金属系材料の視点から見た 材料戦略提言

佐久間 健 人*

1. はじめに

科学技術は、20世紀において飛躍的な進歩を遂げ、人類の生活に大きな変革をもたらしつつある。科学技術の進歩が、日常生活の便利さ、快適さをもたらす我々の生活は大変豊かなものとなっている。このような便利で豊かな社会を享受するものにとっては、もはや過去の生活に逆戻りするのは不可能であろう。しかし一方では、科学技術には負の側面があり、これを悪用するかあるいは無知のまま誤用すれば、人類を破滅に導きかねないとの危惧もある。我々科学技術に携わるものとしては、新しい世紀を迎えて科学技術の有効利用による人類の幸福な未来、あるべき姿を模索していくことが必要である。しばしば指摘されることであるが、限られたエネルギー資源の有効利用、従来の石油、石炭などに代わる新しいエネルギー資源の確保、エネルギー多消費などに起因する環境破壊の防止、IT革命と呼ばれるような情報化社会への対応といった多くの問題に適切に対処し、いかにして持続可能な社会を構築していくかが問われている。

このような状況のもとでは、既存の産業あるいは新規産業に利用される素材あるいは材料の利用に関しても抜本的な変革が求められる可能性がある。資源小国である我が国としては、金属をはじめとする材料あるいは素材資源の確保、備蓄と産業基盤材料の有効利用に関する長期的な国家戦略が不可欠である。この観点に立って、私が委員長を勤めさせていただいた日本学術会議物質創製工学研究連絡委員会金属材料専門委員会(第17期、以下金属材料専門委員会と略す)では、産官学の英知を集めて国家戦略のあり方についての指針を得て、それを報告書として纏めるべきであるという共通認識が

得られた。このために、金属材料専門委員会内に新たに金属材料将来展望小委員会(委員長 大中逸雄大阪大学教授)を設け、金属材料などの産業基盤材料の科学技術のあり方、それを国の材料戦略として如何に具現すべきかを討議した。その結果として纏められたものが金属材料専門委員会報告「材料の21世紀へのストラテジー—金属系材料の視点から見た提言」である。本稿では、この報告書の内容の要点を紹介する。

2. 委員会の構成

表1は、金属材料専門委員会および金属材料将来展望小委員会の委員のリストである。第17期においては、親委員会である金属材料専門委員会の委員がすべて大学関係者であった。このメンバーだけでは金属を中心とする材料分野の将来を展望するには力不足であると考え、小委員会には産官の有力な研究者の方々にご参加いただき広く意見を聴取することとした。また、討議内容の一部についてはこの他に数名の方々のご協力を得た。以下、この報告書の構成に従って内容を紹介する。

3. 未来社会と材料

最近の情報技術の進歩と普及は、社会構造の変化を伴うような大きな流れとなり、先進諸国では労働集約型産業から知識集約型産業へのシフトが進んでいる。こうした流れの中で将来に向けた材料戦略を考えるうえでは、材料をフロー型材料とストック型材料に分けて考えるべきであろう。携帯電話、パソコンなどのフロー型消費財は、市場の変化が激しく、それに使われる材料に関わる問題の解決は、資源・環境

* 東京大学教授；大学院新領域創成科学研究科(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
Strategy for Materials Research in Japan; Takeo Sakuma (Department of Advanced Materials Science, The University of Tokyo, Tokyo)
Keywords: material research strategy, zero emission, natural resources recycling
2000年12月11日受理

表1 金属材料専門委員会および金属材料将来展望小委員会の委員リスト。

物質創製工学研究連絡委員会	
金属材料専門委員会	
委員長	佐久間健人 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
幹事	東 健司 大阪府立大学工学部教授
委員	浅井滋生 名古屋大学大学院工学研究科教授
	大中逸雄 大阪大学大学院工学研究科教授
	岡田益男 東北大学大学院工学研究科教授
	北田正弘 東京芸術大学大学院美術研究科教授
	中江秀雄 早稲田大学理工学部教授
金属材料将来展望小委員会委員	
委員長	大中逸雄 大阪大学大学院工学研究科教授
副委員長	岡田益男 東北大学大学院工学研究科教授
委員	佐久間健人 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	浅井滋生 名古屋大学大学院工学研究科教授
	井村 亮 (株)日立製作所中央研究所ストレージ研究部長
	加藤理生 住友金属工業(株)東京本社技術部専任部長
	北田正弘 東京芸術大学大学院美術研究科教授
	佐野利男 通商産業省工業技術院機械技術研究所生産システム部長
	武下拓夫 三菱マテリアル(株)総合研究所フェロー
	竹田博光 元(株)東芝研究開発センター研究主幹 現東芝リサーチコンサルティング(株)シニアフェロー
	中江秀雄 早稲田大学理工学部教授
	花田修治 東北大学金属材料研究所教授
	東 健司 大阪府立大学工学部教授
	村田朋美 元新日本製鐵(株)顧問、現北九州大学教授
	和田 仁 科学技術庁金属材料技術研究所総合研究官

問題のような市民生活に直結するような課題を除けば、民間市場の活力に依存せざるを得ない。一方、土木、建築、大型設備などの社会基盤を支えるストック型材料については、産業の規模、経済への影響などを考えると、国家的立場から長期的、戦略的施策が必要である。

資源の大量消費を前提とした従来の市場拡大経済システムは、必然的に資源・環境問題をもたらすこととなった。この問題に対処するために、これまでの「資本生産性」システムに変えて、資源の効率的な使い方とそれに伴う新しい市場の創出という「資源生産性」へのシフトによって持続可能な社会を構築しようという発想が生まれてきている。ここでの対応は、国内に資源を持たない我が国にとっては極めて切実な問題であり、科学技術立国を目指すうえでの日本独自の視点と戦略が求められている。ここで付言しておきたいことは、資源生産性という用語が単に資源を無駄にしないという発想にとどまるものではないということである。本報告では、この用語を新しい市場創出につながる「資源の効率的な使い方」に関する要素と市場安定化につながる「資源の安定供給」に関する要素を含むものとして使用する。換言すれば、材料のライフサイクルを製品の市場価値、社会的な関わりを、資源・環境問題を含めて的確に把握し、総合的な判断をすることである。

この総合的判断は、個別の研究者あるいは技術者が対応できる範囲を超えており、産官学の英知を集めることが必須で

ある。また、研究分野という立場からすると、金属材料分野だけの問題から国家的戦略を議論することは適切ではない。これまではしばしば、金属材料、セラミックス、有機材料に関する問題は、それぞれ独自のグループによって対応されてきているが、材料戦略を考えるうえでは従来の分野的慣習の枠組みを超えて、新しい形の提言としてまとめる必要がある。このような横断的対応こそが、材料という階層のステータスを高めることにつながるであろう。

4. 挑戦すべき課題

報告書では、社会に必要な材料技術と学術研究に分けて挑戦すべき課題を議論している。「社会に必要な材料技術」という視点からすると、当初述べたようなエネルギーおよび地球環境問題を念頭において近未来に起こりうる産業構造の変化にも対応しうるようなシステムの構築に向けた課題に取り組むべきである。一般に広く認知されているように、エネルギー問題については、資源の有効利用はもとより石油に代わる代替エネルギー利用技術の実用化が問われている。また、これからの情報化社会への移行に伴う産業構造変化が、材料に関連する技術の変化をもたらすであろう。それとともに、科学技術は安全・安心で質の高い生活環境を作り上げるものでなければ、社会的認知を受けることは難しいという事実にも配慮しなければならない。このような大きな流れの中で材料技術というものを考えると、21世紀においては循環型社会の構築に向けた研究課題への取り組みが必須であるといえる。このためには、省資源化、リサイクル、有害物質除去などの研究を通じて廃棄物を極小化する社会を目指すべきである。報告書では、このような観点に立って挑戦すべき課題についてまとめている。本稿では、個々の研究課題の詳細を記述する余裕はないが、関心を持たれる方は原報告書を参照していただきたい。

学術・研究に関しては、戦略的に研究を行うべき課題を金属系材料を中心に纏めた。その内容は、構造材料、電子材料、生体材料、エネルギー材料など従来の材料研究の中での重要課題を示すとともに、新機能材料探索、材料システム化、資源循環型材料使用技術の研究などの新しいアプローチが必要であることを述べた。また、これらの新材料・既存材料が社会的に認知され適切に利用されるためには、標準化の問題は避けて通れない重要なものであることを指摘した。ここに取り上げられている研究はいずれも重要性の高いものであるが、すべての研究項目を同一レベルで同時進行的に進めるのは適当であるとは思えない。時代の要請に応じて、材料に関する重点的研究課題を抽出する判断が問われることになる。このことが、材料研究に戦略性を持たせるうえで決定的に重要である。本報告では資源生産性という観点が近未来における重要課題であるという判断から、客観的評価に耐えうる材料環境負荷アセスメントシステムを構築すべきであると提言し、そのための公的機関の設立の必要性を指摘した。

5. 人材育成

材料技術に関わる人材の育成を議論するうえで、本報告では日米の大学における材料工学教育を比較するとともに、あるべき教育の姿についての視点を纏めた。

近年においては、個々の研究分野が高度に専門化し、材料研究者にとっても材料技術の全体像を把握するのが困難となりつつある。このような個別分野の研究の高度化あるいは深化の流れは、今後も続いていくであろうし、それが各分野の新しい発展をもたらす原動力となることは確かである。しかし、このような個別化、専門分野の深化の流れだけでは材料研究に関する大局観が失われる恐れがある。即ち、個別化の流れとは逆に、材料の生産者と使用者の立場を理解して、高度な理解力と判断力を持った研究者もしくは技術者の育成が求められることになる。材料研究者が、製品のライフサイクルを見通して、社会システムの中での問題点を包括的に捉え、解決のための総合的判断を下せるならば、その活躍の範囲は今まで以上に広がるであろう。

この視点からすると、これまでの大学における材料工学教育は必ずしも完全なものであったとはいえない。我が国では、歴史的には金属材料、セラミックス、高分子材料などの教育および研究がそれぞれ独自に進められてきたという経緯がある。これは、必ずしも我が国固有の問題というわけではなく、その形態は若干異なるものの、諸外国にも共通に見られるものである。金属材料に関しては、金属工学という大きな学問分野が存在し、多くの大学でこの名称をもつ学科が設置されていた。最近ではこれらの学科の名称が、金属から材料工学あるいはマテリアル工学へと変わりつつあり、金属以外の材料に関する教育も進みつつあるが、材料工学として一般に認知されたカリキュラム体系が確立されているとはいえない。一方、高分子材料およびセラミックスの教育は、主として化学系の学科で教育がなされてきており、その基礎となる学問および教育内容は、金属材料のそれとはかなり異なっている。このため、例えば「材料科学」に関連した名称を持つ大学の学科あるいは大学院の専攻における教育内容が、大学によって大きく異なるといった現象も見受けられる。このような異なった背景を持つ学問分野の融合を計り、新たにより普遍性を持った教育体制を確立することが、今後の材料に関わる人材育成には不可欠である。

もうひとつの問題は、優秀な人材の確保という点にある。現時点では、材料系学科は工学部あるいは関連の学部内で必ずしも学生に人気のある学科とはいえない。材料工学という分野は、工学の中では縁の下の力持ちといった役割を担って

おり、一般社会に直接アピールするような分野ではない。大学の新生の多くは、材料工学がどのような内容をもっているのかということに関してほとんど何の予備知識ももっていないのが実情である。このような状況を改善するには、材料関係の教育あるいは研究内容が社会に広く認知されるような努力が必要である。

6. 戦略と提言

上記のような分析をもとに、本報告では以下のような提言を纏めた。

(1) 国として、材料戦略および資源生産性向上のための中核的機関を設置して、大学、学協会、国公立研究機関等との幅広いネットワークを構築し、関連科学技術を省庁を超えて総合的に推進すること。

(2) 循環型社会を構築するため幅広い専門知識と広い視野、創造性、科学技術倫理観を持った人材、特に材料問題を製品のライフサイクルを通し、分野を超えて包括的に捉え、総合的判断を下せる人材の育成を推進する必要がある。このために、大学教育改革を進めるとともに教育環境を整備すること、また社会人への材料リテラシー教育を行うこと。

(3) 研究現場と政府の科学技術施策立案部局の間にチャンネルを確立することが必要である。このためのひとつの方策として、総合科学技術会議の下部組織として物質・材料系の専門委員会を設置すること。

7. おわりに

本稿では、学術会議に設けられている第17期の金属材料専門委員会が纏めた報告書「材料の21世紀への戦略——金属系材料の視点から見た提言」の内容の要点を紹介した。短い期間の間に大きな課題についての提言を纏めることになり、内容的には十分に吟味されていない点があることも認めざるを得ない。今後、各方面からのご意見、ご叱正をいただいて内容の精緻化に努めるとともに、本報告の基本方針が何らかの形で実現されるような努力を重ねていきたいと思っている。最後に本報告を広めるにあたって多大なご尽力をいただいた大中逸雄小委員長をはじめ関係の皆様へ厚くお礼申し上げる。

なお、「材料の21世紀への戦略——金属材料の視点から見た提言」報告書の入手を希望される方は、総理府日本学術会議事務局学術部学術課(〒106-8555 東京都港区六本木7-22-34)に申し込まれたい。