

## 座談会

## 物理と化学のゆくえ



座談会会場 全景(本所会議室)



司会・永井芳男氏(左) 富永五郎氏(右)

**司会** 20 世紀の後半は科学が素晴らしく発展するといわれていまして、すでに宇宙ロケットなども、現実化してきています。この際に物理と化学、理学と工学、技術と生産というような問題で大いに語り合い、将来への希望や注文をもつと共に現在の基盤を固めて行きたいと思っています。多方面の分野の方々の御参加を得ましたので、お話は必ずしも科学全般に亘らなくとも結構と思いますので、お気軽に話をお進め下さい。まず、物理と化学の件からどうぞ。

## 1. 物理と化学

**末岡** 私は、非常に独断的な考えであるかも知れませんが、こんな風に考えたのです。一応、歴史的な観点か

らみますと、初期の物理学というのは、18 世紀から 19 世紀にかけて、いわゆる巨視的なものを対象にして発達したわけです。ニュートン力学から始まって電子理論あたりまでがいわゆる物理という形で呼ばれ、それからその当時、それに対応して化学と呼ばれたのは、いわゆるアルケミストの結果を基盤として発展した形のもので、そういう形で、割合に両方の分野がはっきり区別ができていたと思うのです。ところが物理学が非常に変貌したのが、19 世紀の末葉 1890 年頃を境にして、X 線の発見、原子の自然放射能の発見、それから近代物理学の始祖であるといわれる放電管の発明、そういうような発見が、物理学に典型的な変貌を来したと思うのです。それから、物理学というものは、いわゆる巨視の世界から極微の世界に入ってきたと思うのですが、それが現代でいえば、原子とか原子核の物理学の、濫觴になっていると思うのです。実はこの微視的な世界は、最初は、化学の対象であって、19 世紀の化学が分子・原子の考えを確立した功績は非常に大きいわけです。その後、いわゆる量子力学が微視的な世界を解き明かすところの基本的な法則であるということがわかってきたわけで、したが

## 内

1. 物理と化学
2. 科学と工学
3. サイバネチックスーオートメーション
4. 化学工業と機械工業のオートメーション
5. 土木オートメーション
6. 品質、材料の問題
7. バクテリア
8. コストと機構の問題
9. スペシャリゼーション
10. 労働賃金の問題
11. アセンブリ工業
12. 生産性

## 容

13. インフェリオリティ
14. 必要さの問題
15. 建築関係は?
16. テクニカル・エクスチェンジ
17. カメラ、トランジスタ・ラジオ
18. 研究費
19. ヒューマンティの問題
20. エンジニアとテクニシャン
21. コンサルティング・エンジニア
22. 研究の蓄積
23. 使命感

## 出席者

井 口 昌 平	(東大助教授・生産技術研究所・水工学)
斎 藤 成 文	(東大教授・"・応用電子工学)
末 岡 清 市	(東大教授・"・応用数学)
関 野 克 雄	(東大教授・"・生産技術史)
高 橋 武 雄	(東大教授・"・有機工業分析学)
平 尾 収 三	(東大教授・"・内燃機関学)
福 田 義 民	(東大教授・"・化学工学)
松 村 担 三	(日本生産性本部・技術相談課長)
松 下 幸 雄	(東大助教授・生産技術研究所・鉄鋼製錬工学)
司会 富 永 五 郎	(東大助教授・"・物理機器学)
" 永 井 芳 男	(東大教授・"・有機合成化学)

(五十音順)

ってそういう立場から見ますと、それ以前に化学の方で原子だとか分子というのが、実験を通していろいろ考えられてきたのですが、そういうものが理論的に完全に解かれたといっても過言ではないと思うのです。実際問題として



末岡清市氏

は、数学的な困難とか、いろいろな問題があって、説明できないようなところがありますが、したがってそのためにはモデルをとるとか、そういうようなことで説明していくというやり方になるわけです。しかし厳密に言えば、化学の問題は量子力学の完成によって完全に解かれたといっても、僕は過言ではないと思う。そこで結局はその辺から物理と化学が非常に接近してきたわけです。現在でもたとえば化学物理という物理と、物理化学という化学があって、片方は物理学者の方から、片方は化学者の方から出てきているわけです。そういうなりたちは別として、内容的には全く同じものを扱っているのではないかという気がする。そういう意味で、化学のそういった分野は、物理学の中に包

含されたというように私は解釈しています。したがって化学の特徴的なものというのは、何かほかにあるのではないだろうか、あるいは実験的な方法とか、研究方法であるとか、そういうところにあるのかも知れませんが、私はよく化学のことはわかりませんが、少なくとも化学の理論と呼ばれる物理化学というものは、完全に物理学の中に包含

会場全景(反対側より)

されると私は解釈しているわけです。その意味で物理学がミクロの世界に入ってくるに従って、化学の基本的な理論というものは、物理学に包含されておるということで、物理と化学との距離が、非常に近寄ってきたということがいえると思う。しかし、一方、それだからといって、化学は完全に物理学の中に包含されたかということ、そうではないと思う。それがどういふところにあるか、実はそういった点を私は伺ってみたいわけです。

永井 物理の方が変化という範疇の方に包含されたという表現はいかがですか。

末岡 それは、物理学の法則性というのは、昔から一つのきまった行き方に立っているわけです。一番初めニュートン力学から出発して、ニュートン力学のいわゆる機械観というものをいろんな現象に押し広めた、最後には電子理論にまで行ったわけです。電子理論は最初は機械観の発展として生れたものですが、このニュートンによる古典力学は相対性理論で一応の終結をして、それでミクロの世界に入る。そうしてミクロの世界も、最初はニュートン力学を使って調べられたわけです。ところがニュートン力学では説明できないところが、たくさん出



来したがってそこに新しい力学が必要だというので、量子力学が生れてきた。量子力学というのは、ニュートン力学に対して、全然別なものではないわけです。物理学の発展というのは、いつでもそうですが、過去のを内包的にしていってわけですね。ですから、ニュートン力学は、量子力学の中のある一つの小部分をなしている。言い直すと、ある一つの近似をとったときに、それが成立するはずですね。ですから量子力学は、そういう意味で非常に立場が広いわけですね。いわゆる微視的の現象で、今までニュートン力学で説明されたようなことは、当然そういう意味で量子力学によって説明されるわけですね。事実そういうことは、数学的にも証明できる。その意味で、物理学の発展というのは、過去のをいつでも内包するように発展している。その立場からいって、量子力学は完全に物理学の理論ですね。ですから化学が物理を含んでいるのではなくて、化学が物理の中に入ってきたというように私は解釈するわけですね。



山岡義一氏

福田 化学と物理学との区別というのは、なかなかむずかしいと思うのですが、化学とは何かというと、やはり相当論理的にいかなければ、これはだめですね。普通、いわゆる化学基礎論なるものは、実に論理性がない、飛躍している、すぐに化学的性質とか、それから化学反応なんという、これが

堂々めぐりするのです。

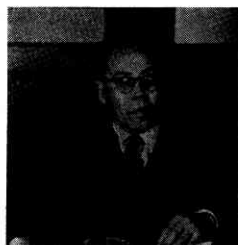
末岡 化学というものは、そういう議論をしていったら意味がない。というのは、化学反応論というのも完全に量子力学の立場から説明せられるし、またそうあるべきものだと思います。ですから、化学反応論を持ってきて、それは化学の本質だといわれても困ると思います。

福田 そうですね。たとえば化学反応とは物質の化学的性質の変化であるという定義をし、また化学的性質とは化学反応によって変る性質であるという定義が堂々めぐりしているように思うのです。化学的現象というのは、もとえ返せる現象でないとか、物理的現象とはすぐもとえ容易に返せる現象だとか、そんなことをいったら、たとえばマッチの軸を半分に折ったような場合でもなかなかもとえ返らぬですよ（笑声）。そういう実にテンタティブなことで基礎を積み上げている。だから頭のいい学生には、なやましいことになる。だからこれはもう少し論理性を持ってやっていかないと……。オストワルドの初めの化学基礎論といいますが、あれには大分苦心してありますが、これも版が変わるとこの点を大分書きかえてもあるのですが、やはりうまくないですね。今度暇があったら、ゆっくり僕の見解を……。

末岡 私は普通にいわゆる化学論なるものは、大抵19世紀の化学を基礎にしている、20世紀の化学というの

は、非常な変貌を来たしているわけで、たとえば、化学者と呼ばれている人で、実は物理をやっている。その実験の方法にしても、マイクロエーブのスペクトルスコピーを使うとか、X線を使うとか、電子回折を使うとか、そういう物理的な方法によって、物質の性質を調べている、それは化学といっているけれども、やっていることは物理だと思うのですが、いかがですか。少し極言かもしれませんが、私はそういう感じがするんですが（笑声）。

高橋 そういうふうに言えるでしょう。けれども、逆



高橋武雄氏

に、ほかの面からいえば、結局、もう今までの化学、19世紀の化学ではだめですから、結局新しい物理現象をつかまえて研究をやらなければ、化学の研究は今日ではできないということになってきます。

だから化学が物理の方に入ってしまったか、物理が化学に入ってしまったか、それはわからないですね。

末岡 そうだと思うのです。僕の心配するのは、相当な部分が物理の中に入っている。それは事実だと思うのです。ただ問題はそれから出発するのですが、それでは果して、もっとも化学的なものはどういうものか、それはその定義もしてないからわからないのですが、しかし何かそういう化学の特徴的なものが、どこかに残っているようなアンビギュアスな気がするのです。それは私にはわからないのですが。

福田 それはいろいろ厳密に考えると、いろんなことが出ますが、さっきあなたのおっしゃったように、だんだん物理学が食い込んできているというのは、要するに物理の一分科ということだと思うのですが、大ざっぱに言って、原子というのは、さつき言ったように物理学、それから分子についても気体論とか、個体論とか、これは物理にいつてしまうわけですね。結局、化学というのは、分子それ自体の変換をもとにした学問、あるいはそれを利用した学問……。

末岡 その点からいきますと、化学物理は物理じやないのですか。

福田 そういうことを考えているのではありませんが、化学物理で今のプラスチックが作れるかというというと、それはそうはいきません。

末岡 だから、高分子とか、有機化学とかいうことになれば、それは相当に化学的なものだと思うのです。物理的な方法では、なかなか探索のしようがない、その意味でそこら辺に何か、純化学的な方法と呼んでいいかどうか知りませんが、そういうものが残っているような気がするのです。が、それは私の漠とした感じだけでよく

わかりません。

**福田** それは方法というもので、そのあとに問題がある。昔から化学的操作とか物理的操作とかいうけれども、これも……。

**末岡** そうですね、歴史的な区別なんでしょう。

**福田** 化学的操作といっても、二つのものを反応させる、それを化学的操作というが、反応させるために条件を与えてやれば、反応はひとりで起る。結局、ピーカに人間が薬品を入れてやったり、下から加熱してやったりするだけです。それに物理的とか化学的とかいう区別はないですよ。ちょうど卵を人工孵化するといったって、あれは人間が孵化しているわけじゃない。暖めてやるわけです。卵はひとりでにかえっている（笑声）。ですから、化学的操作とか物理的操作とかいっても、人間の行う手段そのものに変わりはない。結果において分子の結合力で新しいものができたというだけの話です。

**末岡** 操作自体は同じで、対象もほとんど同じであつたら、全然区別はないと思いますが、どうなんですか。

**富永** 取扱い方が違うのじゃないですか。今ここで区別を厳密にしろというのは、これは愚だと思うのですけれども、しろうと考えて申しますと、化学というのはどうなんですか。化学反応なんかに一番その化学的な特徴があるのじゃないかと思うのですが。



富永氏

**末岡** 僕もそう考えるのです。ただ非常に漠とした区別で、物理的な方法というのは、電子回折を使うとか、X線を使うとか、光学的な方法を使うとか、そういうのだったから、一応歴史的に物理的な実験方法というような名前をつけてもいいと思うのです。化学的な反応を使うような方法であつたら、まあ歴史的な意味ですがね、区別といっても……。

**富永** 化学的な反応を、その原子間引力とか、分子結合力とか、そういうメカニズムとして追究して行くと、これは物理になると思うのですが、それを現象論的に取り扱うときには、化学であるというような感じを持っているのです。

**末岡** 現象論的といいますけれども、原理的には量子力学で全部解けるはずですが、ところが数学的な困難のために解けない。モデルを作って、そのモデルでやるわけでしょう。このモデル的な方法というのは、今の今まで化学者のやっていた方法になるのじゃないですか。これは非常に大ざっぱな考え方です。いま一つの例をとると、たとえば有機化学の方で共鳴なんていうのをよく使います。非常に大ざっぱな考え方だと思うが、あの考え方自体が、量子力学から拝借しているのです。そういう勝手に作ったものの共鳴でもって結合に効果があると

かないとかいう説明をしているわけです。

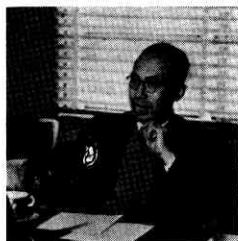
**富永** あれは、やはり本当は物理なんじゃないですか。僕は、区別はどうでもいいと思うのです（笑声）。そういうところでむしろこれは、物理か化学かわからなくなっているということが、最近の特徴なんじゃないか。そういうことは、何もそういう基礎的なところだけじゃなくて、もっと実践面というか、今の技術とか工学に結びついた面でも、そういうふうになってきているのじゃないでしょうか。たとえば最近の高分子、石油化学的なものとか、そういうようなことの中に、ただ昔のように酸素と水素をまぜて火をつけると水になるというようなことだけでは済まないようなことになっているのじゃないですか。

**高橋** 今日では、とにかくそういう化学反応を一応物理的に、物理学者としての立場から説明しようというやり方になっています。結局、化学反応の際、ラジカルが一瞬瞬間的にでき、すぐ同じラジカル、または他の種類のラジカルの中に反応が起ってしまう。そういうものを今までは想像していたのですが、このものが実際に証明されるようになってきた。それは常磁性などの物理的な性質の変化をはかる、そういうふうに、化学反応というものも、だんだんと物理学者が取り扱うというふうになってきたわけですね。

**永井** 先ほどの量子力学で全部解けてしまう——これは極言ですが、化学も解けてしまうというお話ですね、そうなんだけれども、その手の届かないところを化学がやっているのだというふうにはいけませんか。

**平尾** 手の届かないところは何かということになるわけですね。

**高橋** 物理学者に基礎的なことを解いていただくのを待っているわけにいかない。だから一応大きな仮定を置いて、そうして、それによっていろいろ乱暴な説明をしたり、またそれで次の新しい化学反応を考えたり、説明したりしているわけです。



平尾 収氏

**末岡** だから私がいったように、化学物理と物理化学は、そういう意味で、物理と化学の広場みたいなものなのでしょうね。

**富永** 僕は、さっきの区別がなかなかつきにくいというところに特徴を求めて、そういう点から最近の——最近といっても、第二次大戦以後の科学技術の発展といいますか、そういうような問題をみていくと一つの特徴が出てくるのじゃないかという気がするのですが、そういう点はどうか。

**高橋** それは非常に変わりましたね。つまりそれは結局、物理的ないろいろの方法、装置が——第一、物理的

性質を精密にはかる装置がいろいろ進歩したですね。エレクトロニクスの発達で、ですから、それがすぐに化学の研究のいろいろな方面にも、化学工業の上にも応用されてきて、非常な進歩です。つまり物理の研究によって化学だけでなく、応用化学も、その影響を非常に受けているわけです。

**福田** 例のアセチレンですね、ああいう危いものを——あれは激しい性質がありますからね、うっかり1気圧か2気圧に圧縮しても爆発したりする。そういうものを使って、レッペ (Reppe) 反応なんかやる。あんなのえらいことですね。もっともこれは、方法論的なものになりますが、アセチレンを作るのにも石油化学など……。

**平尾** 物理と化学というものは、昔は概念がはっきりしているような気がしていたのですが、今はそれがだんだんぼやけてきているのですね。そういうものはほかにも、たとえば燃焼だって、非常にはっきりしているかと思ったら、このごろはウランも燃えるのだなんということになって (笑声)……。

**福田** 燃えるという定義が変わっている。

**平尾** 燃えるという概念が変わっている。そういうものがたくさんあるのじゃないですか。大体同じ表現を用いても、内容が変わってきている。だから昔は違っていたが、今は、物理といっても、化学といっても、内容は同じなのかな。

**末岡** 僕は内容を同じというふうにいっていただけても、こういう考え方も一つあるのです。それは要するに、さっきいったように、19世紀の終りから、物理学の主要な観点というか、主要な対象というものが、むしろ原子核に移っているわけです。ですから原子とか分子という問題は、量子力学が完成して以来これは原理的に説かれているというように考えて——物理学の対象としては、あまり興味ある対象ではないわけです。興味のある対象は、むしろ素粒子だとか、原子核とかそういう方面にいつている。ですからもちろん、物理学者で原子とか分子をやる人は、非常に数も少いわけです。だからむしろそういうところに化学の分野が残されているという考え方もできるのです。

**平尾** そうすると、今の純粋理学における物理学が目ざしているものと、化学が目ざしているものとどうなのかという問題なんです。一体、純粋化学では、今、どうことが問題になっているか、その問題になっていることが、物理学と同じようなことであるのか、あるいは、違った面があるのかというようなことかしら。

**高橋** おそらくそれは同じであると思うのですが、同じというには、まだ少し先があるかと思いますが。

**永井** 生化学なんかは今世紀後半の興味あるところですね、生物理なんていうのもあるでしょうが、ある程度の解決は化学の方が先にあるでしょう。また、化学合成は

化学における最終目的の一つです。物理も物理化学も合成化学のためにあるという議論もあります。

**末岡** 今、僕があとでいった言い方によれば、少し違うところがあると思うのですが、というのは、物理学というものは、細いものからさらに細いものへと先へ先へと構造をどんどん追究するわけです。原子の構造を調べて、それがわかってしまうと、すなわち、量子力学が完成すると、次の構造、すなわち原子核へと入っていく。視点はもう原子核の構造を考えるという方向にあるのです。これが物理学の主流がたどろうとする方向であるわけです。その残された原子やなんかの問題——量子力学で原理的に解かれているだけで、実際問題としては解かれていない。たくさん問題は残っている、そういうふうにかく問題が残っているところをむしろ化学がやろうとするのじゃないかという気がするのです。

**福田** それは案外そうかもしれません。

**末岡** それはよくわからないですがね。物理学の進んでいる方向というのと、化学が進む方向というのと、何か方法論的に違うのじゃないかという気がするのです。

**平尾** そうすると方法論的に、第三の何学か知らないけれども、そういうものも考えられるということですか。

**福田** 原理的に、方法論的に違うのです。化学がやっていた方法論も——しかし借用はできますね。

**末岡** それは事実ありますが、たとえば核融合反応に行きますと、今度はプラズマなんというような問題が起きてくる。プラズマの対象というのはガス体です。原子核と電子がばらばらになっているようなガス体ですから、原子核を調べるのとまた違った立場が出てくると思う。

## 2. 科学と工学

**富永** 中間的な結論だと思うのですが、物理と化学とは、やはり方法論的に違う。

**福田** 方法論的にみて大きな違いがある、ほかにもあると思う。

**平尾** 技術とか工学とかいう立場からみれば、それは同じでも違ってもかまわぬわけです。

**富永** そういうものを自由に駆使すればいい。

**井口** 私は物理学と化学との区別というようなことは、観念をはっきりさせるために必要だとする立場もあると思いますが、プラグマティズムのような立場からすれば、その必要はないのではないかと思います。

**福田** そこから話を進めていく

井口 昌平氏



場合、そういう混乱なりアンビギュイティをなくするために、いわゆる化学者のいう、とか、物理学者のいう、とかいう工合に話を進めていったらどうですか（笑声）。

**富永** それで私、司会的立場から申しますと、だんだん技術や工学の方面へ入っていくために、物理と化学というものは、やはり戦後特にこの区別がはっきりしなかったと思うのですが、そういう特徴を頭に置きながら、戦後の技術というか、工学というか、その辺がよくわかりませんけれども、その特徴をどなたかに述べていただいて、そこからまた一つの新しい問題を出していただきたいと思います。

**末岡** 僕は戦後の新しい特徴という意味に解釈して……それは確かにあると思うのですが、そういう意味よりもむしろ大きいことは、物理学の研究方法というのは、工学に相当大きな影響を持っているのじゃないかと思う。というのは、原子核であるとか原子力というような問題が出てきましよう。そうすると、いわゆる大工場の実験的な実験ということが問題になってくる。高電圧装置と言いましても、これは工学の問題がたくさん入るわけです。そういうような意味で、物理学の実験方法の新しい革命というか、そういうことが原子核の発見と同時にどんどん発展しているわけです。そういうものが何か僕は工学に影響を持っているのじゃないかという気がするのですが、どうですか。

**富永** それは逆にいえるのじゃないですか、工学的な進歩がないとできないと……。

**末岡** それはそうでしょう、もちろん。

**富永** それで、むしろ実験装置の方からいうと、工学の進歩に、追隨している方が多いという気がしますね、そうじゃないですか。

**末岡** そうでもないですが、それは確かにいわゆる工学と純粋の科学との密接な関係というのは非常に重要です。それは、数学についてもいえるのですが、日本のいわゆる和算というものは、非常に高い程度まで発達したでしょう。それが世界の数学におくれをとった理由は、決して偶然じゃない。それは背景に工業がなかったからです。工業もなし、実験物理も何もないわけです。ただいわゆる遊戯としての数学だけが発達した。それだから、あれだけで発達しなかった。そういう意味で、ニュートンとかライプニッツとかいう人たちに比べて遙かに価値が低くなってしまうわけです。内容的には同じものをやっっているが価値が低いというのは、そこにあるわけでしょう。そういう意味で、工学というのは、いつでも純粋科学の背景にあるわけです。それなしには純粋科学なんて発展できないと思う。それはむしろ最近の原子力とかそういう問題に端的に現われているのじゃないですか。

**平尾** それは確かにそういうことはあると思うので

す。ただ、原子力となると、これは工学だと思う。これは、とにかく出てきたものを使おうという立場から研究しているわけでしょう。だから、やっていることは、たとえば核研と同じであっても、片方は工学で、核研はとにかく原子核の構造を究明するのが目的であって、これは理学ですね。そういう意味で、原子力研究所の目ざしているものは、理学ではない、完全な工学です。人は物理学の人やなんかであるかもしれませんが、やっていることは工学です。だから、そういう意味で、それがどうかということは、まさに工業がどうかという問題なんです。けれども、核研のようなものの進歩がどうかということは、一応はその経済的なファンドがどれだけ得られるかという問題では、利用しようとする立場からの援助がどれだけあるかということ、それは現実の問題として影響するだろうと思うのです。何というのかな、そういうことは別にすれば、これが工業のバックとかいうことは、原理的にはないのじゃないかという気がするが、現実の問題としては、こういう大きな装置が要るのだけれどもそれは作れないということはあるかもしれません。

**末岡** それはあまりにも近視眼的な見方じゃないですか、やはり純粋科学というのは、歴史的に言いますと、工業の背景なしに発展したものは一つもない。その背景があるから発展した。その端的なものは、日本の江戸時代の科学というのは、背景がなかったから発達しなかったのだと思います。その意味でそれは密接な関係があると思います。

**富永** 確かに往復の関係もあるでしょう。

**末岡** 往復の関係はある、お互いにインターラプションしながら発展していくわけです。目的は違うけれども、

**富永** えてして純粋の理学の方からの要求というのは、工学の方からみると、とんでもない要求があるのじゃないですか。今、末岡さんがいわれたような……。

**末岡** 工学というのは、そのようなとんでもない要求を反射して、いろいろな発展になっている。

**平尾** それがエポックになって工学が発展しているのは事実です。

**富永** たとえば私の方で、非常につまらない例かもしれませんが、高電圧の非常に短いマイクロセカンド以下のパルスが必要とするような場合があるのです。その場合に藤高さんに御相談しますと、実は電気工学の方でもそれは問題がある。けれどもあまり要求が強く出ないものだから、まだ手をつけないのだが、お前の方で要るのなら一つ本気になってやろうかという話がありまして、私の方も、もしやっただければ非常に助かるし、それがまた高電圧の工学の方に、発展の契機になるのじゃないかという問題もありますから、要するに一つの往復的な関係は多いと思うのです。

### 3. サイバネティクス-オートメーション

永井 化学と工学の関係もそうでしょうね。

末岡 それは一般工学と科学の関係であってもいいと思いますが、福田先生なんかそういうことを感じられるのじゃないですか。

福田 一般の工学と化学ですか。

末岡 化学……少くとも化学と工学というのは、この頃オートメーションとか何とかいわれるが、自動制御の関係があるわけですね。そういう意味では、工学と非常に深い関係があるわけでしょう。

福田 オートメーションというのは、非常に広範な応用で、事務室の中にも入っていつているのですからね。これはオートメーションの立場から論じなければ——化学の立場から工学を論ずるとやはり……。

平尾 だけれどもオートメーションという言葉が最近できて、盛んに言われるけれども、昔からそれが目的だったので、たとえば蒸気エンジンにしても、昔はバルブの切りかえを手でやっていたわけです。それを、手でやるのはめんどくさいから、どうせ動いているものがあるのだから、それを使う、それが一つのオートメーションです。みんなそういうことで出てきているので、目的はオートメーションそれ自体なんだ。昔からいかにして手をかけないでやるか、動力の発明だってそうでしょう。人間が手でやっていたものを、ああいうモティブ・パワーで置きかえる、これが一つのオートメーションです。そういうことからきて、全部その一連の延長です。

福田 今、あなたのいわれたことは、これはむしろオートメーション前の機械化、その一歩で……。

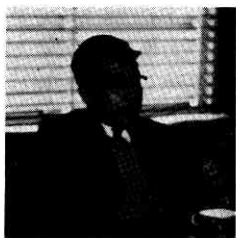
平尾 それは昔からやっているのを含まないで、もっとそのさきからオートメーションといっているのがあるんですがね。

福田 それを切り離して単独に使っているのが、例のワットの蒸気機関のときにフライホールガバナなんというのがある。あれは自律の制動ですね。オランダ人が風車を、風向きが変っても、いつも風の方に向けるというしかけがある。あれがやはり自律制動でしょう。

富永 最近特にオートメーション、オートメーションといわれてきた理由は何ですか。

平尾 いや、理由はなんというよりも、だれか言い出して、みんなが使いだした。

末岡 言い出したというよりも、オートメーションということが、サイバネティック



斎藤 成文氏

スという形で、一つの論理体系を持ってきたのじゃない

ですか。

斎藤 それは逆でしょう。ああいうものが、戦争中、生産増強の必要上オートメーションの方向に進み、これとエレクトロニクスの進歩により、検出および制御のエレメントの発達と相まって、今日のような姿になった。それで、サイバネティクスというもので学問的にそれを解明しようとしている。

平尾 だから今までとにかく相当積み上げてきたものを、ある立場から統一的に利用しようというのが、学問の進歩だと思いますね。

富永 具体的な発展の中には、エレクトロニクスの進歩というものは、技術的な水準ということが、本質的な役割をしているように見えるのですが、そういうことはいないですか。

松村 私の方で、オートメーションとか技術革新を日本経済と結びつけていろいろ調査研究をやっているのですが、オートメーションを問題にするのは、その概念や定義を問題とするものではなく、オートメーションを導入するにいたった動

機と過程、その効果と影響、すなわち経済問題、雇用問題が大きくクローズアップされております。ですから、フィードバック技術を基礎としたもの以外にトランスファ・マシンを中心とした搬送の自動化、加工の自動化や計算機を主体とする情報処理もオートメーション化の段階として論じられております。

福田 オートメーションの準備的段階ですね。

松村 雇用問題に結びつけますと、単なるナライフrais盤とかナライ旋盤でも、雇用には非常に大きな影響をあたえますので、一応広い意味でオートメーション化という人がおります。オートマティック・コントロールまで含めると、パワープラントは、30年、40年前から自動制御をやっておりますし、ボイラー・ルームでも昔からやっております。

福田 フィードバックという一つのシステムがないと、本当のオートメーションとはいえない。

松村 ——と思います。トランスファ・マシンのようにシークエンス・コントロールというか、工作機械の連続化が総合され、結果が原因に反映しないで、次から次へ、あらかじめ定められたプログラムで処理していく方法ですから、フィード・バックシステムではありませんが、一般にはオートメーションといっております。

福田 それはテレビや新聞広告にオートメーションと書くと、いかにも効果が大きいようにみえるという点もありますが、もともとオートメーションの真の姿というのは、戦争中の高速飛行機を追いかける、あれが、人間の照準では間に合わぬ、照空灯でやってもどこかへ行っ

てしまう、それじゃいかぬというので、自動的に追っかけるというのですから、これは今の本当のオートメーションです。

**松村** コンピュータを使うわけですね。マッハ1とかマッハ2になりますと、たとえば今の戦闘機でねらったところで撃つのでなしに、こういう状態で引き金を引いているわけですね、これはコンピュータでもって計算しなければ出てきませんから。

**平尾** だからそういうのは、いわゆる計算器制御というようにことでいって、はっきり区別するわけですね。

**福田** 太平洋戦争でアメリカが勝ったのは、何も原爆で勝ったのではない。あれはプロキシミチー・ヒューズといいますが、高射砲弾の先端にマグネシウム電池で電波を出して、それが飛行機にぶつかって返ってきて、それでその飛行機の近づいたところでスポンと撃つ。それからレーダ、それから B29 と、この三つをあげています。ですからある部分は、ああいういわゆる対空兵器のあるオートメーションですね。

**松村** 広い意味ではエレクトロニクスとハイドロニクスと二つだけだというのですね。

**富永** それで、近代技術の特徴にオートメーションということの一つ置くということはどうですか。さっきちょっと技術革新ということが出ましたが、技術革新と言われている中に、オートメーションと合成化学ですか、そういうようなものを中心に置くという議論が多いように思うのですが。

**松村** 議論と言いますと、イノベーションの中にどうしてもオートメーションが入ってきてしまう。産業別に分けますと、特に化学工業方面には、オートメーションの導入が、比較的広く入っている。それに対して機械工業の分野ではおこなっている。それから、合成樹脂とか化学繊維、あるいは石油化学、紙パルプという面では、オートメーションの装置がどんどん導入されてきている。しかしプラント全体のオートメーションというのは、まだないのです。ある工程のオートメーション化ということはありません、原料から製品までいって、製品の品質水準によって原料をコントロールするような、そこまで広い意味のオートメーション・プラントというものはまだない、こういうことが言えると思います。

**斎藤** 先ほどのお話のように、ループがだんだんフィードバックしていくのがオートメーションだといわれたけれども、ループがだんだん広がっていくというのは、これは当然の成り行きですね。初めは人間だってオートメーション、ここでもプロセス・コントロールのことですが、その中の一エレメントとして考えることもできる。そうすると人間がやっているというのは、やはりコントロールしてやっているわけです。人間の1人のところでループになっていたのが、今度は一つの工程の中

でループになる。まだ工場全体がループになっていないといわれているけれども、だんだんそういうふうにはオートメーションというのは、ループが広がっているわけです。オートメーションのループが広がるということは近代工業の成り行きなんです。

**富永** 今、化学工業の方はオートメーションが割合に進んでいて、機械工業の方はあまり進んでいないということだったですが。

**福田** いや、そんなことを言いませんよ（笑声）。

#### 4. 化学工業と機械工業のオートメーション

**富永** 松村さんが言われたのですが……。ですからここに化学の技術化の分野というか、化学関係の方と機械関係の方とおられますが、それぞれその分野におけるオートメーションとの関係およびその将来の問題点というのを示して、指摘していただいたらいかがでしょうか。

**平尾** オートメーションというか、自動制御の方の分野で言いますと、プロセス制御というのと、それからサーボとあるわけですが、プロセス制御というのは、週期の長いものが対象になっている。そういうのはいわゆる化学工学の方に入るものだと思う。それからサーボの方は、そのほかの機械的な工作・加工というか、その方になるのじゃないかと思うのです。ですからどうでしょうか、今までのものにそれを適用するのがむずかしいか、やさしいかということが一つはあると思うのですがね。たとえば今まで 1/1,000mm の精度で削るというようなことを自動化しよう、オートメーションでちゃんと寸法を出してやっていこうとすると、かなり技術的にむずかしい問題がたくさんある。おこなっているとすれば、そういうようなことが一つはあるのじゃないか、片方はある程度のところへおさまっていれば、大体出てくる。まあそういうことがあるかどうか知りませんが、あるいは、あるのじゃないか。前からそういうものはかなり使われていた。だから特に新しくそれを導入するということは、相当むずかしいところばかりが残っているということもあるのじゃないかと思うのですがね。

**富永** むずかしいというのは、何がむずかしいのですか、どういうことが。

**平尾** 非常に早く追随しなければならぬとか、一つだけの要素ではいけない。たとえば、要素がたくさんあって、寸法を出すためには、温度の方のことをやるとか、それから削っている場合、刃物の減りをどうしように修正していくとか、いろんなことがあるだろうと思うのです。それから振動の問題も入ってきますし、そういう点で特にむずかしいところがある。僕はその方の専門家でないから、あまりこまかい議論になるとははっきりわかりませんが。

## 5. 土木オートメーション

**井口** 化学工業の場合だと、取扱っているものが、液体とか気体とかであって、機械工業の場合だと、固体である。要するにハンドリングとか化学ポーションがむずかしいとか、そういうこともあるのじゃないかと思うのですが、土木の場合ですと、取扱っているものが非常に大きいので、オートメーションとなると困難じやないか、土木技術者の関係するもので、オートメーションが相当完全に行われていると思うのは、水力発電所なんかその例じやないかと思いますが、あれなんか対象が全然エネルギーだから簡単だ、そういうふうに考えられるのですが。

**福田** それは化学工業だって大いに固体を使いますが、固体を使うというのは、そういうふうに非常にむずかしい。そういうことでオートメーションの段階に入りやすかったのは石油工業、いわゆる石油精製ですね。原油からいろんな軽い油を作る、ガソリンとかいうような、ずっとあとまで液体のままでおくらせていたわけですから、一番機械化という段階も早い。

**永井** 石油精製は化学をあまり用いないから一番物理に近いというわけですね。

**福田** われわれの専攻している吸着装置の方でも、戦後の仕事は石油化学に関連して進歩した面が多いです。

**松村** 今の石油化学の間にできた航空ガソリンのオクタン価だとか、あるいは粘度だとか、温度とか色だとか、ああいうものがあるレンジからはずれたとしたならば、最初の重油の供給とか圧力とか温度とか反応の面に出ていって、そこで制御していくところまではまだ行っていない。問題は、たとえば硫酸なら硫酸の処理の反応の問題というところではオートメーションになっている。こういうように伺ったのですが。

**平尾** その点のフィードバックは、まだ人間がやっているというところに……。

**福田** 究極的にはそうなのでしょうが、まず第一にオートメーション化しやすい工程から順に入っていくのじゃないか。

**永井** オートメーションといってもコークス炉なんかは当分ありませんね。

**福田** ああいう固体を煮たり焼いたりするようなところは、まことに具合が悪いですね。それはやはりオートメーションになれば、おのおの、そういう操作そのものを連続化しなければいかぬでしょう。コークスなんてやはりバジッですから、それをコンチニューアにするようにまず移さないと、それは何ともならぬでしょうな。

**斎藤** 固体、液体じやなくて、従来からでも流れ作業をやっているのはやりやすいわけですね。

**福田** 流れ作業にしないと、オートメーションには都合が悪いでしょうね。

**斎藤** 電気の方でいくと、ケーブルなんかは、電線会社が電線を作るというのは、流れ作業になっているから、ああいうものはやりやすい。ところが、ラジオを作るとかいうのは、人間がやるわけです。だから、人間まで含めたプロセス・コントロールならいいわけですがね。

**福田** それは、人間を含めたらどうですか、その間のことはわかりませんが（笑声）。要するにクローズド・システムですか、そんなもので……。

**松村** アセンブリという段階は、まだこれからの問題ですね。ただ流れ作業以外に、私、化学のことはよく存じないのですが、ポリエチレンかなんか酸素を入れるのですね、反応を……その爆発の限界が微妙なもので、酸素の検出が強いところは非常に高まったために、ああいう工業が伸びてきた。これ自体は、危険性とか安全性とかいう問題からいっても、人間が近寄って、人間が中でできないので、やはりオートメーションという技術が発達したことによって、あの工業は伸びた。こういっておられますがね。

**福田** それはありますね。

**松村** オートメーションの技術というのは、一体何かというと、やはりそれを総合したものなんですね。だから検出精度とかいうのは、これは電氣的にやることも、機械的にやることも、化学的にやることも、いろいろあるでしょうが、そういう検出器の精度が上ったということは、一体オートメーションの技術というと実に漠たるものだけれども……。

**福田** オートメーションの技術とは何かというと、これはオートメーションを行うところの、たとえばフィード・バックのメカニズムとか、コンピュータとか、そういうオートメーションに必要な機械装置類、こういうものの技術か、それを応用してやるのかどうか、そのプロセスそのものをオートメーション化されたその応用の面をいうのか、二つがあるでしょう。応用面をオートメーションといっているわけですか。

**平尾** オートメーションの技術というものが、もしあるとすれば、それは応用数学とか、応用物理とかいった範疇に属するものなんですね。で、それを工作機械に使うことを一生懸命にやっている人は、本当は工作機械屋さんで、オートメーション屋さんじゃないのですね。

**福田** 工場がオートメーション化された状態にある、こういうことになる。

**永井** オートメーションのメカニズムですね。それで材料ということはあまり影響しないのですか。

**平尾** いや、それは機械の方では非常にあります。

**松村** 大いにあるのじゃないかと思います。

司会 そう、それではそっちの方へお話を移しましょう。

## 6. 品質、材料の問題

村松 日本におけるオートメーション化というのは、ほとんど外国から導入されてきている。それをみますと、大体品質管理の面から、どうしても品質のばらつきをなくしようとか、少なくしようとか、品質の水準を高めるためには、手作業の工程ではまずいというようなものが、どんどんオートメーションに入っていくわけですね。そうすると、経済的な要求と言いますか、そういう面でそのオートメーションが必然的に伸びているということが言えるのではないかと思います。その場合に、やはりその耐久性とか、材質的な面が、従来よりもっとシビアになるということは言えると思います。たとえばあの自動車工業におけるトランスファ・マシーンというようなものをみても、鋳物の材質が均一化しないと、たとえば機械加工の面から、ツール・ライフの設定もできない、ツールの対摩耗の問題、これがばらばらですと、とても自動化もオートメーション化もできないのですね。そういう点から、金属材料の研究というものにますます高度な要求が出てきたわけですね。

福田 ですから材料は絶対に無視できない。

平尾 向うから機械を買ってきて、日本の材料を使ってやっても、向うではうまく働いている機械が、ちょっともううまくいかない。それは何かというと、材料の性質が

そろわない。いくら分析してみても、成分は同じだが結局、溶鉱炉から出てからのヒストリーがきいてくるといふことで、そのばらつきを現わす現わし方からして、また新らしく考えなければならぬということがあるのじゃないですか。

松村 ですから金属材料の規格を見ても、化学成分だけは出てくるのです。ところが、中に入っているガスの成分が問題になり、強度やマシナビリティがむしろわれわれ機械屋の方からいうと、大切なんですね。化学成分だけでなしに、材質というものをもう少し明確にユーザーに知らしめるということは、これからの問題だと思いますが、材料の方の規格の委員会になりますと、始終そういう問題が出ます。

松下 今の問題ですが、たとえば先ほどの第一のテーマにも多少戻りますが、そういう材料を検査する場合に、化学的な検査方法と、それから物理的な検査方法、あるいは機械的な検査方法がありますが、化学的な検査というのは、ただいま平尾先生がいわ

れた、たとえば酸素が何%ある、それから珪素がどのくらい入っていると、あるいは、ガスとして、窒素がどのくらい、酸素あるいは水素がどのくらい、腐蝕性がどうか、今度は物理的な方法になりますと、これはXレイを使って透過試験をするとか、あるいは超音波で調べるとか、あるいはまた



松下幸雄氏

## 東京大学生産技術研究所報告 第8巻第1号

### 水町長生著「ラジアルガスタービンの研究」

ラジアルガスタービン内のガスの流動状況について新しい観点から理論的な考察を行い、その結果最高効率を得るための条件を明らかにし、タービンの主要諸元の決定法を見出し、流量を現わす無次元数  $q$  を用いて、これらの諸量を表わすことにより、タービンの設計法を一般化した。さらにラジアルタービンの最適使用範囲を明らかにした。またラジアルタービンに用いられる円周ノズルについて理論的および実験的研究を行い、円周ノズルに発生する諸損失を明らかにして、最小損失を与えるノズルの設計法を見出した。さらに実験用ラジアルタービンについて行った実験により、前記理論の妥当性を証明すると共に、理論的に解明が困難なタービン内の各種の損失の性状を実験的に明らかにし、特に動翼の損失係数を求めて、設計の有力な資料を得た。また exducer 内の流れの流動状況を理論的に明らかにすると共に、動翼内の滑りの現象について、その種類および発生原因を明らかにし、タービン動翼出口部分の設計方法を確立した。以上の研究成果に基づいて試作した第2号ラジアルガスタービンについて実験を行った結果、最高正味断熱効率 90% の優秀な性能を示し、小出力ガスタービン実用化への有力な根拠を与えた。

(昭和33年12月発行)

物質的な面で調べるとか、さらに機械的な問題ですと、抗張力がこうなるとか、粘性はこうなるとかそういう分類をしているわけですが、それではもう少し問題をこまかく考えまして、化学的な性質とは一体何であるか、それから、物理的な性質とは何であるか、あるいは機械的な性質と特に言っているものは、何を意味するのかというようなことになりまると、結局そこに、また先ほどのテーマに戻ってくるようなことになるのではないかと考えます。

**松村** たとえば、よくカッパーの不純分としての銅が何%まで差しつかえないとか、または溶接の場合とか、鋳金作業の場合、あるいは熱処理の場合に問題がおきます、ところが日本の現状からいくと、原料、リターンスクラップの関係で、なかなか銅の問題が処理しにくい。

**末岡** それだからこそ、物理的な方法というのは、このごろよくなっているのじゃないですか、いわゆる人工放射能を使うとか、そういうような方法でそういうインピーリティを調べるということが出来るわけでしょう。

**松下** またそこには、検査する側の立場と、材料を作る側の立場との間に、大きな戦争が起るのです。互いに利害得失相反するわけですから（笑声）。

**平尾** それから、もう一つは、熱処理のやり方とか、そういうことがまた非常にきいてくるわけです。

**永井** そういう純度の問題でも、先ほどの物理の方で、シックス・ナインとか、ナイン・ナインとかいうような問題がいろいろ出てきますね。ああいうのはどうなんでしょうか。われわれの方からみると、数字の出し方がインダイレクトのような感じがするのですが、本当はダイレクトなんですか。

**平尾** エレクトロニクスの方では、そういうのはだいぶ重要なんでしょう。

**斎藤** 半導体関係の方で、ゲルマニウムかシリコンを使う時、非常に高い純度を要求する……。

**平尾** 物理的な特性を調べて、これが幾ら幾ら出すということですが、何をどうやってナイン・ナインというのを証明するかということです。

**松村** たとえば、シリコンやゲルマニウムの場合に、塩素で処理して 99.99 くらいまでも出す。それから先へいって、今度はゾーン・メルティングで純度を上げていく。するとゾーン・メルティングというものの自体は、化学的な作用ですか、物理的な作用ですか。

**斎藤** デフュージョンとかそういうものですか。

**松村** 電気銅のような場合でも、99.99 やその辺までは、電気化学的な処理でできているわけですね。それから真空溶解というような形で、ガスを抜いてしまう。そうすると、真空溶解という方法は、あれはどうなんです

か。

**松下** たとえば純度 99.99 というのと、99.999 というのとは、純度がいかに違うかということに例をとってみますと、今の方法では、とにかく分析し得る——あるいは一步遡って、こういう成分が持たれるであろうという成分を幾つか取り上げて、それがかりに分析できるとして、何らかの精確度をもちまして、



松下氏

その分析値をトータルして、100 から引いたものがそういう値になる、こう考えていいのじゃないか。その場合に私は、分析技術そのものが非常に問題になるのじゃないかと思います。

**末岡** 原子炉で使うグラファイトなどの純度を調べるときには、どうやっているのですか。あれはやはりニュートロンの拡散を調べるとかいうことでやっているのですか。

**富永** 私はよく知りませんが高橋先生いかがですか。

**末岡** 原子炉でグラファイトの純粋なものを要求する場合、あれはインピーリティをどうやって除くのか、またはその検定をどうやって……。

**高橋** 分析するのですか。

**末岡** 分析でも何でもいいが、どうやっているのですか。それからジルコニウムだってハニウムだって、ハフニウムなんかちょっと入っているのがあると大へんですね。中性子吸収というのは、原子炉の材質として使うときには、もっとも大きい問題ですね。

**高橋** 分光分析という物理的な方法でなければできない、化学分析ではとうていだめです。微量のものによって、非常に物理的な性質が変わるのでしょう。それが一番大きく変化する物理的な性質を精密にはかれるわけです。化学的な方法じゃとても……。

**斎藤** 半導体のゲルマニウムやなんかは、電気抵抗を測って……。

**福田** 前に、窒素の中の酸素の量をきめるというのは、どのくらいまで分析しているかと思うと、 $10^{-8}$  くらいの酸素のコンテンツをしていました。どうやるかという、バクテリアを使っている。発光バクテリアですが、 $10^{-8}$  くらいまでは光る、それより少くなると光らなくなる、こういう理屈です。生物学的にいうと……（笑声）。

**高橋** バイオロジカル・アナリシスというやつですね。

**福田**  $10^{-8}$  より稀薄になると光らなくなる。

**斎藤** その値をどうやって出すか。

**平尾** さっき、電気抵抗でやるといわれたときも、それを伺おうかと思っていたのですが。

松下 そういう場合、それは外挿できるでしょうか。

平尾 外挿でいくかどうか問題ですね。……そこら辺に段がないということ、これが理論的に推定できればいいが。

## 7. バクテリア

福田 これはしろうと考えですが、ずいぶんバクテリアというのは働きますね。鉄なんかバクテリアのために腐蝕する。また天然ガス、鹹水、あれをヒューム管の中に通して流す排水管がある。その中で1年くらい流していると、8インチのパイプですが、中に大体1インチくらい、黄色い、上は緑色ですが、実にこまかい泥がつくのです。それが詰まってしまうと、通りが悪くなる。それでどういうわけかわからなくて、いろいろ考えてやってみた結果、微生物が泥を作るのです。あれが鹹水の中の鉄分とかマンガンなどを食ってそれを泥の形でディポジットして、排水管の中にくっつけてしまう。非常にこまかな、ちょうど顔料、おしろいみたいな褐色の泥です。だから微生物というやつは、これはあまり放っておけない、逆にいろんな利用はしていますがね。だから、前から土壌なんというものは、岩石の風化によって、できると教わっているが、バクテリアも相当泥を作っているんですね。土木の方でどうです、そういうようなことはありますか。

井口 いや、バクテリアの話は、あまりまだ聞いておりません。

永井 土壌の方には一つのバクテリア同士のバランスがあって、一つのものを取ってしまうと、そこにすごい変化が起きて、バランスするまでに相当程度の動きつづけるのです。

福田 人間の身体でもそうです。ペニシリンやり過ぎると、ペニシリンにやられちゃう菌がなくなって他のものがはびこって、舌に苔が生ちゃう（笑声）。



永井氏

## 8. コストと機構の問題

永井 バクテリアでも相当利益があるようですが、生産性のことですね。むずかしいことなんですけれども、私どもの化学関係に例をとると、A会社とB会社と二つあります。Aの会社からある材料がほしくてBが買う。Aの方はまたBからある材料がほしいという場合、なかなかお互いに融通し合わない。高くお互いに売り合って、高い製品になってしまう、アメリカの方では社長と

いうものは重役陣の中の実行委員格でしてね、方々の会社、AからもBからもたくさん重役が入っているの、合議制になっている。材料や何かのことで非常にうまくいっているという話を聞いたのですが。

末岡 それは材料だけではなくて、相互的なコミュニケーションの問題ですね。

斎藤 あらゆる面でですね、技術やいろいろなものが入っている。

松村 コストの問題ですね。コスト・レダクションといえますか、たとえば装置を新らしく近代化するとかあるいは新製品を作り出すといった場合でも、いかにコストを下げるができるか、そういう場合に購入原材料ですね、同じ系列のものは高い。それよりも競争相手の別の材料メーカから買った方が、はるかに安くて品質も言い、要望に合うということになりますと、そういう系列なんということは全然考えないのが向うでございますね。ところが日本ですと、同じ系列ということになりますと、高いものを同じ系列のところから買うとか、あるいはおれのところで買っている以上よそに売ってはならぬとか、何か合理性のない取引の問題が相当あるのじゃないですか、この問題は。

福田 今、松村さんがいわれたことはまさにそうです。僕も聞きましたよ。中間原料なんかこういうことが違うのです。日本では住友化学でも三菱化成、三井化学でも別々に競争に作っている。ところが向うでは、大会社であっても、一会社でまとめて作っている。それをお互いに分けて使っている。そういうことを聞きますね。

末岡 私も同じことを、重水の問題で聞いたんですがね。ちょうど原子力委員が回っているときにそういうことを聞いたんです。日本の重水のポテンシャルティというのは相当高いのですね。あらゆる会社が協力すれば、相当重水の量が出せるはずなんだそうですよ。ところができないというのは、今いった会社相互のセクショナリズムがあって、ほとんど望むべくもないというような話を聞いたのです。何かそういうような欠陥があるのですかね。日本の科学や技術の後進性によるわけなんですか、それとも何か特別の理由があるのですか。



末岡氏

平尾 それは確かに今おっしゃったような、ゆがめられた考え方のための損失という面もあるかと思うのですが、そのほかにこういうこともあるのじゃないかという気が多少しているのですがね。これは間違っているかもしれないんですが、それは日本の経済的な何といえますか、機構、基盤また多少なりともそういう工業の後進性ということに起因しているかもしれませんが、ご

く小さな町工場的なところでやれば安くできる。ある生産量まではですね。たとえば自動車に例をとりますと、そういうところで安い部品を作らしてやらせる。月に5台か10台作れば安くできると、それを100台ずつか200台ずつ作ろうと思うと却って高くなる、こういうようなことでね……。

**福田** もっと作ればいいでしょう（笑声）。

**平尾** もっと作ればまた実際どうかわかりませんがね、そういう何かインフレクション・ポイントみたいなものが僕はあるのじゃないかしらと思いますが、どうでしょう。そんなことないですか（笑声）。

**福田** 化学工業ではね、日本ではお醤油屋さんなどいですがね。これはある醤油試験技師長の話ですが、5、6人で家内工業でやっている醤油屋はまず成立する。それから大きなところはまたこれも成立する。ところが中間規模の醤油屋さんは両方から挟まれてだめだということです。

**平尾** それは何か経済機構の、たとえば銀行が何も生産的なものに関係なくせに高い金利をむさぼっているとか、そういうふうなことがあるのじゃないのですか。

**末岡** 労働賃金の問題も入っているのじゃないですか。

**斎藤** 労働賃金は安いですよ。

## 9. スペシャリゼーション

**松村** ちょっと私から、今のお説に相反するような問題になるのですが、機械工業で特にシミン工業、自転車工業はご承知のように専門化が進んでいるわけですね。たとえばシミンでボビン・ケースとか大釜とか中釜になりますと、もう相当専門化工場できている。そういうところの



松村氏

生産数量は、月産50万とか100万とかいう単位で出しておりますから、この5年間にコストが半分以上に下がってきた。それをミシンのアセンブリの一流のメーカーが沢山ございますが、月産3万台や5万台のミシンのために、自分のところの下請を利用して独自の設計で機械加工をやらしたのでは、コストが相当高つくので、専門工場にまかせた方が得だということになってきます。ところが自動車工業の一部では、まだ機械加工の面で下請を相当使っていますが、それが従属化といいますか隷属化ですね、親工場、下請工場という考え方で単価をしぼっていくということになりますと、コストを下げる手法を入れずに、いきなり買い上げの単価をしぼるとい

ころにしわ寄せが、結局手形の問題だとか、あるいは労賃を下げる、それが労働者に不利益になってくるというようになりますので、私たちの考えではスペシャリゼーションということで日本はもっと徹底してやっていかなければ、国際的に競争できないのじゃないか、単純化というか、専門化ということで、もっともっと企業としては考えにゃならぬ、多品種少量生産というのでは、日本の小企業というものは採算合わないのですね。そういう面からいきますと、むしろ専門化、単純化の方が必要だ。

**平尾** それはもうその通りだと思うのですがね、たとえば自動車で例を引きますとね、戦前には、ダットサンが1,000円ぐらいで買ったことがあるのですね、昭和78年ごろですね。

**福田** 750~760円のがあった。

**平尾** 新しいのが1,000円から9百何十円、まあ1,



平尾氏

000円と勘定しますね、そうすると今にすると幾らですか。30万か40万ぐらいですね。ところがそんな車が6,70万円もする。その作っている台数はどうかというと、あのころよりは今の方が余計作っているわけだ。なぜそんなに高いのかということですね。そこら辺のところは一体どう解釈するのか。今たとえば月に1,000台作っている、これを2,000台にする。これは安くなることは当然なんですね。ですがそのときは月にどれくらい、100台作っていたかどうか知りませんが、まあそれくらい。今はそのときに比べると相当多くなっている。にもかかわらずどうしてそんなに高いのだろうか。比率でいうと倍ぐらいの値段になっているような気がするのですね。そこら辺のところが……、あのころは何をうまくやっていたのだろう。

**松村** 性能がよくなっているからじゃないですか。

**高橋** 性能向上とか、本質的にいろいろ自動車の性能がよくなっているためでしょう。

**平尾** しかし性能とおっしゃるけれども……。

**松村** 材料もいい材料を使っている。

**平尾** 1900年のアメリカの蒸気自動車ですがね、これの値段が1,200ドルぐらいなんです。そうすると現在のフォードなんていうのとあまり変わらないのですね。ですからやはりそういう意味で、そのときの性能と今の性能と比べればこれは断然違いますね。しかしそのときはやはり最高級の技術で作っていたものなんですね。それをそういう比率でかけるのは、僕はちょっと工合が悪いのじゃないかと思うのです。全体の進歩があるわけですからね。その進歩になぜおくれたのだろうか、自動車だけが、という気がする。だけじゃないのかもしれない

いのですがね (笑声)。

**松村** 確かに昭和7年ごろのダットサンは、せぜい1 m80 の長さですね。今は2 m50 くらい(?)になっていますね。性能的にみましても非常に伸びていますね、ですから値段だけでは言えない。

**末岡** おかしいとはいえない。それともう一つはやはり戦争という断層があるでしょう。そこところが連続的につながっていないわけですね。それを概念として比較すること自体、あまり意味がないのではないですか。

**平尾** それからもう一つの例は、終戦直後にだいたい外国、オーストラリアあたりから、自動車の部品なんかの引き合いがあった。そのときに月1,000 台分なら幾らで、1万台にしたら幾らになる。10 万になれば幾らになる、それを出せといわれるのですね、その見積りを。その計算がちよっとできない。だけれどもいろいろやってみると、どうも多くしてもあまり安くならない。これから設備を作ってやることになると、あまり安くなるかどうかかわからぬということで、だいたいあわてたという話を聞いたことがあるのですがね。

**永井** 日本が一番金利が高いのでしょうか。それが一番大きい。

**平尾** ええ。ですからどうも経済機構というものが、だいたい災いしているのじゃないかという気がする。

**永井** 外国の2倍も3倍も高いのじゃないのですか。

## 10. 労働賃金の問題

**松村** 経済構造ということに、だいたい大きな問題がありまして、経済学者が日本の経済機構は二重構造である、大企業は近代化されている、資本集約的になっている。それに対して中小企業はまだ前時代的な非常に封建的な残滓が残っている。労働集約的である。その結果が生産性あるいは賃金格差が、米英独に比較してもものすごく差があるというのですね。たとえば1,000 人以上を大企業、100 としますと、30 人から50 人ぐらいですと40%ぐらいです。生産性は、それが英国とかドイツあるいはアメリカでは90% あるいはそれ以上というところに、非常に差があるのですね。

**平尾** それは一つ一つみると、ずいぶんそういう面はあるのですね。30 ぐらいまでになる例があるのですね。一つのもの、たとえばクラッチとか、そういうようなものを外注に出すでしょう。そのコストが初めどうしても1,500 円ぐらいでなければできなかったようなものが、500~600 円できるようにするというような例はずいぶんあるのですね。ですからそういう意味ではまだまだこまかくみていけばむずかしいものはある。

**末岡** しかしさっき松村さんがいわれたスペシャリゼーションを進めにやいかんということは、今の協力工場

のような形をもっとやれということなんですか。

## 11. アセンブリ工業

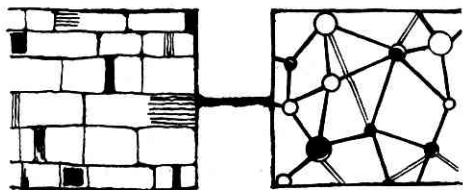
**松村** 従来の協力工場では、どうしても従属化の形が非常に強い、親子関係というようなですね。それよりも専門化されれば、いいお得意さんが、今度それをいつも使えることになって、大量生産化の段階にいけるわけですから、そういうことが一つあると思うのですね。それからアセンブリ・インダストリで、自動車工業のようところで、一貫作業、あらゆる設備をするということは、たとえばオートメーションを含めて、いろいろな設備が膨大になって、資本構成からいきましてね、固定資産というものが非常に大きくなってしまいうわけですね。

**松村** それではバランスがとれなくなってしまうわけですね。償却とか税制の問題も出ていますが、耐用年数とか償却の問題へいきますと、日本はまだだいたい先進国に比較して、工作機械18 年などというのは、ちょっとよその国にはないのですね。

**斎藤** それはやはり何というかな、経済的な問題だけじゃなくて、お互いを尊重するという信念に欠けているのじゃないでしょうか。というのは、アメリカあたりだと、一つどんなつまらないものでも、部品なら部品を作って、電気のところへいくと、電気の部品を作っている。それが自分の得意な製品とすれば、全部が買うわけです。たとえば水晶の棒一つ作っている小さな工場のところでも、RCA からもGE からも、全部注文はそこで作っているのです。で、作っている方も自分のそのスペシャリティというのは認めて、尊重して、いわゆる自慢をしているわけです。それが日本だと、先ほどおっしゃったような下請工場のあれで、何かこう原料を作っているところが一番弱くて、部品を売っているところはその次で、アセンブルが一番上みたいになって、下の方のメーカーも、いろいろ機会があったら何かしらを作り出したいというような、自分が親方になりたいというような気持があるのじゃないですか。たとえば電気材料なんかにすると、非常に僅かなものですから、真空管材料なんかどこか一カ所で作ればいいわけなんです。ちょっと聞いたのですが、戦争中に各会社が出資して、真空管材料を作る会社を建てた。ところがあまりもうからないわけですね。それで戦争中なので、いろいろ兵器なんか作り出しちやった。そうすると今度注文したところは、自分の要求した真空管材料を作ってもらえないわけですね。結局おのおのまた自分で持たなければならぬ。そうすると、終戦後になると、今度各会社の需要がなくなっちゃう。兵器は作れなくな



斎藤氏



っちゃう。その材料メーカが、ほとんど瀕死の重傷になってしまう。なかなかこう、おのおのがお互いの特殊性を尊重するという精神が欠けているような……。

**平尾** もう一つ、日本では部品メーカに、それをまかせてもらってこなす能力がない、その点が一つあるわけです。ういうことで、さっきの単純化ですが、今の自動車界で大問題になっているのは、部品の単純化です。共通にして、一つのところで作る、ユニットを多くしようということでしょうね。各社で形が違うから、それはここ、これはここで、お互いに交換できないわけですから、みんな少しぐらい悪いものでもそこへは入っていく。それがみな同じになると、今度は一番いいところから買うわけですね。そうするとどこかつぶれるところが出るということで、実際問題としてはなかなかむずかしいですね。

## 12. 生産性

**司会** 生産性ということにつきまして、どんなものですか、私たちにはあまりぴんとこないのですが、ちょっとご説明願えれば……。

**松村** ごく簡単に申し上げます。生産性と生産性向上運動と区別して申し上げます。生産性といいますと、生産やサービスに必要な生産諸要素と、これを使って作り出した生産物やサービスとの量的な比率を生産性といっております。また生産性向上運動と申しますと、従来の単なる純粋増進運動や合理化運動と違いまして、国民運動として国民経済的な点から推進しているわけです。すなわち、生産に直接関係している労使はもちろんのこと、消費者を含めて、その成果の適正な配分がなされなければならないということです。前時代的な考えで資本家が私利利潤の追求を第一義的にやることは、最早現代で

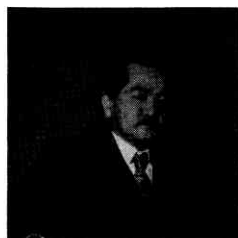


は、たとえ資本主義社会でも許されません。生産性の向上が企業の利潤増大のみの手段ではなくして、国民経済全体の福祉を増大させるものだとするところに、新しい生産性の理念のもつ大きな意味があると思えます。次に企業の生産性を高めるためには、どうしたらよいか。一般には次の四つがあげられます。第一に生産性の向上が科学の発達と技術の進歩を原動力にしていることです。科学技術の進歩発達によって新製品の創出があり、設備の近代化がなされます。第二には経営管理技術の改善と近代化であります。最近トップ・マネジメント、ミドル・マネジメントの教育が非常に盛んになってきておりますが、単なるブームではないと思います。

第三に労使の協力でありまして、労働者を生産の単なる手段と考えた時代は過去のことです。現在は労働者は生産元の貴重な参画者であり、その一人一人が生み出す努力が企業の生産性を高めるのであります。労働者の協力なくして効果的な生産性向上の実現はおぼつかないと思えます。

第四に市場の拡大であります。マス・プロにはマス・マーケットが必然的に必要となります。マーケットを固定的に考えないで、マーケットはクリエートして行くものであり、そのためのマーケティングの手法は、わが国でも最近盛んに勉強するようになってきております。

**福田** この生産性という言葉の定義はどういう意味ですか。



福田氏

**松村** プロダクティビティそのものですか。

**福田** ええ、その言葉の定義そのものは、

**松村** 先ほど申し上げた産出量と導入量の割合ですから、あるものを作り出そうとする場合に、そこに材料だとか、資金だとか、設備だとかいうようなものを導入するわけです。そうして産出された製品を、金額なり個数なり重量で表わして、その割合を生産性というのです。いい換えますと生産要素の有効利用の度合があります。

**平尾** 積分値でできているのですか。

**松村** いやレーショです。

**平尾** 初めから全部の積分値のレーショ。

**松村** ですからね、ある時間を引きますとね、単位時間当りの……。

**福田** 先ほどお話のインプットとアウトプットに分れる。

**松村** ええ、たとえば 10 人で 100 万円の製品作っている。そうすると一人当たり 10 万円というのが労働生産性の面ですね。今度はその 10 人が 6 人になれば、20 万円ですから、生産性というのは労働生産性あるいは資本

生産性、物的な生産性、いろいろあるわけです。

**福田** いろいろな表わし方があるわけですね。

**平尾** ものを人で割った価格……。

**松下** その分母になるものを、さっき全部総合するとおっしゃったわけですが、その総合する場合にどういうふうな……。

**松村** そういう場合には、付加価値生産性という問題が出てくるわけです。たとえば生産高から原材料費や外注加工費、燃料費、設備の償却費というのを引きますと、働いた全従業員で割れば、一人当たり幾らかせいだかというようなことになります。これは付加価値生産性という具合に見られるわけですね。

**永井** 非常に生産性でご努力されるのですけれども、日本は大体いつごろ成果が上るのですか。

**松村** 上りつつあります。相当上りつつありますね。ただ先ほどから皆様論議されております技術改革の問題ですね、基本的な科学技術の導入によって飛躍的に上りつつあるし、それから上ったために従来の産業が斜陽化しちゃって、新しい産業が出ている。こういうようなイノベーションの問題が一番大きい問題じゃなかろうか。たとえば自給度の上というものが当然出てくるわけですね、技術改革によって。たとえば海外から原材料を輸入しておいた。そうしてまた輸出をするという場合に、国内における石灰石なり、あるいは新しい原料が、新しい技術によって製品化するということになれば、これは自給度の向上ということになります。こういう面から何かもっともっとオリジナリティのあるものを作り出さない限りは、日本は競争に勝てないということが言えるのじゃないかと思えます。

**平尾** それでさっき、研究の蓄積がどうして行えないかという話が出たのですが、たとえば盆栽で言えばですね、大体盆栽になったのを買ってきて、それを手入れして飾っておく。

**松村** 楽しんでるという……（笑声）。

**平尾** その味が忘れられなくて、山から新しい苗を拾ってきて、盆栽を育てるなんということはめんどくさい。それよりはできたのを買ってきて、それに手を入れた方がやさしいのじゃないか。そういった考え方が資本家とか経営者にあるということが、大きな問題じゃないかしらと思うのですが、どうですか。

**松村** 確かに……、またそれ以外にあると思えますのは、スイスとかドイツ、英国あたりから、ボイラだとかジーゼル機関だとか、いろいろな面に向うのデザインを買うとか、外国特許を買う、それもやむにやまれず、そういう設備が一つあれば、全日本の要求を満たせられるにもかかわらず、5社も6社も導入しちゃう。そういう損失は、金額的にいってもものすごく大きいのですね。たとえば工作機械なんかの場合でも、ある特定の工作機械

なら国産で十分間に合うといった場合に、その会社では、現場の連中は、たとえばシンシナチという名前だけでですね、20年も前のタイプのものでも、このものを買ってくれと、現場の職長さんはいってしまふ。そうすると社長が技師長あたりをつかまえて、お前国産大丈夫か、腹切る覚悟があるかといわれると、やはり安易について輸入してしまふ。こういう国民性というのですからね。

### 13. インフェリオリティ（後進性）

**末岡** だからそれが私のいったインフェリオリティの意味での後進性を信じているということなのです。

**富永** 私も実際具体的にタッチした問題で、一つ非常



富永氏

に具体的な例があったのですね。もう数年前ですけれども、自動車のヘッドライトなんか作る真空メッキが非常にはやった。ある会社でもって、真空メッキを始めるというのですよ。それでどういう

装置を買ったらいいかと、ちょっと相談を受けたのですがね。そのときにその装置の規模が割合大きかったものですから、まだ日本では少くとも標準の製品としては作られていない。しかしただ大きくすればいいだけだといったら少し語弊がありますが、もう部品は全部できているのだから、ただアセンブリすればいいのですから、必ずできると、そういうものを作る会社は、こういう会社とこういう会社ぐらいあるという話でもって、それは一方真空管関係の方からいうと、そういうチャンスに大きな装置を作るということは、非常に技術の向上にもなるわけですね。経験として非常にいいことだと思うのですが、結局何んだかんだの末、アメリカから輸入したのですね。それなんか実にばからしい話だと思った。大体価格にしますと、3倍ぐらいあれば、そのちょっとした予備実験というのですかね。それを作るための研究もちょっと付加してやれる。ところがその今のお話のように、幹部は心配するわけですね。一体そんな今更ちょっとでも研究が必要なようなものを買って大丈夫か。あとで聞いたのですが、最後の結論は、結局何かそういう危かしいものというのですか、僕は危くないと思うのですが、危かしいものじゃ銀行が融資しないという……（笑声）。

**平尾** それは多分にある。

**富永** たとい価格が3倍になっても、外国のを買うのだったら融資するというような話になって、そうなるこれはもう技術の点じゃなくて、そういうふうな問題がある。

**末岡** だから私のいうのは、銀行にしろ、資本家にしろ、全部がそういう後進性を信じてしまっているのです。

**平尾** 日本人だけじゃないですけども……。

**末岡** 日本人はことにひどいのじゃないですか。

**平尾** 少なくともドイツや英国やアメリカにはないのじゃないかと思えます。

**福田** けれども、ドイツにしても、工作機械なんかでも、スイスのものでなければならぬとかいって使っているものがある。

**末岡** ならぬものはあるでしょう、だけれども外国の製品がいいといえば、みなそれを使う。

**平尾** それは、何でもいいものでも、ならぬように思うわけではないかな。

**斎藤** 日本のメーカが、試作品を製品として売り早く売りすぎちゃうのだ。そのために、とたんに評判が悪くなっちゃう。われわれの方の測定機というものは、これは確かに高いです。だけれどもアメリカのものはもっと高いわけです。一度向うでできると、同じようなものをこちらで作るわけです。向うのメーカだったら、それはもう数年前にこつこつとやって、でき上っている。一号試作品というのを、お客さんに売るものだから、それを使うと、それはもう全然使えない。それで製品の売行きがたっと落ち込んでしまう。現在、相当輸入しているオシログラフは、もう日本でも方々で作っていて、使いにくさは、ほとんど向うと同じようになっている。最初の評判があるものですから、恐がって買わないわけです。

**松村** なぜそうなるかという、問題ですね。アメリカと日本、あるいはドイツと日本を比較した場合に、企業研究というような面が、非常に日本は経費のかけ方が少いのです。もう一つは、ヨーロッパよりアメリカの方ですが、産学提携ということが非常にうまく行われておりますが、各大学の工学部と工業方面の密接な連繋ですが、日本では国立の試験研究機関とか大学が、グランドの研究はずっと進められておりまけれども、企業的な研究とか、あるいは企業に対する指導性というものは、そういうと失礼ですけども、むしろ二義的じゃないかというようにいわれるのです。

**斎藤** それは後進国の研究者の非常な悩みなんだろうと思う。私、2年向うで研究して、帰って来ましたが、アメリカでは誰も教えてくれる人がいないわけです。一つの問題を解決するには、自分のほかに頼るものがない。どんなつまらないことでも、こつこつみんなが積み上げてゆくわけです。ところが日本では、向うの結果をみて、それを使う。すぐ使いやすいうようにするというのが、日本の工業に対しては一番必要なことなんです。だからそれは第一線の研究と違うのです。向うのをいかに

日本的にとり入れるかというような研究が、必要なことになっちゃって、本当に興味のある第一線のことをやっていると、日本では浮いちゃうわけです。それがあるから、先ほどいったように、フェライトだとか八木アンテナというものが、ポツと飛び出しても、日本の工業ではすぐ投資できない。とにかく二流国の研究者の悲哀だと思う。

**松村** 受け入れ態勢がないというわけですね。

**末岡** 僕はそれを歴史的に見ているのですがね、明治維新からの短い期間にあれだけの進歩をしたので、第一線だけはどんどん進んでいる。そのバック・アップとしての工業の背景というものが、非常に貧弱なんですよ。そこの間が、アメリカあたりですとね、第一線の研究者と工業界というのは、密接な関係があるのですね。それがないので、遊離しちゃっているのですよ。そこが大きい問題であると思う。これはやはり歴史的な条件なんです。だからそれを直すように、われわれは努力しなければならないと思うのですがね。

**関野** 第一次大戦後についてみても、日本では、欧米の新しい技術がその前提となった科学的研究をぬきにして、再び外国から導入されたし、一方では、それらとは無関係に工業の背景のないままの日本での第一線科学者の研究が推進された。日本の化学工業は、日本の有機化学や熱力学とはほとんど



関野 克氏

無関係に、日本の電気工業は、日本の電磁気学とはほとんど無関係に発展したといわれている。この罪の一端は科学者の研究が細分化され、社会から遊離していたということもあろうが、資本家側が外国の科学や技術をあてにして、日本の科学や技術を信頼しなかったことにもよっている。こうした日本の歴史的背景は第二次大戦後の外国技術導入の実態にも繰り返えされている。これは科学と技術の分裂とか、工学と工業との遊離とかいう問題なのです。

**平尾** その責任は、両方で同じように負うべきだと思うのですよ。会社の方はそっぽを向いている。あんたのところ頼んだって、ろくなことは教えてくれないと、ものの役に立つことは何も教えてくれないというので、外国の方ばかり向いてるでしょう。ますますそうなりますね。

**松村** 歴史的にみても、日本の工業の発達には、軍需の占める割合が非常に高かったのです。また自衛隊というものができましたけれど、そのギャップは大きいでしょうね。

**末岡** ああ、そうですね。

## 14. 必要さの問題

斎藤 それで、大体今のドイツの話でも聞いたんですけど、われわれの専門のマイクロウェーブというものが、ドイツでもかなり進んでいるわけです。ところがドイツのそういう国内のをやっている人の悩みの種というのは、ドイツの軍がそれを使ってくれない。それはアメリカのものしか使わないというわけです。そういうように軍に関しては、何というのかな、アメリカが指導権を握って、兵器の統一ということは相当問題になる。ますます兵器なり軍のことについては独自の発達、ほかの国で発達したものは、とり入れなくなってしまうのじゃないですか。

松村 英国とかアメリカですと、軍以外に、交通とか一般の産業の発達に伴って、必然的に技術が発達した度合いが割に高いのです。日本は日清戦役以後、ほとんど鉄砲も、大砲作りから出発しちゃったわけなんですわ。

富永 現在どうですか、現在の日本は、その今のニーズの点からは、工業の発達の刺激はどこにあるのですか。

松村 そういう意味で、やっぱり土木技術です。ダムの建設とか、道路とか、あるいは鉄道的高速化の問題という面では、小さな私どもの窓口ですけれども、そういう面に対する質問は、相当地は盛んになってきている。建築関係の方はいかがですか。

## 15. 建築関係は？

関野 建築は平和産業で軍需に積極的に結びつけられなかった。戦時中はむしろ資材の統制や安全率をおとし、までも節約を強いられ、一方では代用品でまにあわせることできうとしていた。戦後は、空襲による全国都市の荒廃は必然的に建築の絶対的な需要を示したが、現実的には建築の前提になる諸産業の復興をまたねばならなかった。需要の第一は住宅でした。耐震耐火の鉄筋コンクリート造、4階建の、今日多く見られるアパートは、戦災を受けなかったセメント生産を背景として、鋼材の節約を条件とし、柱と梁を設けず、壁と床版とによる構造の発案によってスタートできた。これなどは紙と鉛筆だけの研究でできた版構造力学の基礎研究の素地の上に需要が果たしたよい例であろう。需要の第二は、オフィス・ビルディングでありました。戦後の外資導入や朝鮮動乱による軍需が、ビル・ブームをきたしました。その刺激によって建設業は近代化され、作業機械の導入によって工期は著しく短縮された。また神武景気で鉱工業用建築投資の急激な増加をよび、工場建築の需要が増大した。建築に関する研究所は、大学を除けば、全く戦後と言えるのでして、建設省の建築研究所が、まず誕生し、

大手筋の建設業に何等かの形で付属研究機関が設けられるようになったのもこの数年以来のことです。原子力の問題も建築の研究に新しい技術上の問題をもちこみました。たとえば、コールダ・ホール型の原子炉の輸入に関して耐震性が論じられつつあります。明治以来、地震という風土は日本の耐震建築構造の絶えざる刺激となっており、日本独自の構造計画が発達し、世界的なものになっていますね。

福田 せめても、アメリカのデュポンがやっているように——向うは新しい繊維品売り出すにしても、自分の会社の何千何万という従業員に使わせて、4、5年して、これでいいとなると売り出すのです。こっちは金がないからそれだけ続きませんよ。だから要するに金の問題、金がないから今のような第一号試作品を売ったりしているんです。もっと激しいのを僕は知ってる。その売ってる一個一個が試作品です。

永井 ただ資本だけだとなると困りますね。資本以外のところで何んとか打つ手を考えたいものです。

## 16. テクニカル・エクスチェンジ

松村 テクニカル・エクスチェンジという言葉ですね、技術交流という問題、諸外国は割合スムーズにしている。もちろん企業の秘密はありますが、割合うまくいっているのですわ。ところが日本ではなかなかエクスチェンジができないのです。そのための不利益というのでございますか、大きいんじゃないかと思うのですわ。

富永 それは資本的に同系列でない会社の間でもうまくいくのですか。そういう技術のエクスチェンジは。

松村 ええ。たとえば使節団をお互いに派遣し合うとか、工場を見せ合うとか、もちろん見せない部分はあると思いますよ。あると思いますが、そういうのが戦後きわめて盛んになったのですわ。ヨーロッパとアメリカとの間では。ところが日本の国内をみますと、同業者同士で見せ合うとか、研究発表し合うとかいうようなことは、まだまだでございませぬ。そういう場合に、たとえば国とか、大学とか、試験研究機関とかいうところでシンポジウムといいますか、そういう面がもっと活潑であっていいんじゃないかと思ひますね。

永井 自分の会社なら会社の技術などに、自信を持っていないということですね。

松村 はずかしいということがあるかもしれないですね。

斎藤 やはりお互いがオーソリティとプライオリティを認め合わなければいけないのですわ。

松村 これは不当な価格競争にも結びつくのじゃないかと思ひます。たとえばここにもございませぬ、輸出の

場合でも、向うの人の意見は、独創性のある製品、もっと平たくいえばパテント製品がほしいのだ、そういうものだったら安心して取引ができる。ところが何らそういう面がない。見本をアメリカから持ってきて、こういうものを作れとって、確かに安くできるけれども、それで売り出そうとすると、もう次には別のメーカーがもっと安く買えとって来る。日本人同士で競争しちゃうから、困るのは売り手のわれわれだと、向うはいうのです。向うからみると、そういう見方が出るわけです。

## 17. カメラ、トランジスタ・ラジオ

末岡 どうしてカメラだけああいう優秀なのができるか、技術を持つアメリカあたりに相当沢山伸びているということには、故がないのじゃないと思う。何かその理由があると思う。

松村 やはりあの光学ガラスとか、あるいはレンズそのものの性能というものが、優位にあるから出たのですね。

末岡 ええ、そうです。ですから一番最初はドイツのイミテーションから出発したにしても、現在そういう段階を乗り越えてしまっているわけですね。それは一体どういうところに原因があるかということを、研究して見る必要があるのじゃないですかね。特にカメラだけ非常に値段もね、ドイツのものより高いのに、しかもたくさん出ていくというのは、やはりそれ相当の理由があるわけなんですけどね。

永井 カメラというのは、あまりこまかい部品がいろいろありましてね、人間が要するという事はないのですか。比較的人間が沢山要するという事は。

末岡 それより日本のレンズですね。レンズが優位にあるのですね。

福田 レンズにしても、あれは歴史が浅いのですよ。

末岡 戦争中海軍が非常にものすごく力を入れたでしょう。

福田 われわれがね、大学にいたころだから、今から35、6年前、あのころは日本ではいわゆる光学ガラスはできなかった。あのときから研究を始めてね、ぐっと今日のような高い技術……。

末岡 あれは私の解釈では、海軍が特に光学ガラスというかレンズに力を入れてまして、外国の模倣をするより独自のものを育てようと、戦争になったら外国からとれないからというので、非常に独自のものを育てた。そういう歴史があるのじゃないですか。そういうことがやはり日本の工業に、すべての工業に必要なんじゃないかという気がする。

福田 船でもね、今大事なものですな、日本の造船技術は。

斎藤 輸出するときに、先ほどおっしゃったように、日本人同士で叩き合うというのはまずいですね。トランジスタ・ラジオなどは、非常に多く行き始めたのですけれども、帰ってきた人の話によると、相当安い値で出ている。あれは私がおりましたときから、もうトランジスタ・ラジオというのですか、小型のラジオというのは、日本のものが非常に高く評価されていたのです。ラジオ屋に行っても、お前の国のこんないいラジオがあるから買わないかといって持ってくるぐらいで、小型のラジオに関しては、日本のものが相当よくて、ラジオに関しては、日本の値段と向うの値段と、むしろ日本の方が安いくらい、そういうものですから非常に将来性があるのだと思ったのですが、またああいう工合にダンピングしちゃうと、どういう跳ね返りがあるか。おかしいですよ、電気のものだと、ラジオ以外のテレビだとか洗濯機でも冷蔵庫でも、値段が3倍から4倍くらい向うの方が安い。日本の方が高いのです。ラジオなんていうのが少し安いぐらいです。あとは安いものというと、玩具だとか、瀬戸物だとか、べらぼうに安いものがある。ちょっとそのバランスしているものが、リーズナブルのよさで、リーズナブルの競争ができるものがあまりないのですね。

松村 ポケット・ラジオにしましてもね、売り出した当時は、アメリカではトランジスタやダイオードは、ほとんど軍需だったのでしょ。

永井 理学部の物理の後藤君のなんか、うんとバック・アップしたっていいでしょうね。

斎藤 相当バック・アップしています。もう電子計算機に使っている。

永井 そういうのはやっぱりうんと伸びるわけですね。

## 18. 研究費

福田 今とっているものも非常に必要ですが、今の国立大学とか、大学が沢山ありますな。そういう大学で、われわれもそうですが、研究費が非常に少いですね。あれで非常にやりたい人も遊んでいる格好になっている。ああいうところで、それぞれある研究費を潤たくにして、その研究を大いに開発するとすれば、これはもっと盛んになりますね。

末岡 それはそうですよ。現に金のかからない研究はちゃんと伸びている。みな世界一流です、数学とか理論物理学とか。金のかかるものがいけないというのは結局金の問題ですよ。

福田 だから研究費が、今学者が手持ち無沙汰で遊んでいる方面ね、そういう学者にどんどん必要な費用が

くようにならぬと嘘ですな、これは。

斎藤 おかしなことには、いろいろ研究費なんかをもらうときに、アメリカでもう特許だかになったやつを題目にすると、どさっとくる。ところがほんとにやりたくて、自分の独自のものをやりたいというときにはもらえないわけですね。そういう題目出しても通らないのですよ。

松村 客観性がないという……。

斎藤 そうなんですよ。

司会 お話が、輸出まで参りましたので、そろそろ結論に近づきましょうか……。

富永 技術研究蓄積が不十分だということの中で、われわれとしてどういう点を要望し、またどういう点を反省し、どうすればいいのだというようなことでも出していただければ、それが結論になるのじゃないでしょうか。

松村 ちょっとその前に、科学者ということと技術者、これは科学技術と非常に抽象的にいってしまいますね。ところが 28 年にドクタ・ジュランが来しましたね。講演の中にエンジニアという言葉を使ったのです。ところが現場にはエンジニアはいらない、エンジニアは企業スタッフ部面で活躍すべきだ。通訳がそれを技術者と訳した。聞いていた日本人は、一体おれたちは技術者じゃないのだろうか、現場には技術者がいないのだろうか、こういう問題が出た。そのときにある大学の先生は、大学の工学部のコースをとって、現場に行くと、テクニシャンのようになってっちゃう。大学に残ると、リサーチになってしまう。日本にはエンジニアはいないのだろうか、こういうことを言ったのです。そういう点から一体科学者というものはどういうものですか。私たちの

ような俗人がみますと、たとえばマネージメントの面から、産業心理学とか、あるいはこのごろヒューマン・エンジニアリングとか、(人間工業的なもの)、生理学が相当入ってきたわけですね。心理学というのは、大学だと文学部でございますね。あれも短期間に変ってきちゃっていませんか。

## 19. ヒューマンティの問題

末岡 あれは日本の大学を作るときの、明治時代の間違いですよね。心理学は文学部じゃなくて、自然科学なんです。外国では自然科学の中に、あるいは独立した学部を作っていますね。方法論的にいっても。ただ今日本の大学の心理学科をみますとね、上の教授連はいわゆる観念的な心理学者です。若い方の人が、実験心理学者という形になっている。今やはり過渡期じゃないですか。

斎藤 確かにヒューマンティとか何とかいうものは、エンジニアリングには欠けられないのですね。アメリカのMITで、まずヒューマンティというものを、つい最近やり出したのですよ。まあ今までエンジニアばかり作って、現場へ行ってものを幾らでも作れ作れというわけで、生産のことばかり考えていた。ところが働いている工員を、いかにコンフォタブルにエンジョイさせるかということは、だんだん人間の欲望はきりがなくなります。そういうことをやるのが相当大へんなことになる。それでマネージメントというもののテストとして、ヒューマンティというコースを非常に強調してライブラリまで特別にそういうのを作ってやるようになっていく。

永井 科学者ということも、改まって何うと、どうも

## 次 号 予 告 (2 月号)

### 研究解説

γ-アルミナの変態について ..... 李 海洙  
一色 貞文

レオロジー ..... 妹尾 学  
一分散系に対する適用を中心として

### 海外事情

題未定 ..... 植村 恒義

### 速 報

改良型ファンボロ指圧計の ..... 平尾 収  
電気回路について ..... 小高 庄二

スラリーの管内熱伝達の研究 ..... 橋 藤雄  
森下 輝夫

レールに生じた高振動 ..... 岡本 舜三  
久保慶三郎  
佐藤 吉彦

正 誤 表 (12月号)

頁	段	行	種別	正	誤
1	右	5	本文	をきめるものとの	をきめるものとの
4	左	5	"	(JIS Z 8601)	(JIS Z 8601)
5	右	4	式	$x_n = 2^n + 2^{n-2}$	$x_n = 2^n + 2^{n-1}$
16	"	5	式(3)	$\left  \frac{P_m}{P_{m+1}} \right  = e^{-b},$ $20 \log_{10} \left  \frac{P_m}{P_{m+1}} \right $	$\frac{P_m}{P_{m+1}} = e^{-b},$ $20 \log_{10} \frac{P_m}{P_{m+1}}$
"	"	15	式(4)	$\left  \cos(kr l_1 \frac{f}{f_r}) + \dots \right $	$\left  \cos(kr l_1 \frac{f}{f_r} + \dots \right $
19	左	下11	本文	(挿状ダイナミック・マイクロホン)	(挿状コンデンサ・マイクロホン)
26	"	10	式(1)	$f_{res} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho c^2}{mD}}$	$f_{r38} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho C^2}{mD}}$

何ともこれはむずかしいことですね。

富永 確かにさっきの、エンジニアが日本にはないのかもしれないということは、相当深刻に考えていいことかもしれませんね。

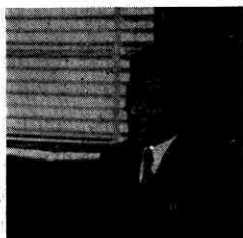
## 20. エンジニアとテクニシャン

福田 いや、エンジニアとかテクニシャンとか、いろいろな言葉がありますよ。中には歴史的な意味を持っているものもある。エンジニアなんて何か、蒸気機関車の運転士ですか、あれはエンジニアというそうです。字引に書いてある。それは歴史的なものだ。だからそういう似たような言葉がいろいろある。テクノロジーとテクニックとかなんとか……。

井口 工学部を出ている人とか、そういう意味もあるのじゃないですか。

松村 そういう意味もあるのですね。

末岡 大体言葉っていうのは、歴史とともに内容が変ってきますからね。不用意に使うとんでもない誤解を招くのですね。ほんとうに一タデ



井口氏

ファインしながら使わないと、危険なんですけれどね。

関野 エンジニアという言葉は 13 世紀ごろからイタリアで用いられ、それは軍事技術者の意味だったのです。それに対して、公共のための橋や、運河などの技術者はシビル・エンジニアとして 18 世紀になってできたのです。機関車の運転手の意味につかっているのはアメリカで、むしろ蒸気機関関係の技術者から機械技術者をも意味するようになったと思います。テクノロジーは、工業技術に関する学問全体をいいますし、テクニックは意味が狭く個々の、日本語でいう「術」にあたるようです。

福田 言葉の定義というのか概念、同じような言葉でも、それがみんな受け取りようが違うのですからね。

松村 インダストリアル・エンジニアという言葉になりますと必ずしも、工学部を出た人じゃなしに、ほかの系統から、たとえば原価管理という面からいくと、もうエンジニアですね。事務屋、技術屋という区別は、これは日本の独得な分け方であって、向うはそういう区別はしてないのでございますね。

福田 いわゆる医者とか……。

高橋 技術者ということになるのですね。エンジニアというのは、技能を持っている人というか……。テクニシャンというのは何ですか。

松村 テクニシャンというのは、もう結局実際のことを働く人ですね。



末岡 テクニシャンという言葉はアメリカではほんとうに手を使ってやっている人をテクニシャンといいますね。

松村 それはもう労働者みたいですね、一生けんめいやっている人を……。

高橋氏 高橋 エンジニアというのは、現場をやる人というより、むしろ頭を使って働く人をいいますね。しかもほんとうに技術を持っているスタッフです。

福田 医者とか弁護士とかいう、そういうプロフェッショナルなような意味のランキングでしょう。

## 21. コンサルティング・エンジニア

松村 そうなりますとまたコンサルティング・エンジニアとか、プロフェッショナル・エンジニアという言葉がね。

高橋 テクニカル・カレッジというのはあってもエンジニアリング・カレッジはないのですからね。エンジニアという言葉は、日本では欧米とどうも、非常に意味が違って使われているのじゃないかと思うのです。

井口 私の感じでは、科学者、技術者の能力などの点では、先ほどからも沢山話が出たように、あまり心配することはないので、むしろそういう人たちをいかに活かすかということの方に問題があるのです。科学者、技術者に、もちろん責任は十分あると思うのですが、その別な方に、その人たちをいかに動員するか……。

松村 むしろ受け入れたり導入する側が、もっと協力態勢を持つべきではないか……。

井口 そちらの方が問題じゃないか。

高橋 結局、学校教育でいろいろのエンジニアを作っても、世の中でいかに働かせるかということ、真剣に考えないと、数ばかり作ったって結局だめじゃないですかね。やっぱり少数でも有用な人を作って、その人に十分働かせるようにしてやった方が、むしろ能率的だと思いますね。

## 22. 研究の蓄積

高橋 何%くらい使っているのですか。

福田 外国の方は僕は知らぬですが、かりに会社なんか、アメリカの会社では、多いところは——化学とか電気の部門が、率が一番多いのですが、これは多いところは総売上げの 6% くらいです。これはよく覚えています。それからほかの分野では、少くとも 3%、僕は今リストを持っていないのですが、総売上げの 1% なんていうの

は低い方じゃないですか。

**末岡** 日本の科学研究費というのは、大体 1% くらい——1% 以下じゃないですか。

**松村** 企業研究は、私の聞いたのでは、医薬品、これが 5% くらい、それから化学関係が 3% くらい。

**福田** 最高は 6%。

**松村** 機械あたりは 0.8%、機械が一番悪いと思いますよね。

**高橋** 研究もまた向うのと性質が違うのですね。つまり試験みたいなものまで研究の中に入れている。日本では、工場の中の試験のようなことまで。

**松村** 通常研究と開発研究というのに分けますと……

**福田** 向うでは、基礎研究——工場なんかの応用研究、基礎研究といっても、大学の基礎研究とちょっと違うけれども、基礎研究、応用研究、それから開発研究、この三つくらになります。とにかく今は薬会社なんかもっと多いでしょう。向うではこのごろ、とにかく新しい特効薬みたいなものが、昔なら 25 年に一つくらいの割だったらしいですが、このごろは 24 時間に一つだということです。だから今の抗生物質など、各社がみんな競争ですね。せっかく 8 割まで出ておいても、競走相手の会社が先に成功したらそれまでの研究はお釈迦ですから、非常に真剣なようです。だから研究も、個人のワンマン・プレーではなくて、アメリカの一つの戦術空軍のような、研究戦術団というような一つの問題に何十人も取っ組んで……。

**高橋** 確かに違うですね。日本の会社の研究と外国の会社の研究というのは、向うの会社は、問題はそんなにたくさんない。一つの研究室の問題は一つだけ。それに何人という人がかかっているんですね。

**福田** 計算は計算をする係——とにかく分業でね。分析も研究も完全に分れてやっている。

**高橋** 研究者は分析はしない。それはサービス部門として分析するところがありまして、そこで専門に分析をやっている。

**松村** ブロック活動、チームワークというのがいいのでしょうね。

**高橋** そうして非常にディスカッションが盛んで、お互いにみんなが、一つの研究について意見を言うのです。それで研究者がいろんなことに気がつく。日本じゃ研究者が独りでそれだけの頭でやっている。それで人からいわれないから気がつかないことも多い。そういう盲点が多いため研究の進みが遅い。向うでは早く研究が進む。

**福田** 非常にスピードがある。研究の成果を持つスピードが非常に早いんじゃないか。

**松村** 協調性が強いのですね。

**福田** 協調性というよりも組織でしょう。

**高橋** その組織は、協調性の組織を作っている。

**松村** オルグ活動ですか（笑声）。

**高橋** そういうことでしょね。研究のやり方を変えないと、日本のように各自がでんでんばらばらなやり方をやっていたのでは、いつまでたっても追いつかないです。ある部面での天才は出るかもしれませんが、しかし全体としてのレベルは上らない。

**高橋** 基礎的な研究はまた別ですよ。大学の研究はある程度個性をもとにした研究ですから、それはまた別だと思います。

**松村** そういう面で、研究管理という言葉が、最近認識されてきましたね。たとえば特許の管理の問題とか、研究管理の問題とか、予算統制という面から必要に迫られてきておるのです。

**高橋** 能率的に研究を管理することは、最近まで日本では考えられていなかったもので、日本はずいぶん損していますよ。

## 23. 使 命 感

**永井** 大体科学者は、まじめで純心ですから、その周りさえよくなれば、十分にその使命が達せられるのじゃないですかね。周りなんですよ。もう少しこう……それにはやはり科学者自身が、自分で信念を披瀝する必要があるのでしょうね。

**松村** そうでしょうね。何かこう使命観を持たなければ……。戦時中式に、国の方針とか、お国のためにという重点事項が相当あったのですが、今は科学陣営に対して、そういうような強力なワイヤ・ロープというものがないでしょう。ですからもう自主的な研究あるいは発展、開発ということが必要になるのですね。

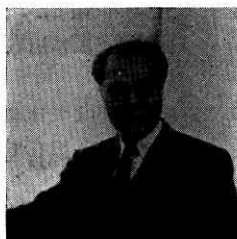
**末岡** 僕はやはり何というか、科学のある特定の部門ですね、業績があまり伸びないということがもしあるとすれば、それはやっぱりさっき福田先生がおっしゃった金の隘路だと思うのですよ。というのは、理論物理学などは非常に発達している。私、この間カナダへ行って、十ばかり大学を講演して回ったのですが、そのときいつもしみじみ思ったのは、私の背後に日本の物理学界があるということでした。そういう意味で、やはり日本の科学者というものは、井口さんいわれたように、能力的には相当上ったと思う。一流といっていると思う。それが一流になれない部門があるとすれば、それは確かに能力の問題じゃなくて、やはり隘路があるのですよ。その隘路を何とか解決するような方法をとらなければ、だめだと思うのです。数学とか、理論物理とか、一流中の一流ですよ。とすれば、それは偶然じゃないのですから、やはり能力はある。能力の点は、僕は心配ない

と思っています。そういう優秀な部分のあることを聞いて、安心感に陥るような感じを受けるかもしれないけれどもね。

**井口** 日本の理論物理学と数学の水準が高いということは結構なことなのですが、それについて私は考えさせられることが一つあります。それは、末岡先生もいわれたように、そういう純粋科学の発展の背景には工業あるいは産業というものと考えると考えられるわけですが、日本の場合、皮肉な見方をすれば、それらの発展とその背景との関係はむしろ弱くはないかということです。つまり研究費が少なくてすむという消極的な理由があると思います。また、そのほかの応用科学の方からみても、産業

がもっと大きな背景となってゆくべきだと思います。

**関野** 日本の科学者や技術者の能力を過小評価すべきでないと思うし、それぞれの健全な環境こそ周囲に用意されねばならぬでしょう。そして各部門に科学と技術が一体と



関野氏

なった創造的な雰囲気をかもし出し、それが歴史的には蓄積されて一つの伝統となっていかなければならない。生産技術研究所の使命も、そんなところにあるのじゃないでしょうか。

**高橋** とにかく、めんどろな手続きをして研究費を請求してから研究する現状である。十分に研究費があって、それから研究をやっていくということでは、本当じやない。

**末岡** 僕は1カ月くらい向うの研究所に客員でいっても、研究費を出す。われわれは理論的な計算ですから、大して金がかからぬですが、400ドルや500ドルの経費なら、いつでも出せるのです。そういうのはすぐやってくれる。日本ではそんなことは、とてもできません。そういうところに何か違いがあるのじゃないですか。

**松村** 将来への使命という点では、科学者はますます奮起し、これからの日本の興隆は科学者にかかっているということになるのじゃないですか。

**司会** それじゃこの辺で。どうもありがとうございました。(終)

## 電波波形の説明

この記録は、米国が1958年1月31日に打ち上げた人工衛星1958- $\alpha$ (エクスプローラー)からの信号電波を、郵政省電波研究所で直接受信してテープに録音されていたものを、理化学研究所宇宙線研究室で信号弁別器にかけて紙上に再現したものである。

観測年月日: 1958年2月3日20時18分47秒~19分31秒

人工衛星の位置: 高度 538~451km, 地磁気緯度 21.8°~21.4°

曲線は上から流星塵, 宇宙線, JJYの記号である。

a) 流星塵の曲線は、流星塵が人工衛星に1ヶ衝突してショックを与える毎に、電波のサブキャリア周波数が909%から1022%に、あるいは、その反対にとびうつるようになっている(25°Cにおいて—しかし実際にはこの範囲より多少せまい)。したがって得られる曲線は階段波形になるはずであるが、実際にところどころ山が出ているのは、ノイズによるものである。そのことは、この曲線でノイズが多い時は宇宙線の方にもノイズが入っていることでもわかる。ここに出した範囲では流星塵が3ヶ衝突していることになる。

b) 宇宙線の曲線は、計数管からのパルスが16ヶ出るときに、サブキャリアの周波数が1226%と1366%の間をとびとびに変化するようになっている。したがってこの曲線の矩形の山一つの間に計数管は66カウントを数えたことになる。もちろん、これにもノイズが重畳している。

付記: この記録データは理化学研究所宇宙線研究室宮崎友喜雄博士の御厚意によるもので、同博士に厚く感謝の意を表したい。

