

化学工学研究連絡委員会報告

「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」

—社会の持続的発展と化学産業の国際競争力強化—

平成9年3月31日

日本 学 術 会 議

化学工学研究連絡委員会

この報告は、第16期日本学術会議化学工学研究連絡委員会の審議結果をとりまとめて発表するものである。

委員長 斎藤正三郎（宮城工業高等専門学校／\*東北大学工学部）  
幹事 橋本 健治（京都大学工学部）  
松本 繁（東北大学工学部）  
委員 浅野 康一（東京工業大学工学部）  
池田 明禧（三井東圧化学（株））  
乾 智行（京都大学工学部）  
遠藤 忠（東北大学工学部）  
岡上 明雄（日本エヌ・ユー・エス（株）／\*日揮（株））  
長 哲郎（東北大学名誉教授／\*東北大学薬学部）  
幸田清一郎（東京大学工学部）  
小宮山 宏（東京大学工学部）  
豊倉 賢（早稲田大学理工学部）  
架谷 昌信（名古屋大学工学部）  
野澤 庸則（東北大学工学部）  
白田 利勝（愛媛県工業技術センター／\*通商産業省工業技術院）  
宮武 修（九州大学工学部）

環境調和型化学産業の将来小委員会（○ 委員長）

委員 池田 明禧（三井東圧化学（株））  
乾 智行（京都大学工学部）  
遠藤 忠（東北大学工学部）  
太田 道昭（（社）化学工学会）  
岡上 明雄（日本エヌ・ユー・エス（株）／\*日揮（株））  
長 哲郎（東北大学名誉教授／\*東北大学薬学部）  
片岡 健（大阪府立大学名誉教授、ダイセル化学工業（株））  
幸田清一郎（東京大学工学部）  
小宮山 宏（東京大学工学部）  
佐藤 晋（ダイヤテックス（株）／\*マーテック（株））  
野澤 庸則（東北大学工学部）  
白田 利勝（愛媛県工業技術センター／\*通商産業省工業技術院）  
○橋本 健治（京都大学工学部）  
増田 優（通商産業省基礎産業局）  
松本 繁（東北大学工学部）

\*は委員発令時の所属

環境調和型化学技術体系の創成を目指して  
— 社会の持続的発展と化学産業の国際競争力強化 —  
(要旨)

第16期の化学工学研究連絡委員会では、委員会内に研連委員に加えて産・官・学の有識者からなる「環境調和型化学産業の将来小委員会」を設けて、これを中心に行わが国の化学技術の現状と問題点の分析を行い、人類社会の持続的発展と我が国の化学産業の国際競争力強化に貢献する化学技術体系を実現するために、何をなすべきかについて検討を進めてきた。その成果の一部は、平成8年2月13日付で第5部に「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」と題する中間報告書として提出した。平成8年11月8日には、それに関するシンポジウムを開催し、多分野の有識者から貴重な意見を戴き、さらにパネル討論を通して多くの参加者からも意見を戴いた。その後、主として産・官の識者を講師に招き、勉強会を重ねるとともに、調査・検討を進めてきた。本報告はそれらの成果をまとめたものである。

あらゆる物質の生産に関与する化学と化学技術は、化学産業はもとより他の多くの産業の基盤技術の一つとして、産業と社会の発展に大きく寄与してきたが、今や地球環境、安全、資源・エネルギー、食糧・健康問題などの広範囲な諸問題の解決のために一層の貢献が要請されている。

ところで、わが国の化学産業は、戦後海外からの技術導入によって石油化学工業がスタートし、高分子製品をはじめとして各種化学製品の技術開発を推進した結果、その技術基盤は強固になりつつあるが、欧米諸国と比較したとき、わが国では個々の事業規模が小さいため、革新的なプロセスの開発を推進するための基礎研究及び開発研究力が弱体であることは否めない。また、海外の化学産業の現状と研究開発体制ならびに動向を調査した結果、わが国の化学産業がきわめて厳しい国際競争に曝されていることが改めて明らかになった。

以上のような現状分析から明らかなように、わが国の化学産業の中核をなす化学技術については、環境調和・省資源・省エネルギー型でかつ国際的に強い競争力を持ち得るよう抜本的技術革新を先導していくことが緊急の課題である。それを可能にするために不可欠なのは、基礎研究と開発研究を総合した科学・技術力の向上であり、これらを積極的に支えるとともに、学問的成果を産業界で活用し化学産業の発展に活かすための技術開発体制の整備が必要である。それを強力に推進する具体的方策として「化学技術戦略推進機構」の設立を提案する。この化学技術戦略推進機構は、産業界、大学、公的研究機関ならびに関係省庁の総力を結集できる研究体制とし、国として環境調和型化学技術体系の創成に向けての研究課題の策定、研究開発体制の整備、プログラムの企画立案・遂行・評価・管理などを総合的かつ体系的に行う機能を備えるものとする。

報告書には、上記の結論に至るまでの検討の経緯と調査結果もまとめてある。

## 目 次

1. 緒 言
2. 「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会の目的と活動概要
  - 2-1. はじめに
  - 2-2. 「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会の目的
  - 2-3. 科学技術政策の動向ならびに化学産業の現状と将来動向
  - 2-4. 中間報告「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」の提出
  - 2-5. シンポジウム「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」の開催
  - 2-6. おわりに
3. 化学技術戦略推進機構の創設の提言
  - 3-1. 化学技術体系の抜本的革新の必要性
  - 3-2. わが国化学産業の技術開発における問題点
  - 3-3. 環境調和型化学技術体系の創成のための提言
4. 結 言

付録A 「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」シンポジウムの概要

付録B わが国内外における化学技術戦略

付録C 日本の化学産業と化学技術の現状と課題

付録D 化学技術戦略推進機構の役割と組織の例

## 1. 緒 言

第16期の化学工学研究連絡委員会では、研連委員に加えて産・官・学の有識者からなる「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会を設けて、わが国の化学技術の現状と問題点を分析し、人類社会の持続的発展とわが国の化学産業の国際競争力強化に貢献する化学技術体系を実現するために、何をなすべきについて検討してきた。その成果の一部は、平成8年2月13日付けで日本学術会議第5部に「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」と題する中間報告書として提出した。また、平成8年11月8日には、それに関するシンポジウムを開催し、産業界、政府機関および大学からの講師から貴重な意見をいただき、さらにパネル討論を通して多くの参加者からも意見をいただいた。それらに平行して、産・官の識者を講師に招き、勉強会を重ねるとともに、調査・検討を進めてきた。本報告書はそれらの一連の成果を纏めたものである。

さて、平成7年11月に「科学技術基本法」が制定され、わが国においてもようやく科学技術創造立国を目指すために国として何をなすべきかの具体的な政策策定が進められている。このようなとき、あらゆる生産活動の共通基盤技術の一つである化学技術に最も関係が深い化学工学研究連絡委員会の果たすべき役割は極めて大きいと考える。特に、人類社会が今後も持続的発展を続けるためには、地球環境問題を含む環境・安全、資源・エネルギー問題、食糧・健康問題などの諸問題を解決しなければならず、これらの諸問題に深い関わりをもつ化学と化学技術には大きな貢献が要請されている。

わが国では、戦後海外からの技術導入によって石油化学工業がスタートし、高分子製品をはじめとして各種化学製品の技術開発を推進した結果、その技術基盤は強固になりつつあるが、欧米諸国の化学産業と比較したとき、わが国では個々の事業規模が小さいため、革新的な化学プロセスの開発を推進するための基礎研究及び開発研究力が弱体であることは否めない。最近では、コスト競争の点で発展途上国の追い上げも厳しい状況にある。このように、わが国の化学産業が極めて厳しい国際競争に曝されている。

したがって、わが国の化学技術については、環境調和・省資源・省エネルギー型でかつ強靭な国際競争力をもつよう抜本的な技術革新を推進していくことが緊急の課題となっている。そのためには、基礎研究と開発研究を総合した科学・技術力の向上を図り、また学問的成果を産業界で活用するための技術開発体制の整備が必要である。化学工学研究連絡委員会では、それらを強力に推進する具体的方策として、「化学技術戦略推進機構」の設立を提案するに至ったのである。この化学技術戦略推進機構は、産業界、大学、公的研究機関ならびに関係省庁が総力を結集して、研究課題の策定、

研究開発体制の整備、プログラムの企画立案、遂行・評価・管理などを総合的かつ体系的に行う機能を備えるものとする。本報告書には、上記の提言の内容とそれに至るまでの検討の経緯と調査結果を纏めてある。

最後に、化学工学研究連絡委員会を支える幹事学会として多大のご支援とご協力をいただいた化学工学会に厚くお礼申し上げる。

## 2. 「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会の目的と活動概要

### 2-1. はじめに

第16期日本学術会議において化学工学研究連絡委員会（以下、化学工学研連と略称）が発足するにあたり、平成6年11月開催の化学工学研連の第1回会議において活動方針が協議され、平成7年4月開催の第2回会議で以下の二つの小委員会を設け、活動を開始した。

第1小委員会：「化学工学教育と人材育成」検討小委員会

第2小委員会：「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会

なお、化学工学研連に従来から設置されていた反応工学専門委員会は引き続き存続させ、その実質的活動は上記の第2小委員会が担当することになった。

以下に、「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会について、その設立からの活動概要について述べる。

### 2-2. 「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会の目的

化学と化学技術は、化学産業はもとより他の多くの産業の基盤技術の一つとして、産業と社会の発展に大きく寄与してきたが、今や人類社会の持続的発展のために、地球環境、資源・エネルギー、食糧・健康問題などの広範囲な諸問題の解決に向けて一層の貢献が要請されている。

しかるに、わが国の化学企業の資本規模は欧米に比べて小さく、革新的なプロセスの開発を推進するための基礎研究および開発研究力も欧米に比べて弱体であり、最近は発展途上国との追い上げも急である。このように、わが国の化学産業は厳しい国際競争に曝されている。

このような現状分析から明らかなように、環境調和・省資源・省エネルギー型でかつ国際的に強い競争力をもった化学産業の創成がわが国の課題であり、その基盤にな

る化学技術体系を早急に構築しなければならない。それに応えるために化学工学は引き続き重要な役割を担っていかなければならない。化学工学の研究者は、関連する化学、生命科学、化学技術、産業行政などの幅広い分野の専門家と協力して、化学産業の実情を的確に把握した上で将来像を展望し、技術革新に繋がる基礎研究、開発研究を戦略的観点に立って推進しなければならない。

幸い、化学工学研連には化学に関連する広い学問分野と産業技術分野で活躍しておられる委員が参画されているが、さらに充実するために化学産業の将来展望について高い見識と実務経験を有する専門家を委員に委嘱して、産官学が協力して首記の「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会を構成し、活動を開始した。

委員会発足当初の活動指針は、以下の通りであった。

- (1) 科学技術政策の動向ならびに化学産業・化学技術の現状と将来展望の把握
- (2) 「環境調和型化学産業の将来」と題するシンポジウムの開催
- (3) 環境調和型で強靭な国際競争力をもった我が国化学産業の創成のための提言

平成7年11月に「科学技術基本法」が制定され、科学技術創造立国を目指すための具体的な政策策定が進められつつある。このような動向を踏まえて、わが国と世界の化学産業の実状と将来動向を的確に把握するために、各種資料を収集・検討すると同時に各方面の専門家に講演を依頼して、わが国の化学産業の問題点を把握し、その解決に何が必要かを考える。ついで、シンポジウムを開催し産官学の有識者からの講演と、聴衆との討議を通して現状認識を深め、将来展望を進める。これらの成果に基づき、最後に環境調和型でかつ強靭な国際競争力をもった化学産業を創成するためにどのような具体的方策を探るべきかについて提言書を纏める。

以下の活動状況の報告で示すように、幸い上記の目標をほぼ達成することができた。

## 2-3. 科学技術政策の動向ならびに化学産業の現状と将来動向

### (1) 化学工学研連と化学工学会との連携

化学工学研連の幹事学会である化学工学会の理解と支援を得て、化学工学研連支援連絡会議を設けることができた。特に化学工学会の産業部門委員会の「次世代生産技術革新WG」、「研究・調査分科会」などと連携して、各種資料の収集と各機関のリーダー的な専門家の講演会を開催し、国の科学技術政策ならびに化学産業をはじめとする関連する産業の実情を把握し、討議した。その詳細は別項で述べられているが、以下にその要点を述べる。

## (2) 科学技術政策の動向

平成7年11月に「科学技術基本法」が制定され、わが国においても、ようやく科学技術創造立国を目指すために、国として何をなすべきかについて具体的な政策策定が開始された。その具体的な肉付けは今後の課題であり、日本学術会議に対しても具体的な政策提言が求められており、化学工学研連もそれに貢献しようとしている。本報告書は具体的な提言を含む貢献の一つであると考えている。

第16期日本学術会議発足にあたり、伊藤正男 日本学術会議会長は、「日本学術会議の課題—高度研究体制を目指して」と題する論文において、科学技術と社会の関わりを緊密にするために、基礎研究と応用研究の中間に「戦略的研究」をおき、そこに研究投資を重点的に行い、産官学が協力して研究成果をあげ、わが国の経済的発展と社会に安全で健全な発展に寄与することの重要性を述べている。

内田盛也 日本学術会議第5部長も、現在は世界的規模における大競争時代にあり、産業競争力の強化のための戦略的研究を推進する科学技術政策の必要性と、その一方で、原子・分子レベルの科学技術の成果を効率的に商品開発に結びつける工学と、それを駆使して最終成果を生み出せるエンジニアおよび企業経営指導者が必要であると述べている。

本委員会の委員でもある通産省の増田優 課長は、通産省では、わが国産業の将来についての厳しい認識に基づいて、研究開発活動を知的資産とみなし、その抜本的整備のために政府研究開発投資の拡充、戦略的分野への重点投資、研究開発インフラの重点整備、研究開発を巡る制度・仕組みの改革など、一連の政策の実行に積極的取り組みが始まっていることを述べた。

このように、科学技術を世界的規模の大競争時代に打ち勝つのに必要な知的社會資産と位置づけ、戦略的研究を推進して科学技術創造立国を目指す動きが、ようやく本格的に始動したと考えることができよう。

## (3) 化学産業・化学技術の現状と将来動向

新化学発展協会が平成7年に発表した「化学産業を巡る技術開発動向などの調査報告書」では、次のように述べている。

日本の化学企業の規模は小さく、国内市場依存型である。研究開発費の絶対額は欧米企業の1/3~1/4と少なく、そのうえ研究開発の分散、脆弱化が起こっている。それに対して、欧米の化学産業は、技術的に優位な事業でのトップシェアを目指す戦略的な事業再編を進め、アジア市場での国際競争力の強化を図り、また、高収益で研究開

発上で共通性が高い分野に事業を特化している。

このような状況に対応して、わが国の化学産業は、今後、「高付加価値化」と「グローバル化」を目指し、長期的観点からの人材育成、「化学物質安全評価センター」、「化学情報センター」などの研究インフラの充実を図る必要があることを述べている。

一方、日本化学工業協会では、平成6年に発表した「化学産業に於ける技術開発のあり方に関する提言」および記念シンポジウム「化学産業再生への提案」要旨集において、次のように述べている。

まず、日本の化学産業が直面している課題として、国際競争力の低下、急速に進行するボーダーレス化への対応の遅れ、横並び的発想の行き詰まりなどをあげ、そのうえ厳しさを増す環境問題と、その解決のための世界的観点からの貢献の要請といった状況下にあることを指摘している。研究開発については、依然として横並び、後追いプロジェクトが多く、市場ニーズの変化に付いていけない効率の悪い研究開発が行われている。

化学産業は、素材産業として引き続き社会に貢献すべきであるが、地球環境問題、資源・エネルギーの有限性に対応する認識、社会が「物に依存した満足感」から「精神的な満足感」を求める方向、すなわち、“持続可能な発展の実現”に向かって今後の化学工業の技術開発を推進すべきと述べ、以下の3つの提言を行っている。①コア技術への特化：“市場から認められたコア技術への特化”，②新しい価値の創成：“新しい物差しによる新しい価値の創成”，③研究者の育成：“自分で触れて、自分で考える研究者の育成”。

われわれは、上記の他にも多くの資料と講演を参考にした。それらの一覧と内容の要約は、本報告書の付録B「わが国内外における化学技術戦略」に纏められている。これらの参考資料に基づき、わが国の化学産業と化学技術の問題点の分析を行い、現状をどのように克服すべきかについて検討し、次に述べる中間報告書をまとめた。

#### 2-4. 中間報告「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」の提出

前節2-3.での化学産業と化学技術の現状分析と将来展望の結果、今後のわが国の化学産業は環境調和・省資源・省エネルギー型で、しかも強靭な国際競争力をもつたものでなくてはならないこと、それを実現するには、個々の企業を超えて、産官学が国家的立場に立ち協力して、戦略的な観点に立った具体策を推進すべきであるとの認識に達し、「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」と題する中間報告書を、平成8年2月13日付で日本学術会議第5部に提出した。この中間報告書の内容にさら

に検討を加えた結果が、本報告書の次章である。

## 2-5. シンポジウム「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」の開催

平成8年11月8日（金）に日本学術会議大講堂で化学工学研連主催で上記シンポジウムを開催した。その目的は、2-4.で述べた中間報告書の内容を更に深化させるために、各界の有識者に講演をお願いし、その後パネルディスカッションを行った。講師の氏名と講演題目を以下に記す。シンポジウムには、化学工学研連委員ならびに一般参加者220名以上の参加者があった。各講演の要旨ならびに中間報告「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」を収録した約70ページの冊子を当日参加者に配布した。参加者にアンケートをお願いしたが、講演内容、パネルディスカッションとともに高く評価された。シンポジウムの概要については、付録Aを参照されたい。

### シンポジウムプログラム

開会挨拶： 日本国際会議 化学工学研究連絡委員会 委員長 斎藤 正三郎

講演（1）「技術革新のダイナミズムと21世紀への産業展開」

流通科学大学教授 弘岡 正明

講演（2）「21世紀に向けての化学産業 - 環境調和と経営理念 -」

旭化成工業(株)代表取締役会長 弓倉 礼一

講演（3）「化学分野における技術戦略 - 大競争時代を切り開く競争力の実現と社会の持続可能な発展の実現を目指して -」

通商産業省基礎産業局化学製品課課長 増田 優

講演（4）「歴史的転換期に対応する科学技術体系への変革」

日本学術会議第5部長 内田 盛也

講演（5）「パラダイムの変換と化学企業の経営」

三菱化学（株）代表取締役会長 古川 昌彦

パネルディスカッション 「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」

パネリスト： 講師， 司会： 橋本 健治， 片岡 健

総括報告： 化学工学研究連絡委員会 第2小委員会 委員長 橋本 健治

## 2-6. おわりに

以上、「環境調和型化学産業の将来」検討小委員会の活動について述べてきた。そ

の中で、「化学技術戦略推進機構」の設置の提案が報告書の中核である。今後、具体的な組織、その運営法について検討し、早期の実現を目指したい。

### 3. 化学技術戦略推進機構の創設の提言

#### 3-1. 化学技術体系の抜本的革新の必要性

人類が持続的発展を続けるために、科学技術の果たすべき役割が極めて大きいことは今更いうまでもない。中でも、あらゆる物質の生産に関する化学と化学技術は、化学産業の中核をなすとともに、機械、電気・電子、鉄鋼、食品、医薬品などの多くの産業に密接に関連する基盤技術の一つとして、これらの産業の発展に大きく寄与してきたが、今や地球環境、安全、資源・エネルギー、食糧・健康問題などの広範囲な諸問題の解決のために大きな貢献が要請されている。そのためには、従来とは全く異なる視点に立って化学技術を抜本的に見直し、全く新しい技術体系を創成することが必要である。

化学技術は、これまで化学産業と他の産業の重要な基盤技術として貢献してきたが、これからは個々の産業の枠内でなく、広く環境調和型の技術としてのパラダイムの変換が必要である。すなわち、システムの境界を化学工業から地球規模にまで拡大するとともに、原料・エネルギー源の調達から製品の廃棄に至るまでのライフサイクル全体にわたって考え、省資源、省エネルギー、環境適合性、安全性などの観点から、トータルシステムとして評価し、最適な物質生産プロセスを新たに構築することが必要である。このような化学技術体系の抜本的革新は、化学産業の持続的発展を先導するのみならず、資源・エネルギー、環境・安全問題などの解決につながるものであり、人類共通の大きな課題である。現在、世界第2位の経済力と第2位の化学産業を有する技術先進立国としてのわが国の責任は重く、国を挙げての貢献が国際的にも強く望まれている。

わが国の化学産業は、戦後海外から基本技術を導入し、改良を加えることにより欧米諸国に追いつき、ようやく製造技術の一部では欧米と比肩するか、或いは凌駕するまでになり、総額では生産額、研究投資額ともに米国に次いで世界第2位を占めるまでになった。しかしながら、欧米レベルへのキャッチアップを目的とした技術導入に強く依存してきたため、化学工業の根幹に迫るような抜本的な技術革新を生み出した経験は少なく、その技術基盤は必ずしも強固なものとは言えない。また、化学企業の資本規模も欧米に比べて小さいため、革新的なプロセスの開発を推進するための基礎研究及び開発研究力は欧米に比べて劣勢である。最近では、最新技術の導入と低コス

ト生産により発展途上国の追い上げも厳しい状況にあり、わが国の化学産業はますます厳しい国際競争に曝されている。

一方、欧米では、各企業が事業再編によって得意分野に資本力を集中し、特に基礎化学製品（コモディティケミカルズ）及びファインケミカルズ分野での集中的独占の動きを見せつつ、さらに省エネルギー・環境調和型を目標とし、コスト面でも競争力のある革新的なプロセスの開発が急速に進みつつある。このような状況に加えて、例えば、米国商務省は、民間化学企業の研究開発プロジェクトに対して、先端技術開発プログラム（A T P）や製造技術促進プログラム（M E P）によって助成金を交付し、企業の研究開発を積極的に支援している。また、ドイツでは、技術革新に関して産官学が協力して政策目標を設定し、プロダクション2000という助成プロジェクト制度を設けて製造業の生産システム関連技術の研究開発に助成している。このように欧米では、官民が協力して化学技術の革新に注力し、自国化学産業の国際競争力の強化を進めている（詳細については、付録C「日本の化学産業と化学技術の現状と課題」参照）。

以上のような現状から、わが国の化学産業の中核をなす化学技術については、環境調和・省資源・省エネルギー型でかつ国際的に強い競争力を持ち得るよう抜本的技術革新を先導していくことが緊急の課題となっている。それを可能にするために不可欠なのは、基礎研究と開発研究を総合した科学・技術力の向上であり、これらを積極的に支えるとともに、学問的成果を化学産業に活かすための技術開発体制の整備が必要である。

### 3-2. わが国化学産業の技術開発における問題点

翻って、わが国の大大学における基礎研究、民間企業における研究開発・製造技術の現状を見るととき、多くの問題点がある。

先ず、大学では、狭い研究室、貧弱な研究設備、乏しい研究費、定員削減による助手及び技官定員の減少など劣悪な研究環境のもとで、基礎研究という名のもとで研究が続けられてきたが、抜本的技術革新を先導し、産業界の国際競争力の強化に資するものとは必ずしも言えなかったのが現状である。また、教育面では、大学院重点化や大学設置基準の大綱化により学科の再編・統合が全国的に進み、化学工学科の名称が全国の大学から消えつつある。このような動きは、学部教育において、化学工学のような工学教育よりも純粹化学を中心とする基礎教育をより重視する傾向を招き、その結果、目的意識の希薄な学生が増加し、ひいてはプロセス開発のような総合的工学センスを必要とする人材の育成の弱体化につながることが懸念される。また、革新プロ

セス開発に決定的な役割を果たす実用触媒の開発研究などの例に見られるような戦略的、抜本的、計画的な研究推進体制がないのが現状である。

一方、民間では、わが国の研究開発費総額約13兆円の内、約80%を支出して開発研究が行われているが、研究開発力を欧米と比較すると、化学産業では欧米優位といわざるを得ない。日本の化学技術は、欧米からの技術導入を基盤とした体質から未だに脱しきれず、改良型の傾向が強く、独創的な技術は少ない。更に、日本の化学産業は、欧米に比べて企業規模も小さく、収益性が低いこともあって、短期的に効果の期待される「用途開発技術」の研究に重点が置かれ、長期的かつ戦略的な「プロセス開発研究」については不十分である（付録C参照）。

以上述べてきたような状況と課題は、わが国の化学技術だけの問題ではなく、広く科学技術全般の問題である。わが国は、科学技術を振興して、国際競争力を持った産業を育成し、かつ新産業を創成することによって経済的発展をなし、国民の生活を真に豊かにし、ひいては人類社会の持続的発展に貢献しなければならない。そのような認識のもとに、平成7年11月に「科学技術基本法」が制定され、いま具体的な政策策定が進められようとしている。また、それと並行して、日本学術会議伊藤正男会長は、わが国の大学における基礎研究と企業における応用研究の乖離を解消するために、両者の中間に戦略研究の概念を導入して空白を埋め、科学技術が産業の発展と社会の安全と健全な発展に貢献する必要があることを提唱した。このような動向は、欧米と比べて時期的にかなり遅れはしたが、わが国としては画期的な進展であり、今後それらの精神を活かして具体的な計画を作成し、実現していかなければならない。

### 3-3. 環境調和型化学技術体系の創成のための提言

化学技術体系の抜本的革新を進めるためには、先ず、化学産業とその中核となる化学技術の特殊性に着目して考えることが必要である。化学と化学技術の最大の特徴は、その多様性と複雑性にある。現在、化学産業の扱う製品の種類は、数万から数十万にも上るとも言われている。このことは、化学産業が多様な広がりをもった産業であることを如実に示している。製品が多様なだけでなく、用いる原料も多岐にわたり、その製造プロセスも多種多様である。更に、原料或いは製品が変われば、それを製造するプロセスも大きく変化する。これは、化学技術そのものが極めて複雑で、多様な要素技術を含むことを意味しており、このことが、化学分野における研究開発及び技術革新を一層難しいものとしている。

また、近年、化学産業は、他の先端的な産業との関係が従来にもまして深くなつて

おり、したがって、これから学問としての化学と化学工学は、単に化学産業を対象とするだけでなく、半導体産業などの電子産業や医薬品などの広く物質生産に関する産業にも対応できるよう脱皮する必要がある。

このような化学と化学技術の多様性を踏まえて、化学技術体系の抜本的革新を推進するためのシステムの構築が必要である。すなわち、人類の持続的発展につながる環境調和型でかつ国際的にも評価されるような新しい化学技術体系の創成を推進する具体的方策として、以下のような提案を行いたい。

#### (1) 化学技術体系の抜本的技術革新を推進する機構の設立

上述したように、化学技術は非常に広範囲にわたるため、新規な化学プロセスを開発し、工業化するためには、多大な人員と時間及び膨大な費用を必要とする。一つ一つのテーマの例をとってみても、テーマの規模にもよるが、収益事業となるまで研究・開発に10年、工業化・生産に10年、計20年はかかるといわれ、この間の要員や資金の確保は容易ではない。これに耐え得る体力（人・技術・資金のストック）が求められる。しかし、今求められている革新的プロセスの開発を遂行するためには、要員・時間・費用の面で、もはや個々の化学企業で負担できる範囲をはるかに超えている。また、技術基盤の点でもわが国の化学企業は貧弱であり、わが国の企業の現状・体制の延長線上では、欧米に対抗して革新的な化学技術の開発を期待することは極めて難しい状況にある。したがって、環境調和・省資源・省エネルギー型の化学技術の創成を目指した抜本的技術革新への取り組みは、一産業の問題ではなく、国を挙げて取り組むべき課題であると考える。

したがって、科学技術基本法の趣旨・目的に沿って、国及び行政をはじめ、産業界、大学・国立研究所などの関係各界の総力が結集できる研究体制の確立とその維持が強く望まれる。そのための具体的方策として、国として環境調和型化学技術体系の創成に向けての立案と推進のための組織を作り、研究課題の策定、研究開発体制の整備、プログラムの企画立案・遂行・評価・管理などを総合的かつ体系的に行う「化学技術戦略推進機構」の設立を期待したい。

#### (2) 化学技術戦略推進機構の役割と課題の例

わが国としてなすべき技術戦略については、上記の推進機構を中心となって討議し、設定すべき問題であるが、化学技術は非常に広範囲にわたり、その基盤となる技術も多様性に富むので、研究課題の策定や研究開発体制のあり方等についても、この点を十分考慮した上で定める必要がある。そのような観点から、わが国の化学技術体系の革新に向けての課題を例示すると、以下のようなものがあろう。

### (i) 共通基盤技術の研究の推進

化学技術は、物質変換とエネルギー変換の利用によって有用な製品を製造する技術であり、広範囲の産業分野の基礎技術になっている。化学産業の各分野では、化学反応を利用して製品を生産する独自の化学技術が発達してきたが、いずれの化学産業分野においても必要とされ、共通に活用できる基盤技術が存在する。共通基盤技術とは、新しい学問の発展と基礎的研究から得られた科学的知見の中から、抜本的な技術革新に結びつく可能性のあるコンセプトを基礎にした横断的かつ共通的な技術である。

この共通基盤技術の上に各産業独自の技術が発達してきた。化学工学という学問体系はその共通基盤技術の確立を目指して発展してきた。いまや分子レベルの現象から地球規模の問題までを対象にする総合的な工学に成長し、環境、エネルギー、バイオテクノロジー、新素材などの学際的、先端的な領域でも重要な役割を果たしている。その流れを一層発展させるために、目的意識を鮮明にした戦略的な取り組みが必要である。そのような共通基盤技術の創成に必要と考えられる化学分野における戦略的基盤研究課題を以下にあげる。

#### ① 化学反応触媒の開発の方法論の整備と実践

化学反応を迅速かつ選択性的に進行させるには触媒の存在が不可欠である。従来、触媒の探索と調製は経験的に行われてきたが、近年の表面科学や分子化学的設計手法の発展によって分子レベルでの科学的知見が蓄積されており、それらを活用した工業触媒の設計と調製法の方法論の整備と実践が必要である。具体的には以下の観点からの研究が必要であろう。

- a) 分子論的観点からの活性・選択性の制御、固体触媒の劣化原因の究明とその防止対策、触媒設計のためのコンピュータケミストリーの活用
- b) 触媒物質の結晶構造、ミクロ細孔構造、固体酸・塩基性などの活性発現因子を分子レベルで精密に制御できる触媒調製技術の確立
- c) ゼオライト結晶内のナノ細孔空間などの特殊反応場を利用した高選択性触媒作用の発現

#### ② 分離技術の高度化と反応プロセスとの一体化をはかる反応分離技術

- a) 反応分離技術の概念の明確化と体系化
- b) 分子レベルで反応と分離の両機能をもつ機能性材料の開発と化学装置の開発
- c) 均一系触媒を固相に緩やかに結合する固相化による触媒活性の向上と分離工程の簡略化

#### ③ 超臨界流体応用技術

- a) 超臨界流体を用いる分離技術の開発
- b) 超臨界流体を用いる特殊反応場の活用
- c) 超臨界流体を用いる固形廃棄物処理

④ 新規材料の製造技術の開発

耐高温材料、極限環境用材料、電子材料、光学材料（光ファイバー、接続コネクター）などの合理的な製造技術の開発

⑤ 光エネルギー応用技術

- a) 新エネルギー創成：光エネルギーによる水素発生、電気化学エネルギーへの変換
- b) 石油代替原料の創成： $\text{CO}_2$  固定光合成反応機構の解明と利用
- c) 光反応触媒、光電子素子の開発

⑥ 分子レベルでの設計技術

- a) ナノスケールでの微構造制御技術
- b) 精密重合反応技術

⑦ 化学プロセスの開発・設計・運転技術のシステム的高度化の推進コンピーターの活用による開発、設計の能率化と安全で最適な運転を実現する工学手法の充実と活用

これらの各プログラムに関する研究を集中的に進める体制が不可欠であり、例えば、プログラムごとに大学或いは国立研究所等の中から拠点となる機関を構築し、それを核としつつ学・官・産の総力を結集して、世界のCOEとしてこれらの分野を先導する研究を進める体制が望ましいものと考える。

(ii) 戰略的基盤技術の研究の推進

共通基盤技術を基に、環境調和型の化学産業を創成するための新しい化学技術体系を構築するため、以下のようなプログラムが考えられる。

① 新原料創製技術（未来型化学産業の原料開発）

化学産業の原料を石油依存から再生可能な資源（生物資源も含む）、リサイクル資源に転換し、現在生産されている化学物質・材料をつくるための技術開発。

② 新生産技術

現在使われている原料から、現在作られている化学物質・材料を生産する場合に、その生産プロセスを大幅に簡略化することにより、環境・安全及び資源・エネルギー面において格段に向上をもたらすと共に、大幅に生産の合理化を可能にする新しい生産技術の開発。現在実施されている次世代化学プロセス技術開発推進（シンプルケミストリー）プログラムもこの一部として考えられる。特に、わが国の既存基礎化学品

の生産は、今後原料産出国での生産にシフトされつつあるが、収益性を向上させ競争力を維持するためには、欧米との競争に打ち勝つ革新的な生産技術を開発することが必要である。

### ③ 新化学物質・材料創製技術

現在使われている原料から、その特性、または環境適合性及び安全性の面において、格段に優れた新化学物質・材料を作る新しい技術の開発。例えば、金属材料に替わる軽量で省エネルギー効果のある高分子材料を開発し、電気自動車、電子機器に活用することなどを目的とする。

### ④ 未来型化学産業の製品開発

新たな学問の展開を踏まえて芽生えてくる技術シーズを捉えて、新原料から新化学物質・材料を作る新しい技術開発。例えば、人間の生活を快適にして安全な製品、リサイクルが容易な製品、廃棄しても環境負荷を増やさない化学製品の開発など。

これら4つのプログラムは、推進機構が企画立案し、国として推進することが望まれる。その際、上記のプログラムを実施するためには、長期的な推進計画を立て産・学・官が有機的に連携して実施できる体制を構築すべきである。

#### (iii) 個別技術分野の技術革新への支援

上記のような技術革新と並行して、さらに、種々の技術分野の革新も必要である。例えば、合成樹脂、化成品、医薬品などの個別化学産業に固有の分野における技術革新も極めて重要であり、わが国の化学産業の国際競争力の強化に向けて、国としても何らかの支援が必要である。しかし、これらの個別技術分野については、研究開発の主体は各企業にあるので、国としての支援は財政的な援助に止めるのが適当であろう。

#### (iv) 基礎研究の充実と創造性豊かな人材の育成

学問としての化学及び化学工学の一層の充実と発展は、化学技術体系の最も中核となるものであり、これは大学や国立研究所等が中心となって進めるべき分野である。これに対しては、大学の研究環境（スペースをも含めた）の整備・充実が必要であろう。また、研究テーマに応じて十分な研究費を提供するなどして、探索的基礎研究を充実することが必要である。研究テーマの採択や研究費の配分などについては、関係各省がそれぞれ独自の計画で進めるだけではなく、国全体としての長期的な計画に基づいて効率よく実施する持続的な助成システムが必要である。このシステムも推進機構の機能として備えることが望ましい。

また、今後とも技術立国としてのわが国を支える人材の育成は、長期的に極めて重要なので、この点についても十分な配慮が必要である。例えば、大学教育における化学分野についていえば、純粹化学、応用化学、化学工学、生物工学など、分野ご

との適正な学生定員を産業界の需要をも勘案して計画的に定め、教育行政に反映させることが必要であろう。

#### (v) 技術基盤（テクノインフラ）の整備

共通基盤技術や戦略的基盤技術の研究などを推進し、抜本的技術革新を進展させて、そして最終的には技術革新の成果を社会や他産業に展開していくためには、基礎研究の充実と創造性豊かな人材の育成に加えて、技術基盤の整備が不可欠である。化学物質や材料の特性の試験・評価技術、分離精製・分析同定技術、標準化の充実や標準物質の整備、更に各種データなどの蓄積・体系化等は基本的な技術基盤である。

また、多様化する化学物質の研究開発や製品開発においては、化学物質の人体や環境への影響についての十分なる知識が必要であるため、総合的な安全管理システムの構築が国際的にも叫ばれている。このような化学物質の総合安全管理システムの要素技術である試験・評価技術の開発や、標準化及び安全性情報の集積や体系化等の化学物質安全管理基盤も、基本的な技術基盤と言うべきものである。これらの技術基盤については、国として体系的に整備する必要があり、学会及び国立研究所などの積極的活用が望まれる。

以上、推進機構として採り上げるべき課題の具体例をいくつか示したが、これらの課題や推進方法の策定は、推進機構の最も重要な機能である。本機構が、真に効果的なものとして機能するためには、推進機構のあり方や役割について、产学研の密接な連携のもとに、十分に検討すべきである。そのような観点から、本報告書では、推進機構の具体的な機能と役割並びに組織について提案することは控え、本機構の役割と組織の例を、付録D「化学技術戦略推進機構の役割と組織の例」として示すに止める。

## 4. 結 言

21世紀を目前に控え、地球環境・エネルギー問題など人類共通の大きな課題の解決に向けて化学と化学技術の果たすべき役割は極めて大きく、新しい化学技術体系の構築が求められている。すなわち、安全かつ地球環境調和・省資源・省エネルギー型の化学産業の創成が世界的な課題であり、また、国際的に強靭な日本の化学産業の創成のために国を挙げて取り組むことが必要である。まさにパラダイムの転換期にあり、わが国の技術立国としての持続的発展はもとより、人類の持続的発展のためにも、國中の英知を結集して問題の解決に当たらなければならない。そのための一つの方策として、「化学技術戦略推進機構」の設置を提案した。今後はその実現のために多大の

努力が必要である。幸い、この提案は日本化学会、高分子学会、化学工学会の賛同を得ることができ、「化学校術戦略推進機構」について検討が進められ、その組織と運営についての具体的姿が明らかになりつつある。平成9年3月には、上記3学会が、他の化学関連28学協会に対しても趣旨説明を行い、協力を呼びかけるなど、設立に向けて積極的に準備を進めている。今後は、産業界並びに関係省庁の協力も得て早期の実現を期待するものである。

### [付記]

本報告を作成するに当たっては、化学工学会はじめ多くの方々のご協力を得た。ここに、感謝する次第である。

## 付 屬 資 料