



日本学術会議 公開シンポジウム

材料工学から見たものづくり

人材育成の課題と展望

講演要旨集

開催場所：日本学術会議 講堂

開催日時：平成 29 年 4 月 22 日（土曜日）13:00～17:20

主 催：日本学術会議材料工学委員会材料工学将来展開分科会

共 催：一般社団法人日本鉄鋼協会、公益社団法人日本金属学会、公益社団法人日本セラミックス協会、一般社団法人軽金属学会、日本銅学会、一般社団法人資源・素材学会、一般社団法人塑性加工学会、公益社団法人材料学会、公益社団法人日本バイオマテリアル学会、一般社団法人日本 MRS、一般社団法人溶接学会、公益社団法人日本鋳造工学会、粉体工学会、全国大学材料関係教室協議会、一般財団法人金属系材料研究開発センター

後 援：東京都教育委員会

開催趣旨

我が国のものづくり技術は国際的に強いと言われ、特に、信頼性の高い製品を効率的に作り出す技術に秀でている。一方で、製造業は製品の付加価値の多様化や社会の要求に合わせて事業の体質を変換させつつあり産業を支えてきた製造技術もハードウェアだけではなくソフトウェアも包含した技術にシフトすべきである。このイノベーションの実現に既存の産業構造が対応できなくなり国際競争力も低下しつつある。我が国のものづくり産業を強化発展させるためには、産学連携によるイノベーションの創出と人材育成が求められる。そのためには、ものづくりのための産学連携、大学・高校におけるものづくり・材料工学の教育を強化すると共に、女子学生、女性研究者のものづくり・材料工学への進出を促進することが喫緊の重要な課題となっている。本シンポジウムではこれらのものづくり人材育成の課題と展望を討論し、我が国のものづくりの将来の発展に資することを目指したい。

日本学術会議 材料工学将来展開分科会

委員長 中嶋 英雄

プログラム

日本学術会議 公開シンポジウム

材料工学から見たものづくり人材育成の課題と展望

(司会) 小関 敏彦 (日本学術会議連携会員、東京大学教授)

13:00 開会の挨拶

中嶋 英雄 (日本学術会議会員、材料工学将来展開分科会委員長、公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター所長)

辻 直人 (文部科学省 高等教育局専門教育課 課長補佐)

13:10 大学における人材育成の課題

村上 雅人 (芝浦工業大学学長)

13:50 産学連携と人材育成

中川 幸也 (極東貿易(株)最高技術顧問、(株)IHI 元副社長)

14:30 高校における材料工学の知識の普及と啓発活動

- アンケート結果を基にして -

吉田 信也 (奈良女子大学教授)

15:05-15:20 (休憩)

15:20 ポジティブ・アクションの実効性

戸部 博 (日本学術会議連携会員、京都大学名誉教授)

15:55 材料工学における女子学生、女性研究者・技術者の人材育成

中野 裕美 (日本学術会議連携会員、豊橋技術科学大学教授)

16:30 総合討論

(司会) 長井 寿 (日本学術会議連携会員、国立研究開発法人物質・材料研究機構構造材料研究拠点・特命研究員)

(パネリスト) 村上 雅人、中川 幸也、吉田 信也、戸部 博、中野 裕美

17:15 閉会の挨拶

吉田 豊信（日本学術会議会員、東京大学名誉教授）

講師略歴・講演要旨

大学における人材育成の課題

芝浦工業大学学長 村上雅人

昭和54年	東京大学工学部金属材料学科を卒業
昭和59年	東京大学大学院博士課程修了、新日本製鉄株式会社入社
平成15年	芝浦工業大学工学部材料工学科教授
平成20年	芝浦工業大学 副学長
平成24年	芝浦工業大学 学長、現在に至る

日本は資源を持たざる小国である。その国がいまだに世界第3位のGDPを誇り、多くのハイテク分野で世界トップレベルを維持しているのは、まさに「ひと」であり、それが日本の強みと言えるのである。よって、日本は教育によって人を育てることに国を挙げて資源を投入すべきである。教育は国家百年の計であり、それを怠れば国は滅ぶとされている。

2013年にOECDが実施した16歳から65歳までの大人を対象とした学力テストPIACCにおいて、日本は、「読解力」"literacy"、"数的思考力" "numeracy"、"ITを活用した問題解決能力" "Problem solving in technology" の実施した3分野すべてにおいて世界のトップに立った。これは、日本の教育力の高さを示している。日本は世界にまれをみる教育国家である。江戸時代には武家だけでなく、工商はもちろん農家の子供たちも寺子屋などで教育をうけ、「読み書きそろばん」の修得を推奨してきた。この教育熱心な国としてのDNAは、明治、大正、昭和、そして平成へと受け継がれている。

日本の教育力の高さは、義務教育の導入とともに小学校から大学へと続く教育体制の整備にもあるが、一方で、塾の存在や、自治体や企業などが教育に携わってきたことも背景にある。いわば、社会全体が教育機関となってきたのである。

さて、資源を持たざる国日本が、今後も世界の中で伍していくためには、「科学技術立国」しかありえない。よって、それを支える理工系人材の育成は、とても重要である。ただし、グローバル化が進んだ社会においては、日本一国だけの繁栄を期しても意味がない。他国と協調しながら、ともに成長発展することが必要となっている。今後は、世界規模の維持発展 (sustainable development) をいかに進めるかや、新技術の開発においても、多くの国の技術者が協力して事に当たる時代がやってくる。

このようなグローバル社会で活躍できる理工系人材は、自分の専門分野の深い見識を有するのはもちろんのこと、専門分野以外にも俯瞰的な知識を有するとともに、なによりも多様性 (diversity) を理解できる人材が必要となる。多様性とは、国籍、人種、思想、宗教、性別、身体的特徴などの違いであり、これら違いを理解し、それを尊重できる人材が求められるのである。もちろん、男女共同参画への理解も大切である。

このような人材育成には、小中高はもちろんのこと、日本の社会として人材育成に努める必要がある。もちろん、大学の使命は重要である。

現在、世界の高等教育で課題となっているのが、学修成果の質保証 (quality assurance of learning outcomes) である。「大学が何を教えたか」"What is taught"ではなく「学生が何を学んだか」"What is learned"を大切にするパラダイム転換が世界的に進められている。このため、知の集積としての受動教育 "passive learning" とともに、学生が自ら知の活用ができる能動教育 "active learning" の導入が推奨されている。

さらに、多様性を理解するためには、耳学問だけでなく、世界の多様なひとびとと積極的に交流することも必要となる。「経験は最良の教師なり」"Experience is the best teacher."できるだけ早い時期に、世界の多様なひとびとと交流し、意見を交わすなかで、異文化理解や多様性への理解を深めていくことが大切である。

ただし、教育においていちばん大切なのは、学生みずからが教育の大切さを自覚し、みずから学びを進めることである。"The great teacher inspires."「偉大なる教師は、学生の学びの心に火をつける」これこそが大学教育の真髄と考えている。

産学連携と人材育成

極東貿易(株)最高技術顧問、(株)IHI 元副社長 中川幸也

昭和41年	東北大学工学部金属材料工学科卒業
昭和42～46年	米国 Delaware 大学大学院博士課程修了 Ph.D
昭和46～47年	カナダ Toronto 大学金属材料工学科 Postdoctoral Fellow
昭和48年	(株)石川島播磨重工業 (現 (株)IHI) 開発本部 技術研究所入社、
平成11～18年	同 技術研究所所長, 技術開発本部管理部長、同本部長
平成13～21年	同 執行・取締役役員、代表取締役副社長

海外の技術系ベンチャー（小規模新興企業），特に起業が盛んな Boston 近郊で起業したてのベンチャー、elite startup との提携により、日本の企業のなかに新規事業の種を萌芽させる試みの活動、をコーポレート・ベンチャリング（Corporate Venturing、CV）と呼んでいます。私はこの CV を退職前のほぼ十数年間、日本を代表する重工業企業（A 社）で実践してきました。この経験から、本日の主題に対する私の考えを紹介させていただきます。

日本企業は国内でなく、なぜ海外の大学に多額の寄付をするのか？」は、多くの「産学官の連携委員会」でよく議論されるテーマです。この課題は、日本の大学だけでなく、「技術と経済」にとっても、たいへんシリアスな現実と考えます。産学連携から発展した学際都市型新興企業を育む環境、“Ecosystem”は欧州・米国のみならず、他の諸国でも急速に発展しておりますが、日本がこれに遅れている危機感を私は強くしています。日本では、平成8年から国策として、科学技術政策の振興策が実施され、このなかに、新規産業の創出も政策目的の一つに入っています。海外で盛んな、マッチング・ファンド、企業の後押しを受けた研究テーマに対し国から支援を受ける制度も作られました。しかしながら、2、3の著名な例を除き、経済の拡大と雇用促進に大きく寄与した新しい事業、ベンチャーを生み出したキャンパスは欧米に比べ極端に少ないのが現実です。

大学知財由来の起業の成否を決める重要因子を俯瞰すると、①研究開発テーマ、内容 ②開発・起業人材の数と資質 ③経済的支援制度、の3つの輪が重なり、その外周を④いろいろな公的規制壁の大円が囲んでいる状況と考えます。これら四つの重要因子の相乗効果が海外と比べ弱体なのが日本特有の状況といえます。

本日の主テーマである要因②の人材育成に関しては①のどのようなテーマの研究開発を若い時代に経験したか、そこでの体験が人材を育てるような気がしています。残念ながら、多くの企業の生産現場は不確実でお金がかかる「革新的技術」に対して無関心、否定的であります（イノベーションのジレンマ）。従って、大学の研究者自身が、企業との接触を深め、生産現場の本質的な課題、あるべき姿を探ることによって“革新的”技術開発のための基礎研究テーマを見つけ、研究を実施していただきたいと考えます。日本の学際と業際の協働において、海外に豊富で、日本で希薄な事実は、産学ともにリスクを承知で挑戦する文化・マインドです。この環境の醸成が人材を育て、“死の谷を越えるため”の本質的対策と考えております。

高校における材料工学の知識の普及と啓発活動

－アンケート結果を基にして－

奈良女子大学教授 吉田 信也

昭和51年	大阪市立大学理学部数学科	卒業
昭和51年	奈良県立奈良高等学校	教諭
昭和61年	奈良女子大学文学部附属中・高等学校	教諭
平成18年	奈良女子大学附属中等教育学校	副校長
平成26年	奈良女子大学教授	

1. 女子の実態

女子高校生の理数系への進学が男子に比べて少ないことは、従来からの「定説」である。特に、数学・物理は男子に比べて女子に「人気」がないことも、様々な場面で言われてきた。しかし、その理由が何であるのか、そしてどのようにすれば女子高校生が物理・数学の学びに向かうのかは、明確にはされていないと考えるが、女子の工学部への進学が少ない原因の1つは物理の学習への抵抗感だと思われる。その抵抗感の要因を探るために、高校生への「教科に対する意識調査」を実施した。また、大学の新生に対して「進路選択に関する意識調査」を実施し、大学入学までの学習の様子から理系進学へのハードルを調査した。この2つの調査から見えてきた事柄の概要は、次の通りである。

- ・女子と男子とでは、物理の興味ある学習内容に差があり、女子は化粧品、衣類、食事や食物、住居、生命と関連した内容を好み、いわゆる物理的な内容は好まない
- ・教科を「情緒的」と感じるかどうかという点で、女子と男子には差がある
- ・大学進学に影響を与えるのは母親と教師であり、母親の「啓蒙」が重要である
- ・母親と女子生徒は資格(薬剤師、栄養管理士、教員免許、...)にこだわる

2. 材料工学のいま

材料工学研究で日本が世界のトップ水準にあることは、生徒、教員ともにあまり知らない。まず、「材料工学」という名称になじみがなく、教員は教育学部や理系では理学部の出身者が多いため、工学に対する理解は低いものがある。では、工学部出身の理科教員が増えればよいのにとと思うが、工学部で理科の免許を取ることは現状では難しい。

また、理科が好きな女子生徒の多くがバイオ系に多く進み、材料系には進学しない。これは、例えば女子は生死に関わることに興味はあるが、材料には興味がないからであり、上記の調査結果がこのことを物語っている。

3. 材料工学のこれから

長期的には、女子生徒の物理履修率をあげることが必要であり、そのためには高等学校における物理教育の「改革」が必要である。大学入試を目的とする教育と検定教科書にとらわれない学びの創造が必要だ。例えば、飛行機などの魅力ある実物から入り、物性(材料)、デザイン、飛び方、…と分解し、物性(材料)が重要であることを示す教材を作る。あるいは、新しい科目「理数探究」を実践する際の一助となる題材の提供や指導面・研究面での協力などを通じて、材料工学につながる学びを支援することが大切だろう。

すぐにできることでは、各大学・企業が連携して材料工学の魅力と将来性を伝え、この学問がどこにつながり、どのような夢を実現するかがイメージできるビデオを作るなどの広報戦略を立てて実行することである。女子生徒の興味をひくものを作れば、男子生徒も材料工学により関心を持つだろう。

ポジティブ・アクションの実効性

日本学術会議連携会員、京都大学名誉教授、戸部 博

昭和45年	東北大学理学部 卒業
昭和48年	東北大学大学院理学研究科博士課程中退。 千葉大学理学部助手、京都大学教養部助教授を経て
平成5年	京都大学総合人間学部教授
平成11年	京都大学大学院理学研究科教授
平成25年	京都大学名誉教授

ポジティブ・アクションとは何か？平成11年、「男女共同参画社会基本法」が制定され、「男女が、社会の対等な構成員として、自らの意思によって社会のあらゆる分野における活動に参画する機会が確保され、(中略)、共に責任を担うべき社会を形成することをいう」と述べられ、ポジティブ・アクションとは「積極的改善措置」のことである。社会的・構造的な差別によって不利益を被っている者に対して、一定の範囲で特別の機会を提供し、実質的な機械的均等を実現することを目的とした暫定的措置である。国及び地方公共団体に推進する義務があることが明記されている。

平成15年、内閣府男女共同参画局は男女共同参画社会の実現に向け「社会のあらゆる分野において、2020年までに指導的地位に女性が占める割合が少なくとも30%程度になるよう期待する」という目標を立て、そのためポジティブ・アクションを開始している。

文部科学省からは、これまで10年以上にわたって「女性研究者支援モデルプラン」(H18-20)などに始まるさまざまなポジティブ・アクションがとられてきている。その結果、理系の女性研究者の割合の増加、女性研究者の離職者数の減少など、さまざまな成果があがっている。とりわけ女性研究者数(全分野)については、平成17年から平成26年までの10年間に、研究者に占める女性の割合が11.9%から14.6%(平成27年度で

は 14.7%) へと上昇している。年平均 0.27%の増加である。これは 2003 年に「社会のあらゆる分野で 2020 年までに指導的地位に女性が占める割合を 30%程度」とした国の目標値を仮に求め続けたとしても目標値達成までに 50 年以上かかる。

なぜ女性研究者の参画が必要か？ポジティブ・アクションが逆差別だとして反対する意見もある。しかし今、日本の学術研究を世界と比較するとは、2002 年頃から、唯一日本だけ論文数が停滞～減少している。さまざまな背景があり、それらの是正が必要である。しかし併せてトップレベルの研究の上昇と活性化のためには、これまで以上の女性研究者の参画が必要と思う。

しかし、なぜ女性研究者が増えないのか？「家庭と仕事の両立が困難」と「育児期間後の復帰が困難」などが主な理由である。女性研究者、特にリーダーが少ないのは、学術の世界だけではない。日本社会のほぼあらゆる分野で女性や女性リーダーが少ない。そこには「女性だから」と判断をゆがめる「内在する、外在するバイアス」がある。女性の社会進出を妨げているのは社会共通の価値観である。「夫は外で働き、妻は家庭を守るべきである」という考え方を大きく変えない限り、男女共同参画は実現しない。若い世代の意識を変えるにはどうすれば良いのか？実は、小・中・高校の教育現場には、おそらく大学にも、男女共同参画に関する教育はほとんど行われていない。国や行政が行うさまざまなポジティブ・アクションによる引っ張る力と、初等から高等教育よる押す力が必要である。日本国民の、特に若い年代の意思改革が必要であり、「男女が社会に等しく責務を負う」（男女共同参画社会基本法）という価値観への転換のために、大学はもちろん、小・中・高校において教育を進めるべきである。

材料工学における女子学生、女性研究者・技術者の人材育成

日本学術会議連携会員・豊橋技術科学大学 中野裕美

昭和58年	豊橋技術科学大学大学院工学研究科博士前期課程修了
昭和58年	村田製作所第5開発部入社
平成1年	龍谷大学理工学部 を経て
平成21年	豊橋技術科学大学研究基盤センター准教授
平成24年	豊橋技術科学大学研究基盤センター教授
現在	豊橋技術科学大学教授・学長補佐（男女共同参画担当）

材料工学は、日本のものづくり技術を支えてきた、科学技術の基盤となる分野と言っても過言ではない。材料工学という分野は、ものづくりばかりでなく、評価・解析、計算科学など多岐にわたる広い領域の融合的分野である。このため、女性研究者・技術者が活躍できる領域が多くあるにも関わらず、女性が少ないのが現状である。そこで、今回のシンポジウムでは、女子学生や女性研究者・技術者の材料工学への進出を促進するため、現状解析により課題を整理し、人材育成の取り組みについて、皆様と考える機会としたい。

2016年夏のリオオリンピックでの快挙達成は、まだ記憶に新しい。この快挙は、1. スポーツ人口を増やす。2. 環境を整える。3. 人材育成をする。この3点が効果的に行われた成果であると言える。同じことが、材料工学分野の女性研究者・技術者の活躍促進にも当てはまる。

そこでまず、現状のデータを解析し、増加のための対策を提言する。

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（平成27年）。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点が挙げられる。

- I. 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。
- II. 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。

III. 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、上記の理由を解明し、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。

1. 生徒や保護者等へのロールモデルの提示と材料工学分野の正確な情報発信による母数増加
2. 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による材料工学分野の就業率増加
3. 家庭(育児、介護含む)と仕事の両立のための柔軟な勤務形態や、職場環境整備等による就業継続増加
4. ライフイベント中の女性研究者・技術者の評価の透明化によるキャリア形成の確保
5. 理系女性研究者・技術者のネットワーク化やメンターシップ制度の環境整備

これらの対策により、女性研究者・技術者が増え、多様な人材の活躍が、材料工学分野の活性化を促進することを期待したい。

次に材料工学分野の女性研究者・技術者増加の観点から人材育成を考える。現在、加速化するグローバル化社会に向けて、ダイバーシティ化社会(多様化)の構築が求められている。ダイバーシティ社会は、異なる性質を尊重して受容する環境を築くことで、コミュニケーションが円滑になるだけでなく、新たな価値を創造する可能性を高めることができる社会である。この社会形成においては、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も必要になる。そこで、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

最後に、材料工学分野における女性研究者・技術者増加のための人材育成について話題提供をしたが、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。

日本学術会議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 (第三部会員)	公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター 所長、大阪大学名誉教授
副委員長	小関 敏彦 (連携会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
幹事	乾 晴行 (連携会員)	京都大学大学院工学研究科教授
幹事	須山 章子 (連携会員)	株式会社東芝エネルギーシステムソリューション電力・社会システム技術開発センター主査
	吉田 豊信 (第三部会員)	東京大学名誉教授
	荒木 稚子 (連携会員)	埼玉大学大学院理工学研究科准教授
	大貫 惣明 (連携会員)	北海道大学名誉教授
	岡田 益男 (連携会員)	八戸工業高等専門学校前校長、東北大学名誉教授
	田中 敏宏 (連携会員)	大阪大学大学院工学研究科長
	津崎 兼彰 (連携会員)	九州大学大学院工学研究院教授
	長井 寿 (連携会員)	独立行政法人物質・材料研究機構構造材料研究拠点 特命研究員
	長坂 徹也 (連携会員)	東北大学大学院工学研究科教授
	中野 裕美 (連携会員)	豊橋技術科学大学教育研究基盤センター教授
	埴 隆夫 (連携会員)	東京医科歯科大学学生体材料工学研究所教授
	東 健司 (連携会員)	大阪府立大学工学研究科教授
	前田 正史 (連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
	松原英一郎 (連携会員)	京都大学大学院工学研究科教授
	森田 一樹 (連携会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
	山口 周 (連携会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
	山本 雅彦 (連携会員)	大阪大学名誉教授