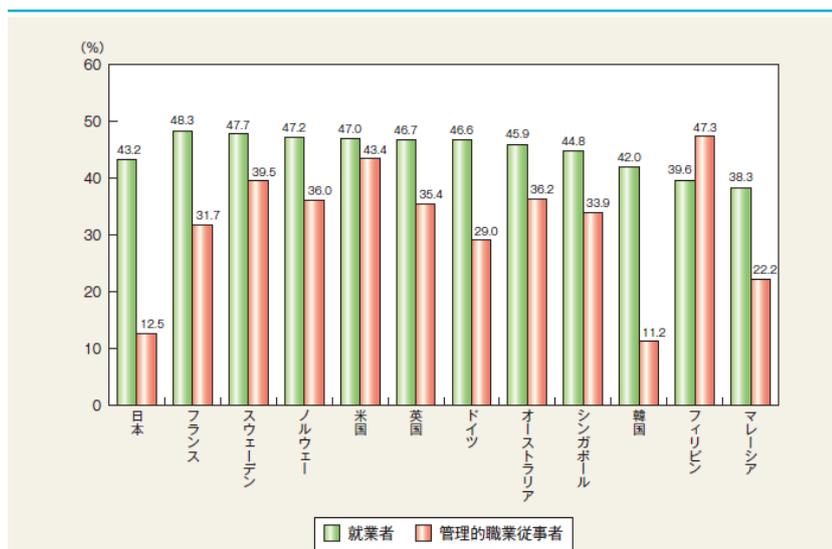


図3 主要国の就業者数に対する女性管理職比率

出典：内閣府男女共同参画白書平成28年版