

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

1. 日 時 平成8年11月8日（金）10：00～17：00

2. 場 所 日本学術会議講堂

3. 出席者および状況

シンポジウムには斎藤委員長、研連委員他200名を超える参加者があり、質問も多数よせられ活発なシンポジウムであった。

4. 斎藤委員長の開会の挨拶

本シンポジウム開催の趣旨について、おおよそ以下のような説明があった。

現在はまさに科学技術政策の歴史的転換期にある。平成7年11月に科学技術基本法が制定され技術立国日本を達成するために、国として何をなすべきか具体案の策定がなされようとしている。化学はあらゆる生産に関与する科学技術の一つであることから、化学工学研究連絡委員会は学術会議第5部に「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」という提言を行った。

今化学技術体系の抜本的革新が必要とされる理由としては、①化学技術はあらゆる生産に関与する基盤技術の一つであること、化学技術には地球環境、資源、エネルギー問題への解決への貢献が要求されていること、そして世界第二位の経済力と技術大国日本の国際的責任でもあることから、これまでの化学技術体系を環境調和、省資源、省エネルギー型化学技術への大転換を図り、最適な物質生産プロセスの構築が必要なこと、②化学産業の技術開発には産、学、官に亘って問題点があること、③化学技術の特徴が多様性と複雑性を持ち、幅が広く、常に基盤技術とともに革新プロセスが要求されるが、この開発には多大な時間と費用がかかることから、一民間企業の範囲を越えることなどがある。

これらを踏まえ、環境調和型化学技術体系の創成のための提言として、①化学技術の特殊性を考慮した推進体制が必要であること、②産、官、学が協力でき、総力の結集できる研究推進体制が必要であり、③研究課題の策定、研究体制の整備、プログラムの企画立案、推進、評価、管理を総合的に行い得る化学技術戦略推進機構の設立が重要であるとの提言を行った。この提言をより良いものとし、実効あるものとするために提言と同じタイトルのシンポジウムを開催して、斯界の権威をお招きして御講演願い、ご意見を拝聴して、それを基に討論を行いたい。

5. 各講演の要旨

【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 氏

(1) 地球的諸問題と21世紀のシナリオ： 1972年のローマクラブの警告「成長の限界」の後24年の間、抜本的具体策が実行に移されなかった。これは発展途上国の人囗増加と先進国の経済成長のための拡大再生産に原因があった。1992年 D. H. Meadows らは著書「限界を超えて」の中で、今から対策に取り組めばまだ間に合うと述べている。

(2) 環境問題の顕在化と持続可能経済： 地球の汚染防止策をとり、リサイクルを徹底的に進め、資源の減少をくい止める必要がある。しかし、環境対策は負の付加価値を生み出し、経済の足を引っ張ることに注意する必要がある。

(3) 地球的諸問題の解決とエコケミストリー： 地球環境、持続可能な経済発展の諸問題に化学の立場からもっと科学的に積極的に解析してしかるべきであるが、実際にはなされていない。

(4) エネルギー開発の諸問題と技術予測： 石油がなくなる遙か前までに代替エネルギー、特に再生可能エネルギーが充分供給できる体制になることが重要である。どのようなプロセスが実現出来るか早急に絞り込んで開発を進めること、この際、重要などうしても突破しなければならないことは再生可能なエネルギー生産方法がその原料調達を含めた全工程で消費した以上のエネルギーを生産できること、そしてそのプロセスが環境負荷のないクリーンなものであることである。目処はまだ立っていないが、半導体による水の電気分解、ニューサンシャイン計画、ケミカルヒートポンプなどは有望であろう。

(5) 技術革新のダイナミズムと経済発展： 一つの技術革新は基本発明を契機として20～30年の技術発展期と、それに続く20～30年の製品普及と市場形成期というロジスティック曲線に乗っている。

(6) 21世紀の産業展開と基盤技術： 次世代エレクトロニクス、バイオテクノロジー、ナノマシンなどの原子・分子レベルで精密に制御された新素材の産業展開は、2000年頃から始まり2030年にピークを迎えるであろう。

(7) 環境調和型化学技術体系の構築： 従来のオープン経済から枠組みを抜本的に組み替えた新しい社会経済の体制への転換を図り、再生可能なエネルギーをいかに間に合わせるかが問題である。問題の重要度の判断を行い、実現の可能性の大小を加味して科学的に優先順位をつけることも大切である。石油に代わる大量に入手できる化学原料を得ることは容易にできないので、生体に学ぶメカニズムの解析を通して自然

循環系と同様な循環システムを組める汎用化学原料と化学製品を開発する製造プロセスの再構築が重要である。

【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）代表取締役社長 弓倉 札一 氏

（1）はじめに： 21世紀を4年後に迎えるに当たって、人々の価値観が多様化するとともに、様々な問題が一斉に吹き出し、先例のモデルのない未知の時代に突入した。常々考えていることの一つは環境問題であり、もう一つは経営理念としての創造的自己否定である。

（2）環境問題： 環境問題にとって重要な点は、第一に出来る努力を一日も早くやることであり、第二に技術革新により省エネルギーと環境に優しいプロセスの開発に挑戦し、これを実現していくことである。今出来る努力の取り組みについては、第一に産業廃棄物の削減努力と、第二に炭酸ガスの排出削減努力、第三は環境になじまない研究を認めないことである。

（3）長期的な持続可能な展開のための技術体系： 長期的な持続可能な展開のための革新技術のポイントは、①新触媒、②新プロセス、③新材料である。

（4）代替エネルギー： 燃料電池、太陽電池などの分散型の発電方式は膨大な送電設備などのシステムが不要のためそのようなインフラ設備のない場所に適した技術であろう。

（5）ポリマーリサイクル： プラスチック処理促進協会では、廃プラスチックの液化に関して今まで開発してきた要素技術をもとに、1997年には商業運転レベルのプラントを建設し、実証運転をする計画である。

（6）創造的自己否定： 21世紀に向けての経営理念として、WIN “G” 21という10年の中長期計画を作成し、企業理念と10年後の計数の目標を立てた。すなわち、今までと同じ路線で同じ努力を重ねるだけでは、るべき21世紀の姿に到達する事は出来ない。これまでの武器がこれから発展の阻害要因となることもある。21世紀に向けて環境問題はじめ、各種経営課題について、従来と異なる新しいパラダイムを作り上げることが持続的発展のために必須であり、このために創造的自己否定が必要と考えている。

【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長 増田 優 氏

（1）はじめに－時代の大転換： 世界が転換期を迎える中で、「化学」、すなわち

化学技術体系と化学産業も大転換期を迎えており、「化学」に対する社会的要請が強まり、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のために、「化学」の技術革新に寄せる期待は高い。時間は切迫しているし、人的にも資金的にも資源は限られている。化学技術と化学産業の特徴を踏まえた戦略的アプローチ、すなわち化学技術戦略が求められる所以がある。これから21世紀に向けて、企業においても国においても、化学技術戦略を先導して時代の大転換への対応に成功したものが、大競争時代に社会に受け入れられつつ発展することになる。

(2) 大競争時代—国際的なルールの統一と技術革新： 1995年世界貿易機構(WTO)が発足し、貿易紛争処理のための国際ルールが統一された。これ以外にも国際標準化機構(ISO)の活動に見られるように、競争の前提となる国際ルールの策定が幾多の国際機関の間で進められ、競争の前提としての標準化がどんどん進んできている。

(3) 持続可能な発展—化学物質の総合安全管理と技術革新： OECDをはじめとする国際機関の活動はアジェンダ21第19章に集大成された。即ち第19章は化学物質の総合安全目標を定めたいわば化学物質の総合安全管理の分野における国際統一ルールの策定である。

(4) 化学産業の特徴—個別性ある技術指向産業の多様な競争力： 化学産業の大きな特徴は、非常に技術オリエンティド（指向）な産業であることである。化学産業のもう一つの特徴は、多様性・個別性と多段階性を持っていることである。化学産業の特徴は化学技術体系の特徴とその発展の歴史に負うところが大きい。

(5) 化学技術の特徴—抜本的技術革新の歴史と多様な化学技術体系： 化学技術の特徴を一言でいうと、抜本的技術革新の積み上げの歴史によって拡大・発展してきたことである。今後21世紀に向けて最も注目される学問領域・科学領域は生物科学や原子・分子レベルでの物質理解の進展であろう。そうした中で化学は中心的な役割を果たし、生物化学や分子化学など多くの分野で変革が進んでいる。化学技術の第二の特徴は、原料ソースと密接な関係を有すると同時に廃棄物を原料化（資源化）してきた歴史である。化学技術の第三の特徴は、生産技術（プロセス技術）の重要性である。化学技術の第四の特徴は抜本的技術革新とともに進化してきた基盤技術体系の上にそれぞれの個別の技術分野が存在し、個別の技術体系が存在することである。国際競争力の確保には、この両者の存在が不可欠である。すなわち個別分野の技術体系（コア技術）の技術革新と基盤技術体系の抜本的技術革新は共鳴しつつ発展し、競争力をもたらしているのである。

(6) 抜本的技術革新への期待—科学技術基本法の成立と化学技術戦略： 1995年の科学技術基本法の成立により転機を迎えており、従来の科学技術自体の振興とともに産業競争力の強化という目的が前面にでてきた。科学技術基本法の成立にともなって

の提言には化学工学会と日本学術会議の化学工学研連の化学技術戦略推進機構の設立の提言がある。

(7) 新しい化学技術戦略の土台—化学的知見の集積と知的基盤整備： 評価技術体系とその前提となる知的基盤・技術基盤（テクノ・インフラ）の集積は企業経営にとっても重要な意味をもつ。

(8) 新しい科学技術戦略への具体的提言—戦略的領域とプログラム方式： 試案としての具体的領域としては、①新たな抜本的技術革新の基本となる共通基盤技術領域（フューチャー・ケミストリー・プログラム）に加えて、②戦略的基盤技術としての新生産技術（シンプル・ケミストリー・プログラム）、③新原料（ニュー・リソース・プログラム）、④新化学物質・材料（アドバンスド・ケミカルズ・プログラム）、そして⑤環境・安全分野の重要性を強く意識した領域（セーフティー・ケミストリー・プログラム）である。さらに、これらを実現させるための支えとして、⑥知的基盤・技術基盤（テクノ・インフラ・プログラム）が最も重要な領域である。そして、この内容は日本学術会議化学工学研究連絡委員会による「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」という提言に示された内容と軌を一にするものである。

(9) 専門家と専門家集団への期待： 世界が転換期を迎える中で、「化学」すなわち化学技術体系と化学産業も大転換期を迎えており、「化学」に対する社会的要請が強まり、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のために「化学」の技術革新に寄せる期待は高い。大競争時代—国際的なルールが統一された今日一個人、会社、企業、民族、国が勝つためには技術革新が必要であり、本当の実力が問われている。目指しているのは大競争時代を切り開く技術革新であり、時間は切迫しているし、人的にも資金的にも資源は限られているので、進めていく上で戦略的でなければならない。化学技術と化学産業の特徴を踏まえた戦略的アプローチ、すなわち化学技術戦略が求められる所以がここにある。そして、戦略を作るのは役人ではなく専門家と専門家集団としての学会である。

【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 氏

(1) 我が国経済の再建—新産業創出と国際競争力の強化： 平成8年1月22日橋本首相は施政方針演説において、「強靭な日本経済の再建」のため、21世紀までの5年間を3段階に分け、①本格的な景気回復の実現、②抜本的な経済構造改革、③自由で創造的な経済社会の発展基盤整備を挙げた。それより前の平成7年11月「科学技術基本法」が成立した。基本法は憲法と個別法との間にあって憲法の理念・理想を時代の変化に即した形で個別法に反映させ、新たな方向付けを行うものである。科学

技術会議は、今後10年を目標とした科学技術基本計画の当面の5年計画の第1段階を平成8年6月に策定して、7月に閣議決定した。国民に未来への希望を与える国家戦略として、科学技術予算を早期に倍増して、GNP比約1%を投入しようとするものである。国家繁栄の命運のかかった総力戦の戦略策定であり、産・学・官の最高の英知を動員・結集しなくてはならない。

(2) 新経済社会発展基盤の形成—人材育成・科学技術の創造：平成7年12月1日「構造改革のための経済社会計画」が閣議決定された。基本的な時代認識の上で政策運営の基本方向は、現在の経済社会の構造の抜本的改革をめざして、次の3点を示している。①自己責任：個人・企業の創造力発揮、②豊かで安心できる経済社会の創造、③地球社会への参画である。このために、①人材の育成、②科学技術の創造、③情報通信の高度化、④社会資本整備の推進を計る必要がある。

(3) 国家戦略としての科学技術政策—産・学・官のあり方—：科学技術基本計画の策定において、次の三つの分野のバランスのとれた計画策定が望まれる。①新産業や雇用の創出—経済社会の発展・グローバリゼーションの進展への対応—、②世界が評価する創造的研究—国際交流、地球社会への参画、③世界を豊かにする研究—国民福祉の向上、今求められているのは我が国の未来を決定する国家理念・目標に対応した科学技術戦略計画である。そのために、産・学・官の専門家の総力を動員する体制が必要である。

(4) 科学技術に関する国家戦略—国費投入の必要性—：1) 科学技術の中核的戦略拠点の設定；①国際的認知—世界の一極としての活動、②専門家及び国民に見える姿とする—国費投入への理解と信頼、③産・学・官の総力結集—人的交流によるトップランナー化、④産業社会と遊離しない体制—未来への夢と迅速な知識移転—、2) 産業競争力強化と雇用の創出の施策—特化産業技術と地域産業基盤による戦略、3) 科学技術系人材育成、4) 産・学・官・政のかかわりのありかたの見直し、が重要である。

(5) 基礎科学技術の連関—工学体系・産業構造の変貌：1) 原子・分子レベルでの技術革新、2) 物質機能と諸科学融合による新産業、3) 産業システムの変化と総合工学の形成が期待される。

(6) 産業技術革新への視点—経済の持続的発展—：1) 全地球的枠組みと我が国の発展、2) 国家総合安全保障と科学技術、3) 戰略的産業技術の革新、4) 産業システムの変化と総合工学の形成、5) 基盤科学技術形成の推進の視点が重要である。

【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 氏

(1) はじめに： 今日化学工業を取り巻く環境は世界的に激変しつつある。則ち、

①グローバル化の進展、②日本経済の構造改革、③立地条件の変化、④地球環境問題の制約などが化学工業の将来を左右する重要なファクターとして立ち現れてきた。

(2) グローバル化の中の化学工業： グローバル化とは、①大競争の時代、②優勝劣敗の世界、③リアルタイムでの時間との戦いを意味する。その背後にあるものは、現在世界的に進行している情報通信を中心とする技術革新である。このような環境変化は化学品の市場の世界的単一化、企業間競争の一層の熾烈化をもたらし、研究開発や生産プロセス等の面でより一層際だったものになる。情報化・グローバル化によって市場のニーズは地球規模のものとなり、地球環境問題や、資源・エネルギー問題、化学品安全などの諸問題の取り組みなくして、化学工業の事業運営は成り立たないほどになった。レスポンシブルケアやISO等の企業の自主活動は、情報化されたグローバルな市場においてこそ最もその有効性を發揮することが期待できる。

(3) 経営のパラダイム転換： 上述の経営環境のもとでは、求められる経営のあり方にも当然根本的な発想の転換を必要とする。企業がグローバルな市場で事業活動を行うためには、世界で戦える製品、技術、コスト力を備えることが前提である。今や世界の化学企業はコア・スキルを前提に、それぞれの企業戦略を構築しようとしているが、「企業が国を選ぶ」時代になった。企業の課題としては今後は内外のリスクを自ら背負ってゆかねばならない。従来、我が国の化学工業は、「ローリスク、ハイコスト、ローリターン」であったが、今後は「ハイリスク、ローコスト、ハイリターン」の経営を目指すことが求められている。こうしたパラダイムの転換が出来るか、そこに化学工業の将来がかかっている。それとともに我々が考えるべきパラダイムの転換は、時間という経営資源の価値が著しく高まっていることへの対応にある。現代における変化は、リアルタイムで波及する。大競争の時代は一面で「時間との競争」といってもよい。これはグローバル化、情報化が時間の経済性を決定的に高めたことが原因である。最近、経営手法でCALSとかCE（コンカレント・エンジニアリング）が各産業で導入されているのも、この時間との競争が強く意識されているからであろう。

(4) 三菱化学の対応の事例： 三菱化学では、合併に際してインナーカンパニー制の導入を行い、権限の委譲、意志決定の迅速化を図った。また、ニーズ・オリエンティドの研究体制を組織した。更に、研究開発と生産技術の連携を図り、研究から生産に至るマネジメントを統合するための組織改革に着手している。欧米先進国の大資本に対抗できる体制を構築するためには、規模の経済性とともに、時間の経済性を高めること、即ちスピードがもっとも重要な課題である。そのための方策としては、産・官・学をとおして、Coalition（連携・合同）、Cooperation（協同・協力）、Concurrent（同時・並行）という3つの“C”を、戦略的に体制、システム内に活かして活用することが大切である。「環境調和型化学技術体系の創成を目指して」という化学工学

研究連絡委員会の提言は、21世紀の化学と化学工業の構築に向けたパラダイムシフトの画期的なメッセージであると考え、我が国の化学工業が次世代産業を担うグローバルなテクノインフラとして、新しいパラダイムの下に、輝かしい未来を築き上げることを確信している。

6. パネル討論

橋本委員の司会で各講演の講師ならびに片岡委員を加えパネル討論が行われた。各講師に対する質疑応答の概要と討論の内容はおおよそ以下の通りであった。

(1) 弘岡先生に対する、環境問題とエネルギー問題と関連して再生可能なエネルギーの開発が人口増加を考慮に入れても間に合うのか、またどのようなエネルギーが考えられるのかという質問に関連して；

技術の種が育ち、実用化までには40年から60年かかるることは過去のあらゆる技術の普及の様子から見て言えるが、再生産可能なエネルギーが間にあるかどうか答えは出せない。いずれにせよ、CO₂を減らせとかフロンをやめようというような消極的な対策ではなく、積極的に再生可能なエネルギーを開発するというポジティブで積極的な方向で行くべきである。期待される再生産可能なエネルギーについては講演で触れたが、半導体による水の電気分解、ニューサンシャイン計画、ケミカルヒートポンプなどは有望であろう。太陽電池の位置づけについては、製作にかかるすべてのエネルギーをも考慮して、全体のバランスを考えて正味としてエネルギーを生み出すかどうかを考えなければならないが、見方は分かれている。原子力に関しては廃棄物、後処理の問題が解決しないと真に期待するのは問題がある。

(2) 増田先生に対する、CO₂問題等地球環境問題に対する考え方と専門家集団に対する期待の内容に関する質問に関連して；

競争が拡大し、時間が限られ、資源が限られているので戦略的に行う必要がある。環境調和はシンプルケミストリーでも考慮されている。新原料を石油からリサイクル資源に、セーフティープログラムは化学的知見の集積が重要で、戦術面でも、個別分野でもテクノインフラを整えることが種々の問題を解決するためのベースである。①化学的知見の集大成、②教育、専門的な人材と後継者の養成、③総合安全管理等いろいろなルールを作ることに、国際的にも専門家が議論して役人が整理している。誰がこういう図式を正しいとして作るべきかということに関して専門家集団に期待する。すなわち、技術革新、戦略的アプローチの決定の真の主役は専門家集団であり、大競争時代を生き抜くために学会（専門家集団）がルール作りに携わることを期待する。

(3) 内田先生に対する、技術立国のビジョンを学生に与え、人材育成をどうするべ

きか、科学と技術との関係を教育の場でどう考えるべきか、地球環境調和の評価基準はどうなっているのか等の質問に対して；

科学も技術も大切で、社会に影響力をもつ。化学技術は社会に役立っていて、国際的にも英知を求めてそれを産業化している。企業は世界の英知を求めて死にもぐるいである。エンジニアの教育は有益な人材の育成につながる。最高の研究をやっている人は学生も尊敬するが、全員が理学をする必要はない。地球環境調和では、企業の方が先に行っている。国際的に新しい秩序を作ることが大切で、資源、エネルギー、環境はリンクしているので国際的には環境問題は人間の生命財産に関する枠組みの中の一つである。

(4) 古川先生に対する、レスポンシブルケアと企業の考え方等について；

最初に提案された頃とずいぶん変わってきて、レスポンシブルケアは自主的なものであり、ガイドラインではない。企業に比較し、アカデミズム、市民運動の認識の方がむしろ遅れている。競争力と環境調和は車の両輪で地球に優しい化学製品という考えは、企業の中では大きく浸透していて、これなくしては企業としての存在にダメージすら与える。

橋本委員から、化学技術戦略推進機構の創設という化学工学研連の提言については、化学工学会、日本化学会、高分子学会からも賛同が得られ、3学会を中心にして現在密接に協議がなされている。また、産業界においても国際競争力を持つために本音で話し合う機運が出来つつあり、通産省も具体的にシンプルケミストリーその他のプログラムを既に実行しており、文字通り産、官、学を挙げての取り組みがなされつつあるとの発言があった。最後に片岡委員から、閉会の挨拶の中で、人類共通の課題であり大問題である地球環境をどうするか、ハーモニーを取りながら持続的発展可能な経済社会を作るためにはどうするか、化学と化学技術がドッキングすることによってどのような学問体系の下でそれが可能であるかを考えている。本日、我が国の産、官、学のフロントランナーとしての役割を果たしている講師の方々の素晴らしいご意見を頂いた。これらの意見やシンポジウムの成果を学問体系に組み入れつつ、化学工学会のみならず、化学を共有する日本化学会、高分子学会等とともに、さらに発展が期待される生物工学、細胞工学分野をも取り入れながら、専門家集団としてオピニオン・リーダーとしての役割を果たすべく提言を纏めていきたいとの発言があった。

付録B 我が国内外における化学技術戦略

はじめに

化学工学会産業部門委員会では、その下部組織である研究・調査分科会と協力して、化学工学研究連絡委員会第2小委員会の活動を積極的に支援する見地より、化学工学研究連絡委員会連絡会議を設けて、すなわち、学会支援型产学連携の基に、環境調和型化学技術体系創成の具体化を目指してその推進を図った。

その支援活動の方法としては、関連委員に依る勉強会を開くことにより、別紙に示す通り、平成7年度より平成8年度にかけて、計6回の勉強会を通して計10件の講演会を開催した。これらの講演内容を整理・統合して、その骨子のみを以下に示す。

1. 我が国化学産業の課題

(1) 産業構造の変化

アジア諸国をはじめとする開発途上国の工業化、並びに世界経済の急速なボーダレス化の潮流にあって、我が国の高コスト体质、円高から円安へのシフト、空洞化対策、新産業創成の停滞等は、国際的な競争力の観点から全くのマイナス要因である。最近の米国における好景気を見るにつけ、我が国の国際競争力は明らかに低下していると言える。

このような厳しい環境下にあっても、いまだに企業の横並び的発想が、意識革新により少なくなったとは言え、企業体质として残存しており、我が国の中規模企業集団並びに細分化分業体质の転換は不可欠な課題となっている。

(2) 地球環境問題への取組み

科学技術基本法にも見られるように、地球環境問題への取組みに対して、フロントランナーとしての我が国の寄与が望まれている。特に、地球温暖化に関わる炭酸ガス排出量の国際的公約の責務は、2000年を待たずに果たすことが、我が国の急務である。今後、環境規則の強化がますます進められていく時、規則に対する抜本的な科学技術への取組み並びに省廃棄物、省エネルギー、省資源に関わる化学と化学技術体系の戦略的構築が望まれる。

(3) 研究開発力の抜本的構築

研究開発力に基く科学技術が経済発展と連動して、国益として評価される環境下にある。国際的な競争力は、優れた科学技術によって生まれるから、劣勢にある我が国企業の研究開発力の抜本的な構築は急務といえよう。

まず、後追いあるいは横並び研究及び市場動向の変化に対応しきれない研究開発は

見送り、ニーズ創造型志向の研究開発並びに戦略的研究開発、例えば、省廃棄型・省エネルギー型生産プロセスの開発などに取組む姿勢が問われるとともに、独創的な研究開発を創生する優秀な人材の確保と育成が課題である。

2. 我が国化学産業の指標

生産活動による経済発展のみによって、国家の繁栄はありえないことを我々は認識している。有限で唯一の地球に、人類が健康に将来へ希望を持って共生し、共存することが可能な生産活動を伴う地球環境が望ましい。すなわち、「持続可能な発展」への態勢が肝要である。最近、「持続可能な維持」を指標とする意見もあるが、これは生産活動による発展の程度が「維持」と関連するもので、成長の限界内での持続可能な発展と理解できよう。いづれにせよ、持続可能な発展(維持)への態勢の構築により、日本型の競争力を創生することが重要である。

3. 我が国化学産業の対策

企業の競争力を高める戦略として、企業個有のコア技術への特化とその高度化及び高付加価値製品への差別化が挙げられる。一方、マスマディア、情報化などの第4の波に順応する新しい価値の創生が望まれている。

いづれにせよ、これらは感性豊かな研究開発者によって成果が得られるものであり、その人材育成対策がキーである。さらに、これらの人材による省廃棄・省エネルギー・省資源型の革新的な生産技術研究を、産学官協調・連携により戦略的に推進する研究体制が要望されている。

また、企業の競争力強化策として、企業経営戦略と技術開発戦略を有機的に統合を図るコア・コンピタンスの考え方方が評価されていると同時に、日本式競争法の見直しの声も聞かれる。

4. 研究開発への取組み

(1) 基礎研究の充実

次世代先端繊維、ニューフロンティア・ファイバー開発への取組みを簡単に例示する。本繊維開発の目的は、超機能、超感性、超性能を持つ超天然繊維の開発により、人間生活の質的向上、新しい材料の中心として、関連分野へ波及効果を狙ったものである。新繊維の開発には、機能繊維科学を基盤に、関連科学の知見を踏まえて基礎研究の充実を図り、基本機能から順次、高機能化、超機能化へと性能の高度化を進める。また、年次推進計画が提案されている。なお、繊維に関する実用化研究は、繊維の紡

系など、技術としてすでに確立している。

(2) 応用研究

応用研究は、基礎研究の成果を基に実用化の可能性を確かめる研究である。ここでは、NEDOにより実用化が進められている機械技術分野におけるマイクロ化と知能化について触れる。

マイクロ化は、超先端加工システム、マイクロ・エレクトロニクス、マイクロ理工学、その他、関連工学知見を基に、マイクロマシンを作製して、分子機械として、また、医療への応用（DDS）に用いられており、代表的な先端技術の開発である。ヒューマン・ロボット、自己増殖機械などは、マイクロ・マシーン化技術と知能化技術を応用して製作されるもので、大きな期待が寄せられている。

5. 社会の変化と新たな研究開発

21世紀を目前にして、これからの中10年先、15年先の社会を予想することは極めて重要である。予想を見誤ると、その時代の社会に適応する科学技術の開発に大きな遅れと経済的損失を被るからである。

これまでの社会の潮流を基に、これからの中の社会の潮流を先に示した持続可能な発展（あるいは維持）社会を合わせ予想するとき、少なくとも、次の所見が浮かび上がる。

- ①資源・エネルギー・食糧等は、売手市場
- ②労働市場は買手市場
- ③環境負荷コスト・廃棄コストは増大
- ④省エネルギー型の都市文化の定着

持続可能な社会とは、「地球という閉鎖空間内の人間社会」と考えると、その社会は、省エネルギー・省資源型で、いかに社会を安全に持続させるかが最大の課題と思われる。

最近、ヨーロッパでは、「ファクター10」「ファクター4」と呼ばれるコンセプトがあるが、これは、現在の1/10あるいは1/4の資源・エネルギーの消費量で、現在の生活レベルを維持する社会である。このような社会においては、当然のことながら環境調和型社会であり、高度情報社会である。さらに、光を効果的に応用する社会、社会的規制の尊重される社会、持続可能型文化を持つ社会などが想像される。持続可能な社会における文化としては、我が国の江戸時代の文化が参考になるとも言われている。

未来型持続可能社会で必要とする科学技術とは何か、長期的な研究戦略立案の一助ともなれば幸いである。少なくとも、環境調和型の化学・化学技術の構築は不可欠である。

6. 米国の化学産業の現状と将来

1980 年代後期から 1990 年代前半にかけて、徹底的な競争力の対策をリ・ストラクチャリング手法及びリ・エンジニアリング手法を考案して適用し、得意でない領域からの撤退、得意なものへの強化、人員の削減など、企業構造の再構築を図るとともに、研究開発の最適化を進めた結果、最近の経済繁栄にも見られるように、競争の勝者としての立場を築いた。しかし、世界的な競争激化による収益性は低下の傾向にあり、また、環境汚染への対策が望まれている。

一方、米国式競争手法だけでは、経営基盤・技術・生産性の向上には限界があり、需要基盤の拡大を図るための需要の量的・質的発展、さらに、技術基盤の充実に向かって、原料対策、環境対策、省エネルギー化、多重活用可能な技術の開発などが進められている。また、米国化学産業の圧倒的な競争力を維持するための新たな競争戦略及び新しいポリシーの必要性が求められている。

勉強会活動報告

<平成7年度 産業部門企業委員会>

第1回勉強会： 11月2日 10:00～17:30

場 所： 鐘淵化学工業（株），四谷クラブ

演 題1. 「化学産業における技術開発のあり方に関する提言」

(社)日本化学工業協会 伊東部長

演 題2. 「化学産業を巡る技術開発動向等の調査報告」 三井東庄（株） 東海林部長

演 題3. 「物質工学工業技術研究所活動概要」 工業技術院 高分子材料 溝口部長

第2回勉強会： 12月8日 10:00～12:00

場 所： 日本学術会議 会議室

演 題 「米国の化学技術の最近の動向」 SRIインターナショナル（株） 笹野部長

<平成8年度 化研連支援連絡会議・産業部門 研究・調査分科会>

第1回勉強会： 6月9日 10:00～11:30

場 所： 日本学術会議 会議室

演 題 「新繊維科学の創成への挑戦」 東邦レーヨン（株） 技術顧問 本宮達也氏

第2回勉強会： 10月11日 13:30～16:30

場 所： (社)化学工学会 会議室

演 題1. 「米国の産業技術開発政策の動向」 日本貿易振興会 機械技術部長 丸川 章氏

演 題2. 「我が国化学産業の課題と今後の方向」

三菱総研産業戦略研究センター室長 中野正也氏

第3回勉強会： 11月7日 13:30～17:00

場 所： (社)化学工学会 会議室

演 題1. 「NEDOにおける化学技術振興政策」

新エネルギー産業技術推進機構 応用技術開発室 室長 小林哲郎氏

演 題2. 「化学工業の国際化と解決課題」

(株)ダイヤモンド国際経営研究所 調査研究部長 江見澤 洋氏

第4回勉強会： 平成9年1月20日 13:30～15:30

場 所： (社)日本化学会 会議室

演 題 「社会の変化と新たな研究開発ビジョン」

工業技術院 物質工学工業技術研究所 所長 小野修一郎氏

付録C 日本の化学産業と化学技術の現状と課題

－ プロセス開発力の弱さ克服へ －

1. はじめに

化学産業における生産プロセスは、一般に、エネルギー多消費型で副生成品、排ガス、排水、廃棄物を生ずることも多く、これまで環境汚染の排出源としてのイメージが強く、その対策は社会的な課題とされてきた。最近、レスポンシブルケア宣言に基づく化学企業の社会的責任として、環境汚染問題や製品安全保証への配慮も一段と厳しくなり「環境汚染防止の原点は発生源対策」の原則から生産プロセスの抜本的改善が重視されている。また、地球規模での CO₂ の排出量低減や省エネルギー、省資源への関心も高まりつつあり、これらを同時に解決しようとする「革新プロセス」¹⁾ の期待は世界的に大きくなっている。

欧米からは、アンモニア、酢酸、ポリエチレンを含め、環境調和型や省エネルギー型の既存プロセスの革新的な生産技術や触媒の発表がしきりと入ってくる。欧米企業は、企業体力と革新プロセスを「てこ」に新しい世界戦略へと動いている。

一方、近年行われた中国の石炭化学コンビナートの石炭ガス化、アンモニア、メタノール、尿素、酢酸等の生産プロセス候補²⁾ の選定では欧米 16 社に対し日本 2 社で圧倒的に欧米勢であった。このことは日本のプロセス構築力の弱さ、即ち生産技術の劣勢^{3, 4)} は指摘されてきたが、特にプロセス開発力の劣勢²⁾ には早急に適切な諸策を打たなければ、今後、国際化、規制緩和とともに産業の盛衰に大きく影響を及ぼすものと懸念される。

本稿では、生産プロセスを中心に、今後、競合する欧米とアジアの関連動勢、および化学技術に関連する国と行政の動向と産・学の現状を述べ、化学プロセス開発の困難性とその諸策についても触れてみたい。

2. 化学研究の特質と化学プロセス開発の困難性

化学製品といわれるものだけでも約 2 万種類にもなる。化学物質となると何 10 万で、現在では一日に 1000 種が新たに生まれているといわれている。従って対象になる研究テーマも大・中・小から難易度の幅まで限りなくある。生産設備の規模も数百万円から数百億円の差がある。それだけに企業の研究戦略が重要になる。かりに、企業が小規模でもそれなりのテーマに集中特化すれば国際競争力も十分維持することができるだろうし、逆に、企業規模が大きくても、製品が百貨店スタイルで研究費を小さく分散

すれば、例え成果が得られても決して国際的に優位になるとは限らない。従って自社の企業規模や体力に応じた適切な研究テーマの選択が必要になることも化学産業の持つ特質であろう。

一般に、技術系生産会社としての重要な企業研究には、①製品をつくるための「生産プロセス技術」と、②出来た製品を売るための「用途開発技術」がある。後者②は一般に小テーマで数も多く研究期間も1~3年と比較的短いものが多く、成果も上がりやすい。その経営効果は主として拡販に直接寄与する。成長期に限り間接的にコスト低下にも寄与する。前者①のプロセス研究は一般に大型テーマになり、研究期間が長く、要員数および資金の投入も大きく、技術的リスクも大きい。経営効果は主としてコストと品質に直接影響する。

更に、生産プロセス開発の特性と困難性は、①革新プロセスには触媒や反応が決定的要素技術となり、その研究は長期にわたるので情熱と忍耐と資金が必要なこと、②原料・製品の種類や触媒・反応の進化により、プロセスの単位操作や要素技術の組み合わせが限りなく変化するので、経済性・競争力のあるプロセス構築にはエンジニアリング機能⁵⁾が必要になることである。従って、開発思想はR & Dより R & E(Engineering)が重要になり、それに適した組織と要員の配置が必要になる。また、収益事業になるまで「研究・開発に10年、工業化・生産で10年、計20年」ともいわれ、革新プロセスを開発するためには、それに耐える相当の企業体力(人・技術・資金の資産化)を必要とする。従ってプロセス開発には経営思想とともに人事・組織的にも適切な諸策が必要になるので後で触れたい。

3. プロセス技術に関連した海外の動勢

化学プロセスの特性と開発の困難性について上述したが、欧米企業はそれに対しどのような対応をしているか、過去の経緯と現状、更に近い将来、競合するとみられるアジアの新興工業国、特に韓国およびサウジアラビアについて述べてみたい。

3-1 欧米の動勢¹⁶⁾

3-1-1 プロセス開発に必要な企業体力の強化

(欧米企業は企業合併・事業再編成等によりプロセス開発力を更に強化している)

欧米の化学産業は戦前から分割・合併を繰り返し、40年前(昭和30年前後)には現在の巨大企業が出現し、大・中型化学プロセス開発に十分な企業体力を確立している。また15年位前(昭和55年前後)から事業の再編成・統合に乗り出し、生産を集中し研究投資の効率化を行い、コア事業の競争優位を維持しようとしてきている。更に、最近で

は企業連合による単一製品または事業特化の合弁事業に進んでいる。一昨年(平成7年), シェルとモンテエジソンは, 日本の国内9社の生産量(PP年250万t)をはるかに上回るポリプロピレン(PP年340万t)の巨大メーカー「モンテル」を発足させ, 高機能製品から汎用にいたる全ての分野で, 世界のトップに位置することを宣言し, すでにアジア進出(サウジへの投資)を決定し経営の順調さを誇示している。同様に, エニケムとユニオンカーバイドの「ポリメリヨーロッパ」(PE140万t), ネステとスタッフイルの「ボレアリス」(PE160, PP70万t)が続いている。BASFとヘキストでは気相法技術, 販売事業, 触媒事業を含んだポリプロピレンの事業統合(140万t)が行われ, また, 最近のBASFとシェル・モンテルのポリエチレンの事業統合(150万t)では, BASFの販売網, ノウハウ, 世界的な技術販売活動も新会社に移されるという新時代の動きに発展している。それぞれ世界規模でのコスト競争力や技術開発力の維持を経営目標としている。このように企業カルチャーや経営スタイルを越えた大合同は, 生産事業の安定化・合理化と革新技術開発の必要性についての厳しい認識に基づいて行われていると理解される。

3-1-2 戰略型プロセスの開発

(欧米化学企業は世界戦略を視野に入れたプロセスの開発を進めている)

革新プロセスの開発に関しては, 既存製品の新しい製法も盛んに伝えられてくる。BPケミカルズはメタノール法酢酸では有利な技術を独占し世界的に投資活動を展開している。同社は最近⁶⁾プロパンからアクリロニトリルの革新的製法も発表している。UCCはポリオレフィンの気相法プロセスを世界にライセンスし, ケロッグは80年続いた鉄触媒に代えてルテニウム触媒を開発し省エネルギー型アンモニアプロセスのライセンスを開始した。モンサントはベンゼンからフェノールを直接生産する技術を99年商業化をめどに開発中, 同法はキュメン法より高収率でアセトンが併産されず廃棄物も大幅に削減できるとしている。EVCインターナショナル(欧州最大のPVCメーカー)はエタンの直接塩素化による塩化ビニルモノマーの製法を開発中であり, ストーファーはメタノールの革新的なプロセスを, ダウケミカルは酸化脱水素法によるステンプロセスやPETの革新プロセスを開発している等々。ここにきて環境調和型や省エネルギーを目標にしたコスト競争力のある戦略型革新プロセスの開発が急速に進みつつある。

3-1-3 企業間技術協力

(欧米企業は企業間技術協力を積極的に推進している)

モンサントとアクゾは共同で環境調和型のシンプルで画期的なアロマテックアミンの新製法を開発中。更に, モンサントは前記フェノールの直接酸化ではロシアのボレ

スコフ触媒研究所と共同開発している。イーストマンケミカルは他の4社と合弁会社を設立しATP(後述)の助成金約15億円を受け、再生可能な天然資源を原料とする化学製品の開発を行っている。このプロセスは有機溶剤の代わりに水を使用するので環境に優しい製法として注目されている。エニケムとBPケミカルズは先進的なPE製造技術開発で協力し、メタロセン触媒でもエクソンとUCCやダウとBPケミカルズ等技術レベルの高い企業同士の連合も次々と発表され、欧米企業の能動的な行動が注目される。

3-1-4 科学技術への政府支援⁷⁾

(自国産業の競争力強化のため産官学プロジェクトを政策的に支援している国が多い)

- 1) 米国…1980年代の米国は、日本などからの製品輸出攻勢により国内製造業の凋落が著しく、MIT政策グループの報告書「メイド・イン・アメリカ」(1989)等の提言に基づき、政府は諸策を推進・実施し衰退した製造業の復権を果たしている。米国では、企業の競争力を高めることを目的に、国立研究所より産業界に対する技術移転を支援する法律「1986年連邦技術移転法」が制定され、先端技術開発計画(ATP)、製造技術促進計画(MEP)等々、各種の官民協力プログラムが企画実行されている。商務省の具体的な例として、ATPによる化学企業の先端技術助成は44件⁸⁾に達している。アモコケミカルはエラストマー・ホモポリマー・ポリプロピレンの触媒、製法、用途開発に約10億円、サンとローム&ハースは軽質アルケンの一段酸化の新触媒で約10億円、ダウはプロピレンの直接酸化によるプロピレン・オキサイドの開発で約2億円等々。
- 2) イギリス…イギリスの技術革新トレンドは産官学および企業間協力が主流になりつつある。政府機関、産業界、研究機関の関係者により、1995年「技術先見プログラム」(TFP, Technology Foresight Programme)に関する報告書が策定され、科学技術への投資の方向付け及び研究資源の有効利用のための産官学の新しいネットワークの確立と共同研究の円滑化を図っている。これは産学間の交流を促進し学界の資源を産業競争力の強化に役立てることを狙ったものである。その助成プログラムである「Technology Foresight Challenge」により、1996年4月から助成が始まられている。英国産業連盟(CBI)の調査結果によれば、技術先見プログラムが原動力となり、産学協同及び企業間の技術革新協力が大幅に促進されたとTFPが大きく評価されている。

技術予測パネル(科学技術局が主催する産業団体、専門家、学識者団体等による技術予測審議会のセミナー)では、化学部門の重点技術領域として、①応用触媒作用に関する新しい研究、②ケミカルエンジニアリング、③センサー及び計測、④素材・ポリマー、⑤バイオケミカル・テクノロジーの5分野を、重点インフラ領域として、①学問

分野の先進性優位の維持、②教育訓練、③化学産業の将来像、④ネットワーキングの4分野を提言している。化学部門の将来は、シンプルかつ効率的なプロセスおよび高付加価値製品の研究が世界的な規模で拡大するだろうとし、課題として大学と産業界の協力の改善を挙げている。イギリスでの政府主導の競争力強化は、研究開発の今後の動向に大きなインパクトを与える活動として注目されている。

3) ドイツ…ドイツでは公的な研究機関での研究結果のうち産業界で利用できるものは調査結果30%であった。これを今後3～5年で75%まで引き上げるべく、技術革新に関し政府、産業界、学界が協力して政策目標を設定した。その実行のため「研究技術革新評議会」が1994年4月に設置されている。1995年には「プロダクション2000」という助成プロジェクト制度が設けられた。この制度は、製造業の生産システムに関連する技術の研究開発を助成するもので、すでに150以上の研究プロジェクトが申請されている。

4) フランス…フランスの通産省は2000年代のフランスの産業界での重要技術を調査検討するため、産業界と学界のメンバーによる「産業革命委員会」を設置し、1995年7月に「フランスの産業のキーテクノロジー」と題する報告書を発表し、中長期(5～10年)の間にフランスの技術水準を向上するよう努力を結集すべきであるとの提言をしている。本報告書は、政府の基本方針として今後の産業技術開発政策に反映されていくものと考えられる。また、企業の研究開発への政府支援としては、研究技術資金(FTR)が「技術躍進計画」(企業での産業関連研究プロジェクト支援)や「省際大規模プロジェクト」などの活動に積極的に融資をしている。

5) ノルウェー…ノルウェーでは、研究審議会によるプロジェクト申請企業の資格として、①そのプロジェクトがコア事業の範囲である②明白な企業戦略があり、当該プロジェクトがその一部である③当該プロジェクトの遂行能力があり、その結果を市場展開する財政資源がある、の3点が満たされることが条件となっている。コア技術を対象にプロジェクト成果の確実な事業化が可能な企業を選ぼうとする姿勢が見られる。

6) 欧州連合…EUでは、欧州産業の競争力強化等を目的とした第4次研究開発フレームワーク計画のもとで、欧州諸国内の企業等に対する助成を主としたもので、競争前段階で波及効果のある研究開発プロジェクトを推進している。

3-2 アジアの動き

アジアの石油化学・化学は熱気を帯びている。ASEAN4カ国は2000年には揃ってエチレン輸出国を目指している。多少過熱気味とも思えるが、欧米勢の積極的なアジア進出は注目される。特に韓国およびサウジアラビアは日本の化学産業にとり色々な

意味で刺激のある存在になる可能性が大きい。

1) 韓国は数年前、財閥間の競争でエチレンプラントが乱立し、一挙に国内需要を遙かに上回る年間 330 万 t 能力となり一時倒産会社ができるほど不況に苦しんだが、幸いにも中国および東南アジア諸国の需要に助けられ平成 6 年半ば以降は逆に驚くほどの利益を計上している。それに自信を得て、次々に新增設を発表⁹⁾している。おそらく、4 年後(2000 年前後)にはエチレン能力は年 630~750 万 t と予想され日本の能力に匹敵したものになるだろう。人口比から日本の 3 倍、しかも、彼らは導入技術とはいえ最新プロセスである。もし再び過剰能力をクリアーし収益に転じたときは、日本の化学産業の苦戦は想像に難くない。

2) サウジアラビアの石油化学もきわめて高収益を続けている。彼らは徹底した少品種大量生産で例えば表 1 からも分かるように LDPE では日本が 2500 グレードに対しサウジは僅か 4 グレードである。それに原料ソースの有利さ、インフラストラクチャーの完備を条件に外国の投資を歓迎している。前記、注目のモンテルがすでに進出を決定している。当然、彼らも安定品質・低価格製品で世界戦略を考えていることは明白である。

3) その他、中国は諸々の国内事情や政策の突然の変更など常に不透明さが残るが、何せ 12 億の人口が魅力のある経済市場となっている。一般に化学プラントは能力が小さく旧式のものが各地に分散して残っているので、これらの近代化には相当の資金と期間と労務対策が必要と考えられる。国立の研究所がしっかりしているのでファイン分野は注目すべきであろう。資金に余裕のある欧州勢が積極的にアプローチしている。外資獲得の政策的な計画輸出も考えられるので常に注目を要する。

一般に、途上国の工業化は日本からの製品輸出を困難にし逆に低価格輸入品に攻められることになる。汎用品は現に一部輸入品に替わりつつあり、国内産業を圧迫すると同時に急速な空洞化が懸念されている。企業の海外展開をはかるにしても資金とともに戦略的な優れた自社技術が前提になる。

4. 日本の化学技術に関連した国・行政の動きと産・学の現状

国は国益を前提にした立法を、また行政は化学産業の研究支援体制を明らかにしている。化学関連業界・大学の積極的な対応が期待されている。

4-1. 国の立法の動き

「一国の科学技術の発展はその国の法律と税制により決まる」といわれる。平成 7 年 11 月、科学技術基本法が超党派の議員立法で全会一致で成立している。この法律は