学術研究と技術開発 —外山茂樹先生の最終講義—

中 村 正 秋*
Masaaki NAKAMURA

1. 私（外山茂樹）の略歴

私（外山茂樹、写真1）は、昭和28年に名古屋大学工学部機械科を卒業し、東京工業技術試験所（現 物質工学工業技術研究所）に24年間に在職しました。昭和53年9月、化学工学科教授として再び名古屋大学に戻ってきてから、もう足かけ16年になります。

大学に戻ってしばらくすると年度末になり、先輩教授達の最終講義を聞く機会に恵まれました。私もあのように立派な最終講義ができるだろうか、と思っている間に自分の番がまわってきました。国立研究所から大学へ、と私の歩んできた経験を基に、『学術研究と技術開発』について考えを述べたいと思います。

写真1 私（外山茂樹）の最終講義風景

2. 歴史にみる日本の高度経済成長と技術開発

愚者駆感情 凡人頼経験 賢者温歴史
という言葉のように、まず「温故知新」、歴史を紐解いてみたいと思います。

図1は国民総生産GNPと鉄鋼生産量の変遷の軌跡が一致しているとともに、GNPが1960年代後半から指数関数的に増大していることを示しています。また、図2は尿素、アンモニア、エチレン等の化学プラントの規模が同じ時期に大型化したことを示しています。この時期は装置のスケールアップに大いに力を発揮した「化学工学」という学問の存在感が認められ、化学工学科卒業生数が伸びた時代でもあります。

表1は、私が当時属していた通産省の技術政策の変遷を示します。1950年頃の日本はまだ敗戦国の様相を色濃く残していましたので、1950年から58年にかけての補助金・融資制度は、非常にわずかなお金を単に貸すだけの制度でありました。しかも、成功したら国に資金を返してもらうわけですから、成功率が90%くらいの極めて確かな事業しか選ばれないという実態で、本当の意味での

研究助成とは言えなかったわけです。

これに対し、1965年頃には高度経済成長の時代に入っており、お金を貸すと言うのではなく、研究にかかる費用については、人件費を含め国が全部見てやろうという制度が始まりました。これが1966年の大型工業技術研究開発制度（通称 大型プロジェクト、大プロ）で、今日までにたくさんのプロジェクトが取り上げられました

図1 日本の国民総生産と鉄鋼生産量の変遷

1994年5月11日受付

*名古屋大学工学部分子化学工学科

(〒464-01 名古屋市中千種区不老町) TEL. 052-789-3618

図2 化学プラントのスケールアップの変遷

表1 通産省の技術振興策の推移

1950 :	工業化試験補助金制度創設
1952 :	新技術企業化融資制度
1958 :	新技術企業化資金特別償却制度
1961 :	鉱工業技術研究組合制度
1966 :	大型工業技術研究開発制度
1973 :	Sun Shine 計画
1975 :	Moon Light 計画
1978 :	次世代産業基盤技術開発

表2 工業技術院大型プロジェクト

(表2)。

私は「海水淡水化」、「資源再生」、「廃熱利用」の3つのプロジェクトに同時に参与していた時期があります。それぞれのプロジェクトに開発官という課長クラスの技術行政官がついており、大部屋の窓側にずらりと机を並べておりました。私は国立研究所の専門家で、管理職という立場から頻繁にここに入出入りしておりました。当時の開発官の中には、後のペンネーム堺屋太一さんもおられました。確か「原子力製鉄」プロジェクトの担当で、いつも居眠りをしているような物理的に大きな顔が思い出されます。

3. 技術開発と学術研究

そういう雰囲気の中で私が考え、書かされた物の中に図3があり、「学術研究」と「研究開発」はどういう位置づけにあるかを表わしたものです。

私が扱った「海水淡水化装置」、「資源再生利用」、「廃熱利用」といったものは、社会的要請（ニーズ）において起こる『技術開発』の問題であります。それを支える科学的方策（シーズ）が必要であり、それによって技術開発計画ができ、パイロットプラントによって実証し、実用化計画ができていくわけです。

この間に行政官の仕事として、社会的なニーズを汲み上げて、支援の調査をする、あるいは調査活動をオーガナイズするといったことがあります。

図3 技術開発における要素活動の相関

一方、技術屋の方は目的研究を構築します。そのためには、さらに基礎研究も必要でしょう。また、研究をこのまま終わらせてしまっはいけないのであって、次世代へのシーズを探る。こういう流れの中で行うのが『学術研究』と位置づけられるでありましょう。

『学術研究』とはどういったものか、と聞かれることがあります。『道なき道に、道をつけるのが基礎研究である』という意見と、『ぬかるみの道を舗装するのが基礎研究である』という意見があります。次世代

シーズを探るのが、どちらかと言うと、“道なき道に、道をつける研究”でありまして、“泥道を舗装する研究”が支援目的研究と言えましょう。

4. 資源再利用システムにおける研究計画

このように技術開発と学術研究の関係を考えると、研究計画がすっと書けるのであります。ごみ処理の場合、ごみの発生→収集・輸送→破碎・分別→資源変換（焼成・熱分解・乾留など）→再生資源というプロセスを経ます。支援研究と学術研究とをどう結び付けると言いますと、研究手法の方は、数学的ソフトウェア・科学プロセス分析・粉体工学など根っここのしっかりした学術研究でなくてはなりません。表3のように、操作と手法のマトリックスの中にいろいろな研究テーマが書けます。これらを緊急にやらなければならない研究であるかを判別し、相互の関連を考え、図4のように時間系列的な計画を作成し、予算を立てます。

5. 国立研究所から大学への転進

技術開発と学術研究の関係をこういうように考えてきますと、やはり、学術研究は表3の縦のラインをしっかりとした根っこを持ってやらなくてはいけないということになります。それらをやる所は、やっぱり大学しかない。国立研究機関では、なかなかできないですね。

私も、大学に誘われたときに、これからもずっと研究プロジェクトをやっていくか、どうかを考えました。大型プロジェクトをいろいろやってみて、おおよそのことはわかった、これからは大学で基礎研究をやってみよう、ということで昭和53年に名古屋大学に移ったわけです。

担当したのは「移動現象論」講座でありますから、表3の縦のラインでは伝熱・流動などがこれにあたり、「海水淡水化装置」や「廃熱利用」に関連した基礎研究を行ってきました。

図4 資源循環利用システム開発における研究計画（PERT線図）

表3 資源循環利用システム開発における
操作と手法のマトリックス

	粉 碎	分 別	焼 成	熱分解 乾 留
数学的ソフトウエア	粉碎・分別閉回路系の設計 水処理プロセス設計 動特性・運転制御		焼成・分解炉設計モデル 動特性・運転制御	
化学プロセス分解	水処理プロセス反応機構		熱分解機構	
熱力学物性・平衡			熱分解機構の解析 生成物の気液平衡等物性	
伝熱反応工学	水処理プロセス反応解析 乾燥脱水過程の解析		炉内温度分布予測 分解反応速度の決定 (温度、O ₂ 濃度、圧力、 触媒) 燃焼試験	
流動物質移動		流体輸送 水篩メカニズム 風篩メカニズム	有害ガスの除去	
粉体工学	粉碎機性能評価	粉体の付着凝集性 分離性能の相関	粉体の挙動(投入・炉内・排出) 除塵 粒子設計	
機器機械構造	粉碎機構(試作) 実物試験	分別機構(試作) 実物試験 ポンプ・ブロー ワー	炉構造(流動層、流通管、 回転炉、充填層)	
装置材料計測	強靱耐摩耗材	耐食耐摩耗材	耐火材	耐腐食性ガス
システム	トータルシステム設計、テクノロジー・アセスメント SDによるゴミ質と技術予測 回収システム 資源化技術システム			

6. 学術研究としての粉体工学の始まり

もう一つの「資源再生利用」の問題で横断的にかかわっている「粉体工学」について述べたいと思います。

実は、名古屋大学の化学工学科は粉体工学にたいへん深いかわりを持っています。井伊谷鋼一先生(写真2)が、昭和31年名古屋で粉体工学研究会(現;粉体工学会)を始められ、昭和39年京都大学に移られるまで、この地で続けられました。井伊谷先生の後任として、神保元二先生が東京大学から名古屋大学に移られ、昨年退官されるまで、ここで粉体工学の研究をされました。

では、どのように粉体工学会が始まったかと申します

写真2 私是谁でしょう？(昭和32年頃)

図5 大山義年先生(外山茂樹描)

写真3 寺田寅彦先生と大山先生へのはがき

と、当時井伊谷先生は30代半ばでありますので、もう一代年配の大山義年先生(図5)を初代会長にお迎えしたわけであります。では、大山先生とはどのような方であったかと言いますと、東大の造兵科を出られてから理化学研究所の大田内研究室に入られ、談話室でいつも一緒にいる寺内寅彦先生(写真4)とたいへん親しくなられました。

最近の学生さんに「寺田寅彦先生を知っているか」と聞くと、ほとんどが知らないと答えます。寺田先生は、夏目漱石宅に出入りしていた文人科学者で、俳句を作られた方です。その寺田先生が次のように書いておられます。(一部の漢字を改めた)

“要するに此等の問題の基礎には「粉」という特殊な物の特性に関する知識が重大な与件として要求されるにも拘らず、其れが殆ど全く欠乏して居る。……流体だけの運動をいくら論じてても完全な解釈がつきさうにも思われない。粉状物質の堆積は、瓦斯でも、液でも、弾性体でもない別種のものであって、此れに対して「粉体力学」がある筈である。近頃、土壤の力学に関連して大分此の方面が理論的にも発達して来たやうではあるが、それは併し殆ど皆静力学的のものであって、「粉体の運動」に関する研究は皆無と云っても過言ではない。”

—「科学」(第3巻第2号、昭和8年2月、p.73)—

これが、「粉体」という言葉を述べた最初の文献であ

るかどうかを証明することはむづかしいが、かなり初期のものであったことは確かであると思います。

いずれにしても、ガスでも、液でも、弾性体でもない「粉体」が大事であると言っておられるわけで、これに早速答えて、大山先生が論文「水平回転円筒内の粒体の運動（第一報）」（昭和8年10月27日受理、理化学研究所彙報、第12号、p.953）を發表されています。当時、大山先生は独立し、台北帝国大学で研究されていたので、抜き刷りを寺田先生の所に送ったわけです。その返事が写真4です。

“台北市 帝国大学理農学部 大山義年様

東京本郷……寺田寅彦

……本日は抜刷六部……右五部は同好の志に分与……御研究は小生年来夢み居る粉体力学への第一歩として非常に面白く何卒此方面につけて……

一月十七日”

きちんとした装置と昭和8年当時としては相当新しく、高価であったと思われる「活動写真撮影装置」を使った実験をしておられます。私はその25年後くらいに、ロータリーキルンの中の粉体運動を勉強し、この論文を読みましたが、これを凌駕するデータを出すことは困難でありました。立派な方は立派な研究をされた、と当時から大山先生を尊敬申し上げておりました。

その後、大型プロジェクトのいろいろな委員会の委員長に偉い先生を担ぐと、委員会がうまく行くものですから、大山先生に“今度も私が猿廻の猿でも、何でもいたしますからよろしくお願いします”と言いますと、大山先生は“いや、猿廻の猿は私でしょう”と木っ端役人の浅ましい性格を見すかされて、周章狼狽したこともありました。

7. 文人と科学者—粉と粒

寺田寅彦先生の俳句を紹介します。

栗一粒 秋三界を 蔵しけり

この句がある論争を巻き起こしました。「栗」（くり）でなく「栗」（あわ）ではないのか、というものです。

俳句を愛好する方達が、“科学者である寺田先生が、栗という大きなものを一粒と言うわけがない、これは栗に違いない”というような背景のもとに、「栗」という

結論を出されたのであれば、私はがっかりします。はたして、「栗」に「秋三界を蔵しけり」という風情があるのだろうか、と私は思います。

粉体工学を専門とする私が「栗」に秋三界を情緒的に感じ、俳句を愛好する方達が「栗」は粒ではない、と理屈をいう。これは、一つの象徴的なことと思います。話は飛躍しますが、これからのサイエンスは情緒的なことも大切になってくるはずであります。「知情意」、いずれもしっかりとしていなくてはなりません。

そこで、俳句を全然習ったことも、やったこともない私が、粉体のことに関連して一句作ってみました。

霧一粒 地球環境 蔵しけり

サブミクロンの霧滴（ミスト）を作り、これに亜硫酸ガスを流す。一方は、鉄のダスト粒子を含んだミストに亜硫酸ガスを流す。そうすると、鉄ダストを含んだミストには硫酸塩が生成します。こういうエアロゾルの研究論文を読んで作ったのがこの句であり、霧の一粒、一粒でも調べてみると、やはり地球環境が反映していることがわかるというわけです。これもまた粉体工学でありまして、粉体工学では粉の大きさの範囲を特定しているわけでもなく、それがまた液滴であってもかまわないのです。

そこで冒頭に出したあやしげな漢文まがいのもの

愚者駆感情 凡人頼経験 賢者温歴史

を見直してみると

覇者駆創意 古老頼経験 役人温先例

ともいえそうです。しかし、いずれも人間を「愚者」と「覇者」に分けているところがしっくり行かない。「知情意」のバランスは、誰にも求められるものなのです。愚者を粹人、凡人を識者と置き換えてみます。

粹人駆感情 識者頼経験 賢人温歴史

（情） （意） （知）

どれもこれもうまく行かない内に、ちょうど時間となりました。

最終講義 中味の悩みも これで最終

（完）

（写真2の答え）井伊谷鋼一先生（中）、青木隆一先生（右）、神保元二先生（左）