

新技術開発事業団からみた わが国化学系研究の動向

新技術開発事業団* 水 野 恵 司

わが国は特許出願最多国といわれるように毎年数多くの発明・考案がなされるが、実際にそれらが工業化され、製品として市場に提供されることは非常に少ない。よく例にあげられる江崎ダイオードの場合などは、国際競争力の上からマイナスであったことは事実であるが、工業化されただけよいのであり、全然日の目をみずに眠ってしまう優秀な国産技術も多いのではなからうか。このような背景をもとに、国産新技術の開発を強力に推進することを目的に、新技術開発事業団法によって設立された特殊法人が新技術開発事業団である。

事業団は、開発に必要な新技術を大学・研究所などから募集し、その中から国民経済上重要なものを開発課題として選定し、その課題を開発するに最適な企業を選び、開発に必要な資金を出して企業化の見通しをつけるという仕事をしており、そのため毎年数十件の化学系研究について開発課題としての適否を検討し、評価する必要がある。そうした事業団の眼から眺めた化学系研究の動向を整理してみた。

前世記ではわずかな役割しか果たさなかったともいえる化学技術の研究は、今世紀に入ってからきわめて重要なものとなってきたことは否定できない。特に現代の化学分野の顕著な特徴として核エネルギーの利用にともなう純粋物質の探究があげられる。この探究の結果として、現在までに不純物の作用に関する知識を利用した各種の製品が誕生し、そして、半導体物質などを機縁として物理学領域への接近を可能とし、各種分析機器をはじめとして種々の化学領域での測定機器を発達させ、理論化学を進め、化学反応機構の理解を高め、合成化学に関する相当な進歩をもたらせたことは疑いない。

さて、化学系技術に関する研究といっても非常に広い範囲にわたっているから、その動向について完全なる記述をすることはむづかしい。それゆえに、ここでは何に対して研究者の興味が集中しているかということだけにとどめなければならない。また、新技術開発事業団は、さきに述べたように企業化を目的としているので、経済的採算という角度からのみ研究の動向を眺める傾向の強

くなることをお断りしておく。

1. 無機化学分野の研究動向

この分野において核化学以外の技術で、今世紀に大きく飛躍した技術という工業用材料、とくに電子工業用材料についてであろう。ここでは第1に純度の問題がとりあげられた。そのために、冶金化学の分野では高純度の金属製造についてさかんに研究がなされ、精製の主だった方法である蒸留、昇華、帯状熔融などに改良がなされ、10万分の1の残余不純物といわれるインジウム-アンチモン合金の半導体、高周波用磁石としての高純度フエライト混合物などが出現する時代となった。

そして、それに加えて遷移金属化合物のカルボニル塩、ニトロシル塩などの多様性ある物理的性質が注目されており、これに関連して、ジ-シクロペンタジエン鉄などサンドイッチ構造を有する化合物や、新しいチオ塩などの研究がさかんであり、今後の非化学量論的化合物の発展が望まれている。これは、これら研究の結果が、直接半導体やトランジスターと結びつく可能性が高いからである。

また、人工ルビー、人工雲母などの人工鉱物の研究も電子工業用材料からの要求で生れ、フッ素誘導体やケイ素化合物にも新物質の出現がめざましい。このような面から新技術開発事業団の開発課題をふりかえてみると、「人工水晶の合成」、「放電加工用電極材料としての銅合金の開発」、「塩化鉄からの高純度酸化鉄の製造」、「高純度イットリウム」の製造が開発されたり、開発中であり、現在「遷移金属化合物」、「フッ素結合鉱物」などの課題が開発すべきか否かを検討されている。

ところで、冶金化学の分野においては純度の問題と平行して、金属の反応性、格子欠陥、半融、拡散などの研究が進歩し、近頃では、特に「構造」に関する研究が多くなされている。単結晶の製法ならびに構造、温度変化にともなう結晶構造変化、任意配向を有する結晶の製法、粒子間境界面の研究などがそれである。

電子工業からの要求が冶金化学を進歩させたと同様に、

* 東京都港区芝西久保桜川町25 (第5森ビル)

耐熱・耐腐蝕の問題がチタン、ニオブ、タンタル、ジルコニウムなどの金属を世に出し、「新しい金属」と呼ばれる金属に関する研究がますますさかんになりつつある。また、還元に関する研究—水素化合物の有効利用—から新しい粉末冶金などが生れようとしている。ことにわが国では、資源不足ということもあってか、貧鉄処理の方法や未利用資源の有効利用などの研究が一部で熱心に行なわれており、「連続式オートクレーブによる湿式精練」などの興味ある問題もある。

以上冶金化学的なことばかり記述してきたが、酸、塩基、肥料などを始めとしたその他の無機化学分野でも技術のめざましい発展がなかったわけではない。むしろ数多くの新技術が存在するのである。

たとえば、比較的保守的とさえいわれる窯業においてさえデビドロ・セラミックの発明以来、結晶化の研究を通じて豊富に存在するガラス化する物質の研究や、天然ガラス組成のファイバーの研究に至るまで各種工業的研究がなされている。特に、測定機器の発達にともないガラス中の分子団や分子の振動・回転の問題、ガラスの単位構造の問題、失透や熔融時の熱交換などの問題に数多くの優秀な研究報告がなされている。

陶磁器についても各各種用途からくる要求の進歩に応じられるように製品の改良が行なわれ、成型におけるハイドロスタテック・プレスの導入、陶磁器の軽量化、超高压送電に耐え得る碍子や超音速飛行機・宇宙ロケットへの応用のための新しい材料の研究開発が進められている。一方、未利用資源の陶磁器原料への利用も利益採算の面から考慮されている。

酸・塩基については生産性を高めるための製造法の改良研究が中心であるが、塩化ビニル合成の際などに副生する塩酸から塩素を回収する目的で、有機化学分野と関連して行なおうとするオキシクロロネーション法の技術導入や、古くからあるディーコン法の復活、電気分解などが目下問題となっているが、塩素不足という事態がくることはわが国石油化学などの発展を前提に当然分っていただけに感心したことはない。また、イオウ原料が比較的存在する国というものでイオウ不足の問題も起りつつあり、各種廃ガス中の亜硫酸ガスや副生硫酸ナトリウムなどの利用を有効にする研究が要望される。

肥料についてはあいかわらずアンモニアについての研究が中心であるが、元来技術導入が多い分野だけに高効率でアンモニアを合成するための触媒などについてはかなり優秀な研究がされているが、実際には不可能だろう。超遠心分離により空気中の窒素を捕獲するなどの奇抜なアイデアによるわが国独自のプロセスの開発がなされないものであろうか。ことに海外へプラントを輸出するた

どの際にわが国自身のプロセスを有していれば、アンモニアにかぎらず好都合であるはずである。それから、肥料効率の比較的悪い硫アンがまだ巾をきかせているが、肥料分野においては肥料効率の研究が比較的不足しているのではないだろうか。しかし、肥料の形態に関する研究や、ホウ素・モリブデンなど微量元素の影響についての研究など注目すべきものも数多くなされており、製造工程改良の面でも精製の問題、流動化の問題など優秀な研究がなされている。

最近新聞などマスコミをさわがすものに高温・高压装置を利用したものがあるが、ダイヤモンドの合成よりも、ホウ素—リン、ホウ素—ゲルマニウムなどの新化合物を高温・高压装置を用いて合成する研究の方が今後の発展が面白い。宇宙開発に関連して気化した金属や固体の燃焼の問題、高カロリー燃料に関するホウ素やフッ素化学の研究など、基礎学問的にも工業的にも興味あるところである。

また、五塩化リンとアンモニアから合成されたP—N結合を主鎖に持つ無機高分子物質の研究、印刷インク原料などに使用できる可能性の高い顔料とビニル化合物とのグラフト重合などの研究の如く、有機合成化学の技術が、無機化学分野に導入されつつあることは工業的面から注目すべき価値がある。

2. 有機化学分野の研究動向

有機化学分野の発展はめざましく、新しく発見された理論、反応、合成方法、原料および装置技術など数年前には信じられなかった事柄が多く解決され、工業化されている。

特に、無理とさえ思われる原料の分解や合成が、「やる気でやればできる」とさえ思われるほど各種行なわれており、無機化学分野でも当然使用されてはいるがそれ以上に、分析機器などの測定機器が有機化学のきまりきった測定に用いられ、以前には比較的大量なサンプルから数日を要して行なわれた有機分析がいつも簡単に短時間で行なわれるようになったことが有機化学の進歩を早めたともいえる。

また、理論物理学や量子力学に基づく考察が有機合成の面に役立っていることは大きい。そして、有機原料源が動・植物と石炭であったのに加えて、石油と天然ガスが第1線に登場し、石油化学から生れる製品が有機化学製品の約50%にもおよんでいる現状である。

元来、石油化学は原油をガソリンに変えるという目的から発達してきた。したがって、アルキル化、異性化、接触改質などが基礎となっており、石油精製工程中に発

生ずる大量の炭化水素が有用な化学製品に生れ変わっているのである。たとえば、高温でのメタンの高速分解によってアセチレンを得、それを塩化ビニルに誘導したり、エチレンからエタンジクロライド (EDC) を経て塩化ビニルにすることなどが一般に行なわれるようになったのである。

ところで、わが国における石油化学はナフサ分解から出発する傾向が強く、ナフサ以外の石油製造品の需要とのバランスがとれず、ナフサ不足という現象を起している。そのため通商産業省においては重質油からのエチレンなど石油化学原料ガスを製造する技術を開発しようとしているが、合成繊維や合成ゴムに導びかれる多くの原料ガスは、低沸点炭化水素であるオレフィンであり、飽和炭化水素を不飽和炭化水素に変化させる、いわゆる脱水素反応の経済的プロセスや石油精製における副生ガスの有効利用、ナフサ分解収率の向上などに対しても力をそそぐべきではなかろうか。

特に前述のごとく有機化学合成における副生塩酸が問題となっている現状においては、メタンの部分燃焼によるアセチレンとの組み合わせよっての塩化ビニルの製造。エチレン不足の面からは、エタンおよびプロパンなどからのエチレン製造などの研究に注目する必要がある。

石油化学のバランスのとれた発展を望むならば、できるだけ副生ガスの燃焼への利用をやめるべきで、燃焼以上に付加価値の高いそして利潤のあがる方法を考えるべきである。このような観点から新技術開発事業団では、ブタジエンを捕獲した後の C_4 炭化水素、いわゆるスペント B-B 留分の有効利用技術を開発しようとしている。また、石油化学のわが国における歴史が浅いだけに現在の技術はまだ改良の余地があると考えられるので、そのために各種なされている研究— C_3 炭化水素からのイソプレンの製造。プロピレンからのメチルメタアクリレーの合成。シクロヘキサジエンなど不飽和脂環炭化水素の合成。減圧法による塩化ビニルの一段合成。石油炭化水素の超音波による分離。エンジン油の製造における白土処理に代わる水素精製法などの精油に関する研究。メタンの熱分解によるアセチレン生成反応の際の芳香族炭化水素等の接触作用。高温接触部分酸化触媒。断熱圧縮による炭化水素の熱分解。などなどの研究の内、経済的観点から工業化が可能なものはどんどん開発し、企業化まで育成するよう国家の強力な援助が必要である。

一方、石油化学においては各種工程で多様目的で塩素が使用されているが、塩素不足という現況からして、塩素の用途は塩化ビニル、トリクロロエチレンなど塩素が物質の構成上不可欠な要素のものだけに必要とすべきで、クロロヒドリン化した後で脱塩酸してオキサイドを製造

するなどの方法はできるだけ避けるべきと考えられるから、酸素酸化反応によるプロピレンオキシドの合成。高周波利用によるオキシド類の合成などに興味ももてる。

ついで石炭化学の分野について記述しよう。この分野では石炭の低温乾留、コークス化、脱ガス、効率よいガス化などが研究の中心である。また、タールおよびタール製品についての研究も比較的なされている。石炭化学は石油化学よりも歴史が古い関係もあって過去に多くの研究がなされているが、石炭構造学については測定機器の進歩により目新しい研究もなされており、石炭のコークス化の性質究明などに貢献するものと思われる。

最近においては採炭の機械化が進んだので、全産出炭中の粉炭など粉末状の石炭が割合増加しており、それから燃料を作ることや、有煙炭を無煙の家庭用石炭になるなどの研究が北海道を中心に行なわれている。また、石炭の地下ガス化なども面白い問題である。一方、タール工業では新しい経済価値の高いタール化合物の研究が用途開発を含めて行なわれているが、何か石油化学の影に隠れてしまった感がないでもない。しかし、将来ともに石油にのみ有機原料の大半を安心して任すということを前提に有機化学分野の研究を進めてよいものだろうか。

現代の有機化学で最も急速に進歩し、また発展しつつあるものの一つに高分子化学分野がある。前述の石油化学と高分子化学を合わせると、かつての鉄鋼業以上の感さえある昨今である。このような急激な発展の裏にはモノマーを重合する種々の触媒系の発達があることを見逃せない。したがって、今後の高分子化学の発展にも触媒の存在が相当な力を発揮するものと考えられている。

しかし、最新の理論を用いても触媒の作用を予言したり、最初から目的にかなった触媒を作ったりすることは、今だの感があるが今後の研究に大きく期待がもたれている。ことに触媒についての研究は古典無機化学的考察から得られる知識のみでは不十分であり理論の分野でも、実験の分野でも、他の学問分野における現代技術の力が必要とされており、研究が一段と飛躍するためには、高分子工業界がもっと力を入れて大学などの研究に協力されることを望みたい。

一部では、わが国の高分子化学工業はすでに安定期にさしかかったとさえいわれ、多くの好材料があるというものの、高度設備投資との関係もあって、需要の伸びとのアンバランスが問題となっている折でもあり、したがって、原価低減の方策を講じるか、新しい収益力の高い合成樹脂や合成ゴムなどの高分子物質を生み出すなどして、広い世界の市場で競争することが絶対必要な条件となってきた。

そのためにも、高分子物質の耐燃性、長期間における

劣化、帯電の問題なども含めて、国際競争力の上から国産技術の優秀なものを生み出さなければならない時に来ていることを認識しなければならない。

わが国の高分子化学分野の研究動向に現われた一つの特徴は、比較的物性に関する研究が多いということである。各種合成樹脂の単結晶、高分子球晶、分子振動などの構造に関する研究を含め、ゴム弾性、応力緩和、表面張力、樹脂の粘弾性、電気特性などの研究がそれであり、それらの中にはフィルムの延伸に関する研究、オリゴマーの物性、ポリアセタール樹脂としての β -シアノプロピオンアルデヒド重合体の物性など、工業的に注目すべき研究もある。

付加重合、開環重合、グラフト重合、重縮合などの研究分野においては、Natta 触媒、Ziegler 触媒などの触媒の研究、ポリアミド、カルバゾール環を有するポリエステル、耐熱性を有する芳香族系ポリマー、イソプレン単位をもつウレタンゴム、その他多くの研究がなされており、今後の発展が期待されている。また、比較的研究の進んでいるものに、フェノール・アクロレイン樹脂、レゾール・フルフラール樹脂などの合成や物性についての研究、アセトアルデヒドから直接ポリビニルアルコールを合成する研究、各種物質に対するビニルモノマーのグラフト化の研究などの数々があり、有機ケイ素化合物や有機フッ素化合物の用途面での開拓が工業的に行なわれようし、伸びゆく工業としての合成ゴム工業での種々の価値ある研究も見逃せない。

一方、合成繊維分野での最近の研究対象は、高分子物質—繊維原料—の製造における基礎的研究の補足であり、織物工業の観点から最適な合成繊維を得ることにある。すなわち、廉価な繊維を製造する研究、繊維に吸収性をもたせ、燃性をとりのぞき、染色を容易にするなど繊維の改質に関する研究がそれである。

これらの面から有機金属化合物を触媒とするオレフィン重合体の合成、ハロシラン処理によるポリオレフィン繊維の改質、複合繊維による繊維の改質、繊維に対するグラフト重合などの研究がなされている。また、新しい合成繊維が製造されるにしたがって、染色についても新しい問題が提起される。この問題を解決するためには、

染料と被染色体との関係を理論的に明らかにし、新しい合成繊維の出現に応じていけるような体勢を整えなければならない。特に混紡織物の染色は比較的不安定であるものが多く、金属錯化合物に関する知識や、物理化学の知識などが現在必要とされている。

そのために染料に関する研究はこれらの背景をもとに、ピリジン環を有するケイ光増白染料、P-ジスアゾベンゼン誘導体のポリオレフィン合成繊維用染料、新しい分散染料、種々の反応性染料など染色性を高めることを目的とする新染料の合成に関する研究がなされている反面、O-O'-ジオキシアゾ染料などの金属錯塩に関する物理化学的研究をはじめとして、光退色の問題、変退色の問題などの理論的研究も多くなされている。

また、織物工業においては、染色同様織物加工の問題が重要である。装飾、ヒダ付けなどの処理から織物の強化処理にいたるまで、新しい合成繊維が出現すればそれに適した特殊な処理が必要となり、消費者の要求に応じて、耐熱性、防水性、帯電防止などの加工剤が必要となる。これら加工剤としてのオリゴマー類の研究、繊維表面へのグラフト重合などの研究も注目すべきである。

以上、有機化学分野に関する研究動向について思いつくままに記述してきたが、イオン交換体、塗料、有機金属化合物、有機フッ素化合物、パルプ、天然高分子物質などに関する優秀な研究が数多くされており、それらについても研究の動向を記述すべきであるが、紙枚の関係で省略する。

3. 結 言

はじめに記述したように、新技術開発事業団の業務という狭い視野からみたわが国の研究動向の一部を、しかも、まとまりなく記述してしまったが、それにしても多くの優秀な研究が何時になったら工業の場で実施されるようになるのであろうか？優秀な研究ができるだけ企○化されるように筆者も職務上努力するつもりであるが、新技術開発事業団は資金的、人材・人員的に不十分であり、本誌をお借りして諸氏のご指導・ご鞭撻が新技術開発事業団の今後の発展につながることを記述して、諸氏のご協力をお願いする次第である。