



■ 出席者

関西電力株式会社 専務取締役

伊 藤 俊 夫

住友電気工業株式会社 常務取締役

法 貴 四 郎

名古屋大学 工学部教授

山 本 賢 三

大阪大学 工学部教授

品 川 睦 明

大阪大学 工学部教授

堤 繁

堤 皆様本日はお忙しい所、お集り下さいまして誠にありがとうございます。

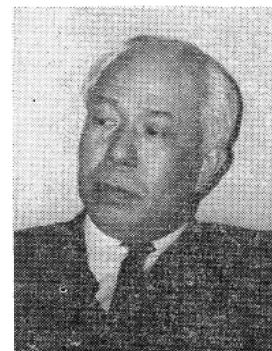


私は大阪大学生産技術振興協会の編集委員長をしているのですが、今から座談会をやりたいと思います。座談会の題目としましては「将来のエネルギー問題」という事で始めたいのですが、これだけでは少し抽象的ですから5年先、

10年先、或いは20年先というふうにわけて座談会を開いてはどうかと思います。私、今石油化学関係をやっていますが戦後急激にエキスペンションやりまして最初年間1~2万トンのエチレンプラントが昭和45年から46年には、これが30万トンにスタートすると云われています。戦後非常に進歩したんですが、それは表面上だけで本当に考えるとあまり進歩していないのではないかと思います。クラッキングの方式も1900年の始めにやられました方法がオートメンション、機質、そういう技術が進歩した為で化学関係のアイデアは余り進歩していないと思います。技術革新と云われていますが、そういう事がかなりあるのではないかと思います。石油関係もエネルギー転換もやらねばいけない時期にきていると思います。学問的にいいますと化学だけではいけない、これからは総合技術をやるという時代にかかっているのではないで

しょうか。石油化学関係も電気関係、溶接関係もプラズマジェットとかエレクトロンビーム、レーザとかイメージファネスあたりを積極的に導入して行きたい、そういう事になりますと電力費が問題になる、電力が安くないと電気的方法が導入できない、電気的方法を導入すると今迄硫黄の入った燃料を燃していますが電気の導入で公害問題も可成解消できるのではないかと思います。そうなれば電力費が安いという事が先決問題です。我々の日本は原子力発電に期待しているわけです。そういう点で一番最初に関西電力の伊藤専務さんに今後の見通しをお話して頂きたいと思います。

伊藤 当面のエネルギーの見通しとしまして電力関係



の将来はどうなるかというお話ですが、2~3年前に原子力発電の長期見通しを原子力産業会議で作業したものがあります。日本の経済成長の見通しというものは、大体昭和50年迄はGNPの年平均の伸び率は8%程度、次の10年、60年迄は6%程度、昭和60年から昭和75年の15年間は4~5%程度と云われております。電力の方は電力需要の弾性率と云うのがありまして経済成長の率より電力の伸びの方がもう少し強めであります。即ち昭和50年位迄は年平均の伸び率は9%~10%、

昭和50年から60年迄は7%~8%, 後半の15年は5.5%位と推定されます。昭和50年から昭和60年迄は10年倍増であり、残りの15年は15年間で倍増するだろうという見方です。

現在日本にある発電設備は4800万KW位と思います。昭和75年には約3億KW位になるだろう、現在アメリカが3億近くなっていると思いますので2000年には日本の設備はアメリカの現在程度になっている見通しです。こうした発電を致しますのに従来は石炭及水力でしたが最近だんに重油を使うようになってきました、もし原子力発電がうまくとり入れられないで、油火力だけに依存するとしますと、非常にたくさんの油、昭和75年には年間電力用として3億KW位の油の消費が必要だろう。原子力発電にたよらないと、燃料の輸送だけでも大変な事になる、見通しとしまして西暦2000年前において、原子力発電を日本の発電の中の半分位迄もっていききたい希望です。そうすると重油の消費量3億KWのものが8000万KW程度ですむことになります。これは燃料費としましては、原子力発電にしますと、油火力の約半分という事になる。国の経済としても有利でございますし、先生の御希望のように電力代を現在より上げないようにさらに現在より出来れば安くするようにするための可能性が増して来ると考えています。勿論1985年以降は高速炉の実用化が期待できますのでそれができますと油火力と比べて原子力発電の燃料費が半分又はそれ以下に切下げられるものと考えます。

堤 具体的にどの位になりますか。

伊藤 具体的に申しまして電気代の中にしめる燃料代を現在の油火力でしたら、1円30銭か40銭位、只私の所が手がけている原子力発電の燃料費は80銭位、アメリカでは50銭位です。それが高速炉に移りますと、どの位になるか分かりませんが、燃料費としましてはかなりの低減の可能性があると思います。但し電力原価は燃料費と固定資本費との合計で問題は、建設費が現在では可成り高く、従って何時頃になったら安く建設できるかという事にかかっています。これが将来の見通しはまだ充分明確ではありません。この点に多少問題があります。

堤 品川先生原子炉を合理化するという事で面白い考え等ありましたらお願い致します。

品川 フィッションのエネルギーをもっと利用して、だんだん大巾な動力源に原子力をもっていくべです。石油を燃してしまうと勿体ない様にフィッションのエネルギーも現在のように熱交換だけに持っていくと経済的に見て勿体ない気がする訳です。

原子力は核融合の方を早く動力化して頂きたいものです。フィッションのエネルギーは大体八割程度がフィッ



ションクラグメントの運動のエネルギーで出ておりますので現在のような燃料ペレットで使っていますと自分のダメージの為に使われている訳で上手な使い方ではないと思います。

そのようにフィッションエネルギーを無理やり熱に転換しないで燃料を工夫してフィッションエネルギーが金部外側へ出るようにする必要があります。例えば5μ位の薄さにすれば理想的なのですが20以下位のフィルムの状態あるいは仁丹のような核があってその上に塗るのもよろしいし、粉で使うのもよろしい、又はノズルから融解したセラミックスを吹き出して5μ位の直径のケバを作るのもよろしい。そういう燃料を作りまして、その回りにはいずれは中性子の減速剤もクーラントも、それに熱交換剤もいるのですから、それらの役割をする化学マトリックスを入れればよろしい、化学マトリックスは同時にフィッションの運動エネルギーを化学エネルギーに転換します。こうして物質が合成出来るとそれが次の燃料として蓄えられ、何かの役に立つエネルギーのレザーバーになる訳です。

そう云った方面の開発、実はそれはフィッションケミストリーと云われていますがアメリカではプラント化しまして材料試験炉を一つ独占したようにし、ユニオンカーバイドあたりと原子力委員会が手を結んで数年前、2・3年にわたって大きなプロジェクト研究をしまして結論をある程度出している訳です。レポートも出ております。昨年アイソトープ会議にはCusackという人と呼んだのですが、その人がマネージャーになり相当成果をあげています。それによりますとアンモニアからヒドラジンを作るとか、原子炉の中で窒素と水素からアンモニアを作ったりします。そしてアンモニアは航空燃料にも使う訳です。ヒドラジンもロケット燃料などに使います。そういった事をどんどんやっています。

宇宙開発的には宇宙船の中で二酸化炭素と水を原料とし、原子炉の中で酸化炭素にフィッション化学的に転換します。そしてフリーになる酸素を置いておいて、一酸化炭素は水と触媒で二酸化炭素と水素とになり二酸化炭素がサイクルします。この水素がそうしてフリーになりました酸素と燃料電池を動かすので水を回収しながら電気エネルギーがとれる訳です。つまりフィッション・エネルギーでもって二酸化炭素を一酸化炭素にする所だけがフィッションの働きなのですが結局は電気エネルギーとして出ているのはフィッションエネルギーの変換したものです。

云わばフィッションエネルギーを電気にして出すためケミストリーはベルトコンベアーの役割をしています。尚ヒドラジンの話にもどりますが紫外線をアンモニアに働かせても出来るのですが、ガンマー線で出来る場合のG値が0.05であるのに対し、フィッションエネルギーで出来ますのはその5倍の効率0.25のG値でありましてこういう点でもフィッションの面白さがあります。これはエネルギーがただ強いからよく反応を起す訳ではありませんのでまだ色々使い途も研究されなければなりません。それにしても早いフィッションの反応を化学的にうけてプールしておくというふうな事が大きなメリットではないかと思います。

石油は分子が大きいですから、それを炭酸ガスと水に一度に小さくしないで食料にするとか何とか云われていきますようにフィッションの方も心して壊わしていき分裂片の使い方も考えるとといったふうに折角天然が大きくしてくれているのだから、まだまだそれなりの使い方があろうと思います。

堤 大変面白いお話でしたが……

山本 ニュートロンの方は、これは別に従来のような使い方をあわせてやる訳ですね。



品川 やはり放射化反応に使います。ニュートロンで原子変換をやらせるのが主な仕事でしょう。エネルギーの面でパーセンテージとしまして中性子は一フィッシンにつき

198ミリオンエレクトロポルト

の中で80~85°位が分裂片の運動のエネルギーとなるのに対しガンバーベータニュートロンあわせて15%位、ニュートロンとして10%に過ぎませんが、電荷がなくて核変換を見事に引きおこすという所は利用という面からもまだ分野が開けそうです。

山本 フィッションプロダクト応用と飛び出してくるカイネチックエネルギーを使って色んな化学反応の媒介のようなものにエネルギーを使うのですね。

品川 エネルギーを使いますと同時にフィッションフラグメントもそれとして使う必要があります。

山本 その物自身も反応に使うのですね。

品川 はい、おもしろい点はエネルギーを持っています上に、ごく初期においてはフィッションフラグメント自身がマルチチャージなんです。大体20から25カ位のプラスなのです。原子の核外電子がまだ揃っていないのです。ポカンと割れて核外電子を振り落したままで20以上のプラスチャージを持っていますから、これは化学的に考え

ますとすごい酸化剤なんですね。

そういうのが非常に短時間に他からエレクトロンを奪ってクールダウンしてしまいますのでそれ迄の話なんです。ですから非常に反応速度の早い側面において早くつかまえてその効能を生かすというやり方をせねばなりません。現在原子炉では、こんな何cmもある固まりのペレットの中でフィッションさせておきまして、しかも比重の高いウラン層ですから、フィッションエネルギーもイオンも中にこもってしまいます。それが熱伝導で出てくるのですからすこしウランが勿体なすぎます。

苦労して作った燃料ペレットが自分で自分をダメージしている訳ですから……

堤 今さきお話頂いたヒドラジンですが、ヒドラジンの燃料電池を使って自動車を動かす、今ヒドラジン1kg、1000円位するのです。これを100円位に下げてくださいという要望が非常に多いんです。もしこれが原子炉とコンビで合理化できればおもしろい問題です。もう一つ先程お話頂いた炭酸ガスが一酸化炭素と酸素に変る問題、私達の重要事項なんです。今石油から水素を作っていますが、石油の中の炭素は殆んど炭酸ガスに変わってしまうのです。結局水を使いまして水の中の水素と石油の中の水素とかアンモニア合成の製造原料で炭酸ガスがCOと酸素又COはスチームとCOの反応で水素とに変わりますので、これのリサイクルがきけば石油はいらないということになる。問題は炭酸ガスをCOと酸素に変えるときのエネルギーが非常に大きいから尋常の方法ではちょっと……単独では非常に大きいエネルギーがいりますから、アンエコノミカルだ。そういうサイドワーク的なことをやれば原子炉の合理化ができると思います。

法貴 フィッションフラグメントも一つですが、それ



を使う場合のコントロールがむづかしいのではないのでしょうか。

品川 このような化学用の原子炉のコントロールというふうな事を、逆に考えますと、中性子を吸うガスを流す流量で加減するとか、原子炉が小さいのですからモデレーターになるがガスの入れ方を調節するなどの仕方も考えられます。しかも燃料再処理をある程度やりながら炉の運転をして、しかも合成が出来ているといった炉と云えるでしょう。そういったなかなか面白い炉がありまして合成は出来るは、モデレーターの役割はするは、熱交換もやっているし、キセノンも持って逃げてくれる上に炉が小型ですむという訳です。でも、そんなによい事ばかりでは

すまされないと思いますが。

法貴 出てきたものにフィッションフラグメントが入ったりしていると放射能も残りますが……。

品川 放射能は当然入ってきます。しかしヒドラジンの除染係数は4万程度もありまして成績が良いようです。それはそれとして放射能があればそれによってイオン化したガスをにつなげばそれからまた発電ができると云った工合にいけないでしょうか。

山本 楽しみはますますふえます。

堤 サイエントリストはやはり大きな夢を持っています。1歩1歩近づくことが大事な問題で、昔は大きな事を云いますと一見不可能と考えたのですが、今大きな事を考えても案外実現可能ですから、大きいこと考えなければいけないのではないのでしょうか。それは本当に原子炉と化学関係とのコンビネーションを一つやりたいですね。

伊藤 原子力発電とか今のお話のものを含めてしまうと今私達がやっている発電形態ではなくて、小型の原子力電池とかポータブル発電機が販売されるようになりまして、電力会社もこうした品物の配給会社になる時代がくるのではないのでしょうか。

品川 それはある程度ポータブルなエネルギー源という訳でやはり一つの理想でしょうね。

伊藤 流通機構が非常に問題になってきています。夢を実現する意味では無線で送電ができなくてはいけないのですが簡単にこの夢は実現できそうにない。現実の問題は流通機構でつまってきている。送ろうにも送るルートがない状態になっています。これは将来の事でしょうがエネルギーの供給形態は非常に小型で牛乳のビンを配達するようになってきますと又変わってきます。そんな可能性があるような気がします。

山本 傾向としましてエネルギーの出力単位はどんどんあがり規模が大きくなります。石油だったらどんな少量でも燃えますが、核反応なら今の臨界量が必要です。核融合が若し実現すれば更にまとまった大きさになるのではないかという気がします。

スケールが大きくなる傾向なので逆に石油なんか無くなった時の事を考えますと、伊藤さんのおっしゃるように局部的なエネルギー操作が是非ほしいのですが… 原子力のようなものでしたら小型化できるか非常にむづかしい問題だと思います。

伊藤 化学の発達は極少の小さいものの方に道んでいく方向と大きい物の方に道んでいく方向と二つの物がたえず両方が並行で道んでいく、天体的に考えれば法貴さんのおっしゃったように核融合のような発電形態ができるのだったら、今私の方は1台50万とか100万とか近い将来には200万KWが現在の原子力発電の姿だろうと思

うのですが核融合なら1000万KWがワンユニットでないとうまくいかない。

山本 そこ迄はいかないと思います。電力出力で200万KW位でしょう。

伊藤 やはり大きくなりますね。先程品川先生のお話伺っていて、私原子力核物理の事はよく知らないのですが、最近ハイエネルギーの方に盛んにいく訳でしょう。ところがローエネルギーの問題というのは、例えば今のフィッション等は非常にローエネルギーの物理なのですが、壊れ方が分っていないらしいですね。先程のように壊れたら非常にたくさんチャージがついている一体壊れた直後核はどうなっているのか、聞く所によるとそのあたりの本当の事が全々分っていないそうですね。

品川 おそらく放射線の初期過程でもそうでしょう。

特にフィッションの初期過程は 10^{-9} 秒の辺りの測定の可能性を 10^{-20} 秒近くの所まで話を持ってまいりませんと工合が悪いらしいのでとても分らないようです。応用、利用の道もある一面このような基礎をやって、日本あたりでもハイエネルギーばかりでなくローエネルギーもやらないといけないと思います。マスペクトルをチャージスペクトロメータとして使えます、そこでM/EのEが非常に大きいときは、分解能がよい訳です。真空中の為相互作用が少ないといいながら、測定にかかるという所はまだマルチチャージのものが生きていることを物語っています。その点、まだまだ初期過程のうちでもノンキな所での仕事がかかっています。今伊藤さんが仰云った初期の過程はなかなか皆アタックしようとしてやっていますが分らないところも多いようです。

堤 今、品川先生から化学関係で大変おもしろいアイデアを出して頂きました、私達の関係で先程法貴さんからウラニウムが無くなるという話を伺ったのですが我々を取り扱っている化学ですが主体は炭素、野望は将来炭素その物を使って合成をするという段階にきています、色々ある程度合成できるようになりまして、炭化水素に直接炭素を導入するインゼージをすることが可能になってきました。これは炭素のガス化温度が3800度から4200度と云われています。先程 10^{-9} とおっしゃるのですが、アクティブなカーボンの寿命が 10^{-6} 秒位ある。私達の野望は将来炭素と水素で石油を作ろうという魂胆を持っている訳です、できるかどうか知りませんが、炭素はC-1だけではなく、マスマペイトルにかかったのはC-1からC-1の色々な混合物であるとの事で水素添加ができたなら石油の主流はできる訳です。このヒントはプラズマジェットから炭素と水素でアセチレンを作った所から出てきたのですが…… 山本先生にその辺のプラズマ関係の一つ、化学関係にくっつけて頂いても結

構ですが……

山本 要するに反応を促進するには、温度をあげるのがよいということなら、プラズマはまさにそういう状態です。

堤 ケミカル反応は温度を低くしないといけない、アクチベーションには温度を高くしないといけない。熱いやつをすぐ急冷する訳です。炭素をくっつけるにはマイナス196位までに冷しておく、カーボンは5,000度位にやって真空中でくっつける。そういう時に使います。

山本 ある程度温度の高い大変アクティブなものを作れと云えば、プラズマ的なものを使う。一方において低温状態が必要な訳ですね。かなり低温のガス中での放電（プラズマ）があり得ます。ガス温度は低くても電子温度が高いという状態になっています。

品川 化学反応は、エレクトロンボルト以下のサーマルなところが普通でしょうが、励起状態で数エレクトロンボルトのあたり、それに放射線の相互作用は、数10エレクトロンボルト以上といったところでしょう。

堤 化学反応は低温でないといけない訳ですが、そういう時の反応の効率に問題があるのでしょうかね。今の所は反応するという段階です。今後カーボンあたりのガス化がもし安価にできれば……カーボンと云えば私達担っているのは太陽熱を使ってできないかという事です。原子力のカーボンというのも……

品川 堤先生、今の反応とエクサイテーションエネルギーの関係ですが、生体の中では勿論の事、サーマルの段階のみの反応がおこっていて、しかもすごい事をしています。ところがそれも低いエネルギーばかりでやりおせないかも知れないと思うのです。もしそうだとすると強いエネルギーのはいってきかたというのはやはり宇宙線のようなものによるでしょう。宇宙線の密度からいいますと相当のプロバビリティで体に当るのですからそういうイベントが主なる役割をして生体のプロセスにあるけじめをつけていることがあっても不思議ではないでしょう。たとえば発生の途中で性が決まるポイントで放射線がないといけないといったことが、あるかも知れません。

山本 ところで MHD は夢というよりも具体的問題に半分は入りかけていると思うのです。特にオープンサイクルという方式は石油系か石炭を燃して 3,000度位の高温高速のガスプラズマとしこれに磁界をかけて発電し使用済の高温ガスは在来の火力発電に使うというやり方です。これはもういかに現実のものにしていくかという試験研究の段階に入っています。例えば日本でも電気試験所がかなりの規模で確か 1,000KW のものを既に建設、運転し研究中です。これは実際にできるできないという

ことでなく経済性と云うことで議論されてしまうものなのです。できたとすれば能率が改善され、新鋭火力が40%であるのに対して55%位になります。つまり MHD を使えば石油資源を節約できるとか、電力のコストが安くなるとかいうことになります。もう一つの MHD はクローズサイクル方式で原子炉とくみ合わせるものです。これはまだ使えるかどうかわかりませんが非常におもしろい非平衡電離という現象を利用し割合温度が低くても MHD ができます。原子炉はそれ程高温ではありませんが、これによって電気に直接転換できることになります。将来エネルギーが原子力発電に移ってくるとすればさまざまな原子炉が開発されまじょうが、この方式の使えるのは高温ガス冷却炉です。日本ではこの研究はあまりやっていない。原子炉用の MHD 発電は学問的段階であって、ようやく研究にとりかかったというところでしょう。やるには規模が大きくなるので大学ではできまじょうので……

堤 MHD は騒がれましたが近頃は余り騒いでいないようですが、事業化に移る過程の困難な時代を今くぐっているのでしょうか。

伊藤 唯今の話のように55%とか60%とかに近い能率という事はエネルギー転換上、非常に魅力のある数字ですね。今、私のところでやっている方法ですと、40%が最高でそれを1%~2%あげるのにどうしたらいいか苦勞しているのですから5%も10%あがるのは非常に大きな問題です。

山本 とにかく熱機関というものは、温度が高い程能率がよくなる訳です。それからいきますと MHD は温度が例えば 3,000℃とかいうように在来かなり高くあげる方向にいつているのですから、熱機関としては能率がいいのは分りきっているし、実現させるべく努力する方向は非常にはききしている。只、今伊藤さんのお話のように実現していく時の地味な段階に入ってきていまして、材料の問題、最後は必ず材料という事になるのですが……耐熱材料が大きな問題になってしまう事と、大型のマグネット、超電導のものを使うというこの二つが解決しますと、オープンサイクルと現在の火力とを組合わせた発電方式は見通しがいいと思います。しかし電力の持続時間が短いのです。数字はわすれましたが、ひと頃10,000 KW位で数分間というのがありましたが……しかし数万 KWで長時間を担っているではありませんか。

法貴 電極が問題でしょう。

山本 電極も一つの大きな問題です。壁の方はある程度冷やすことを考えているのですが、電極は大体グラフィット系統がおもに使われていますが……まだ色んな可

能性をやるべきです。これは法貴さんの方の領分で……

法貴 私共の方でも以前に超合金製造の技術を応用してチタンボライド、チタンカーバイド、ジルコンボライドなどを試作し検討したことがあります。これらの耐熱電極を使用しますとたしかに、水冷金属電極のように作動ガスによる冷却のための電圧降下の問題は軽減されると思いますが、時間的消耗に対する工夫及び耐酸化性の向上という点でなおまだ研究の余地があるようです。

堤 石油関係でも今のステンレス、ハイニッケルクロム鋼を使っているのですが、段々温度があるが事を要望している訳です。そうすると結局最後にはカーボンという事になるのではないかと云ったのですが、カーボンはガス化温度が3,800~4,200度と3,000度位は迄一応耐えるところが空気中でやると燃焼する。最近高圧化学が進歩しまして、カーボンを10,000K位かけますと1,000度位殆んど燃えないらしいんです。ハイレッシャーと結びつく材料の改良が出てくるのではないかという気がします。材料と結びつくかどうか超高压という新しい分野が大分出てまいりました。

品川 非常識ないい方ですがマグネットも軽くして値段のかからないようなものにしてほしいのですが、研究室で使おうと思うとあれで研究費を食いましょう。電極物質もさる事ながら、有機物でマグネットは出来ないうすか。

山本 強いマグネットと云えば、今超電導のマグネットがかなり小型化してきますから、空心のマグネットですね、ですからその点ではだんだん品川先生の御要望に近づくのではないのでしょうか。

品川 値段も安くなりますか。

堤 スーパーコンダクションというのは大変プロフェッショナルなものになって大体確実にのびるという事ですね。

品川 あの例のシンクロサイクロトロンは非常な予算がかかるらしいのですが、原子力関係でもあのような大型予算がつかますと暫く他の研究は辛棒しろということになります。あれでも問題は大型のマグネットでしょう。

伊藤 ところで温度を上げる高温の話がでたのですが、温度を下げる方は絶対温度の1℃か2℃位に持ってゆけば電気抵抗の少いコンダクターができると聞いているのですが、温度を下げる方向はむづかしいのでしょうか。

山本 法貴さんの方では随分それを検討しているでしょう。

法貴 発生ではなく、エネルギーの伝送ですが、伝送線路として我々も考え、問題としていますものに、超電導領域の一寸手前の温度で動作するクライオジェニックケーブルというのがあります。これは絶対温度20度位で使うのですが、20度といいますが液化水素との温度で、簡

単にいうと絶縁油の代りに液体水素を冷媒兼絶縁体として使い、中の導体に高純度の銅とかファイブナイン位のアルミをもってきて、絶縁を適当にやれば、普通のケーブルと同じ形でいけるというわけです。

そうすると、導体抵抗は常温の場合の500分の1~1000分の1、ロスもその程度に減りますから非常に送電電流がふえることになります。このケーブルを使いますと、超高压で200万キロワット以上の電力を送る線路として経済的優位性ができます。ですから用地の狭いところで、電力需要がどんどんふえて、1回線で200万キロ以下を地下ケーブルで送りたいということになると、この種の大容量エネルギー伝送線路の実用の可能性がでてくるわけです。

しかし、技術的に実際、問題が沢山ありまして、いろいろ検討してみたのですが、伸び縮みからしてはげしいですよ。ケーブルを布設するときは常温ですから、絶対温度20度迄冷やしますと、鋼管で大体0.2%、アルミ管で約0.4%縮みます。10mのアルミ管は約4cm縮みます。そのためにいろんな機械的問題が生じてきて、それ相応の対策が必要になってきます。

次に、冷却の問題ですが、絶対温度20度迄は液体水素を使って比較的安く簡単に冷せるでしょう。しかし、本当の超電導ケーブルになりますと長い線路を、絶対温度4度という液体ヘリウム温度まで更に冷やさなければなりません。冷却能率と申しますか、冷却器に入れた電力と実際に冷却に使えるエネルギーの比をとりますと、絶対温度20度の液化冷凍機で40分の1位、絶対温度4度の場合はそれが300分の1位となり、冷却機としての能率が悪くなります。また、超電導の場合はある臨界温度を越えますと急に抵抗が生じ、ロスも急増しますので、確実に超低温を保持しなければならないわけです。そんなこともありまして、超電導ケーブルは随分むづかしいのです。核融合より易しいかも知れませんが。

アメリカでは大統領の諮問機関として新しい地中送電線研究開発のタスクフォースが2年前に発足し、クライオジェニックケーブルと超電導ケーブルの研究もそのなかのテーマの一部として取り上げていますが、この研究費が3~4億円でているようです。

山本 同じ送電についてのことですが、私専門ではないからよく分らないのですが最近マイクロウェーブによる送電の可能性が論ぜられています。パワーエレクトロニクスが非常に盛んになってきましたでしょう。要するにエレクトロニクスがパワーの大きい方へ入っていくということになり、たとえば最近電子レンジみたいなのがそうですが、非常に能率がよろしいんですね。マイクロ波は直流とか60サイクルから転換する場合に70~80%の

転換効率で変るものですから、電子レンジみたいにマイクロ波が普通の電熱器と同じように使えるわけです。あれをウェーブガイド（導波管）で送ると送電電力の密度が非常に高く、超高圧送電より1ケタ高くできるということです。

法貴 厳密ではありませんが、大体の目安としまして、例えばウェーブガイドの中味を空気とし、大きさを1m以上のものにしたとしても、km程度の距離を伝送すればロスが数10%という大きなものになります。とてもマイクロ波によるパワーエネルギー伝送は駄目だと思います。レーザの場合は収斂性がいい、あれならいけるかと考えています。しかし、大電力のソースとはなりませんね。結局、無線電力伝送というのは夢でしょうね。実現性はないと思います。やはり電線をつながないといけない。電線メーカーに勤めて居るからそういうわけでもないのですか。

堤 レーザのお話が出ましたのでレーザーの問題を少しお話頂いたら、医療関係にはかなり使っていますが、通信関係はどうも……という言葉があるんですが、レーザー応用が中で大きくクローズアップされている。送電線の流れる電流を計ったCT使ったりPT使ったりしていますが、みんな接触型なのです。レーザーで再変更槽円変更するのです。反射レーザーをあてまして機械測定なり、電解測定なり、原理はレーザーが円変波で2回、電解で変更円を回転する訳です。それを利用すれば無接触型の測定器が出来る。それがリレーに使える。リレーエレクトロニクスかが可能になる。するとスピードがある。保安上工合がいいので、今各国で研究しています。日本でも色々やっています。ゼネレーターにかなりの問題があるのですか。まだシステムとして実用性が……セットはできていますが、実際のシールドに使われるという所までいっていません。

山本 レーザーというのはできてから、随分利用面で華かな将来が予約されていながら、実用は急に右から左にはけていくようにいってないのです。最初の頃は発信しただけですが、最近はモードが一つであって非常に安定している。真空管で出ているようなきれいな波形の電波と同じ物が出るようになったとか、次にはそれを変調するのにどうすればいいか、変調の技術が今盛んに研究されています。レーザーを高級なエレクトロニクスに利用するために一つ一つのプロセスを今積み重なっている所です。一方炭酸ガスレーザーのようにかなり効率の良いのがありますね。これは大体10%位がもっともよい場合もあります。そして連続出力10KW級が出ますし、そういうのがいつかは通信あたりには必ず使われるでし

ょうね。

法貴 少し話をもとに戻しますが、基本的な問題として我々はエネルギー問題の将来ということを考えることが重要だと思います。最近未来学が流行しているのは結構ですが、うっかりすると目の前に気が散って、遠い将来のことを考えることがおろそかになり勝ちです。会社等で長期計画と云っているのは大体3年から5年位のことを云っていますが、エネルギー問題を取扱う場合には50年位を単位として考える必要があります。人類は木材→石炭→石油→原子力という順序にエネルギー問題を解決して来ましたが、経済発展と共に、エネルギー需要は増す一方ですが、果して何処まで賄って行けるのかということは常に問題となります。先程伊藤さんがおっしゃった様に、日本の経済発展のペースが多少鈍っても、21世紀の初頭には日本の電力設備が3億KWから4億KWになり、経済規模も現在の10倍程度になることが予想されますが、現実的には之だけの発電所を作るだけでも大変なことだと思います。21世紀のエネルギー資源としては結局ウランに頼ることになると思いますが、幸い今から20年～30年後には増殖動力炉の実用性が期待されているので、21世紀を通じて、エネルギー問題が資源的に行詰るという懼れは先づ無いものと思われませんが、これは人類にとって非常な幸せというべきだと思います。

堤 石油はまだ相当あると思います。例えば海底に……

伊藤 後20年～30年と石油屋さんは申しますが、いつ迄も相変らず20年～30年ですが、かなりあるようです……。

山本 只、燃してしまうと勿体ない。

伊藤 将来はエネルギー源よりは原材料的な事で石炭、石油は使われて、電力に使用するのは原子力でしょう。最近やかましい公害の中でも大気汚染の問題が一番頭にきている訳です。それで石炭もかなりの硫黄分があり、石油も相当ある、大気汚染の面では天然ガスはサルファがないので適当ですが相当高価です。一番きれいなのは水力ですがこれは限界があります。今後は水力か原子力かでクリーニングエアを追求する事になりましょう。唯原子力の場合廃棄物の処理に多少問題があります。夢のような話かも知れませんが廃棄物をロケットで地球の外へほうり出さないとどうしようもないという事が起るかもしれません。将来のエネルギーは最初に西暦2000年位は5%位の伸びになるだろうと申しましたが、経済学者の方がある程度コンサーバチブに考えたので、現実にはエネルギー消費は学者の考えるよりも、もっと活発に伸びている感じがします。年5%ですと100年で130倍位になる。7%だったら100年で500倍、現在のように10%位延

びますと13,700倍位にもなります。現在世界中で使っているエネルギーを石炭換算すると60億トンになるとか。これが100年先きに7%で延びても3兆トン、石炭換算相当なものになります。話にありますようにエネルギーを使って熱に転換されてから、北極の水がとけてどうのこうのとか……そういう計算があるようです。よくこういう話を本でみるのですが……。

山本 当分、今の尽のエネルギー消費の増率だとまだ一世紀位いは大丈夫です。つまり毎年5%増率でゆくと130年位で地球の温度が一度あがり、その為南極の水が溶けて海面が30m位上ってきて大都市が海の底に入ってしまうだろうという話がありますね。

伊藤 発電所の立地について色々困難がある。火力の大気汚染と原子力の放射性物質の処理の問題以外に、発電所の運転によって燃料の約60%の熱を捨てる訳で所謂冷却水によるサーマルポリューションが問題になっている訳です。

堤 火力発電の燃料としてハイドロカーボンの代りに、例えば水素を炊くという問題はどうか。水素を作るのは、原子炉のコンビネーションでうまくいかないか、いわゆる水の分解、現実的に水素を燃す事は差し支えないのでしょうか。

伊藤 今石油を炊いているのもカーボン水素です。

堤 先程おっしゃったように炭酸ガスをリサイクルすると、水素は無尽蔵にできる。COと酸素に変えてステアミングをやれば、将来水素を考えてもいいのではないかと思うのですが、いかがですか。水素がいかに安くつくかが問題……。

法貴 自動車をガソリンの代りに水素で走らせることも可能なんでしょう。

堤 ずっと試していたのですが危ぶないというのでよしたのです。私達の学生の頃、アンモニアでやってみました。

伊藤 水素よりも最初は電気自動車に変るのではないですか。先日アメリカのEEIが発表している21世紀の将来の見通しというものを見てみますと、その頃には自動車は主として電気自動車になるだろうという見通しをしています。

法貴 軽量の電池が開発されるのですね。

伊藤 そうしないと例えば大阪府だけでも今100万台位自動車がある。そのキロワット数を考えましたら関西電力の火力の発電出力が600万キロワットであるのにその10倍位のエンジンのキャパシティがある訳です。これはもう大変な事です。同時に動いてないからいいようなものの、発電所の機構のような利用率では動いていませんが、地上をはって煙を出していますから大気汚染

は相当なものになります。

堤 今、大体日本も戦争が始まったらどうするかというので1ヶ月、2ヶ月のストックがある。大体2ヶ月位目標にストックをやりつつある。ところがタンクが問題になりまして貯蔵場所をどうするか軽い奴はなかなか貯蔵できない。

品川 近頃ミサイルが発達してソ連から太平洋へうち込んでも約500mの誤差以内であるそうですから、世界中どこからうっても、大型タンカーですと充分目標になりますね。そう云えば原子炉もそうでしょうけど。とにかく石油が運ばれなかったら、火力発電も自動車もパッと止まりますね。

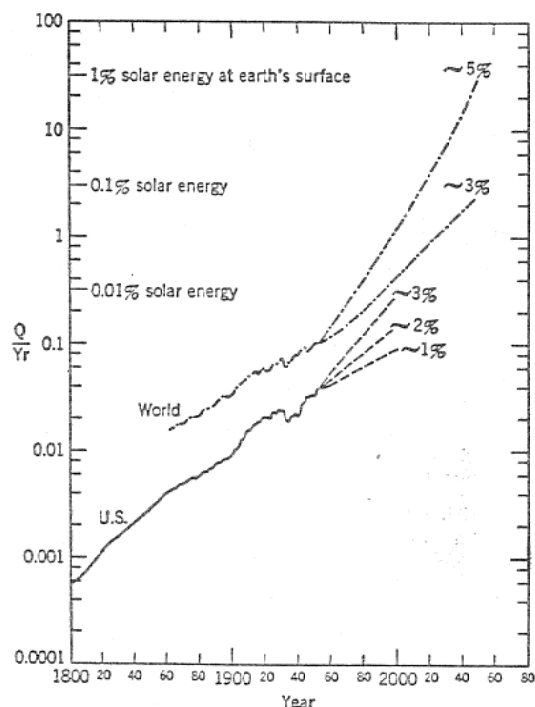
堤 先程から云ってますように、燃料源として水はフンダンにあると思います。これの分解を何かコンビネーションで考えないといけな。水素がうまく出れば、エネルギー問題も又考えられる。ここで法貴さんに太陽熱の利用を少しお話頂いて総合的にエネルギーを検討してみますか。

法貴 特に準備して来たわけではないのですが、太陽エネルギーに興味をもちましたのは、この前メルボルンで世界動力会議がありました時、私行きましたら、誰も太陽エネルギーの問題を検討する人が居なかったものですから、私が出張させられて、シンポジウムにも出席したわけなんです。太陽エネルギーをオーストラリアあたりで問題にしている理由はわかるのです。オーストラリアの北の方は熱帯なんですね。国土の30%に相当します。そして、人口が非常に過疎で、人間が点在しているようなところもありますから、送電線をひいても不経済であわないから、電気の代りに太陽熱を使うのです。そんなわけで、国立の研究機関で太陽熱利用の研究をなかなか熱心にやっています。シンポジウムに参加しまして、アメリカでもやっていることを知りました。アメリカもかなり熱帯の地域があるのです。アメリカは相当電気は普及していますが、国が広いからまだまだ太陽熱を利用する余地がある。

日本は東海地方の太陽熱温水器の普及率は世界第一位でした。十数年前にすでに三万ユニットが使われていました。日本も太陽熱利用にかけては国際的なのです。名古屋工業試験所が太陽炉の研究をかなり熱心にやっています。今は故人の久田太郎さんが音頭をとって、その炉で実験的には3,000度位の温度が得られていますが、大量生産には向かないものだと思います。

しかし、結論から云いますと、太陽からふりそぐエネルギーの密度は非常にうすいものですから、それを大量に集めて工業利用するには経済性の点に問題があって、常識的には大きな規模の工業利用は不経済で駄目だとい

うことになっています。例えばシステム効率+パーセントの変換器により僅か1,000KWのプラントをつくろうと思っても120m四方の場所を必要としますし、このように大きな集光装置は非常に高価なものになるでしょう。しかしどういうわけか、ヨーロッパでは太陽エネルギーの研究が大変盛んです。最近調べましたら、フランスとスイスでやっているのです。両方共発電機を狙ってやっています。マルセーユでは受光面積56m²のシリンダー状放物面鏡を利用して線状の像をつくり、150気圧で550度の蒸気を得ています。ジュネーブでもやはり150気圧、550度の蒸気を得ています。写真にもありますように相当大きなパラボラです。発電迄にはまだ至ってないようですし、経済的にはまだまだ問題がありましよう。

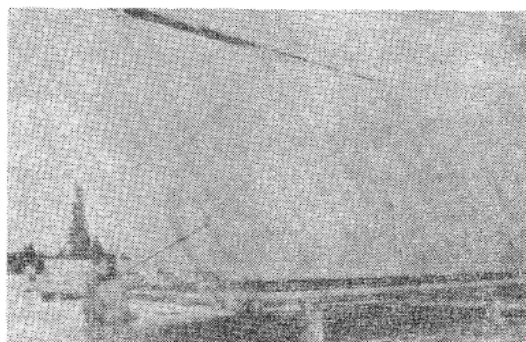


Input of energy per year as a function of time.
After P.C. Putnam, *Energy in the Future*, D. Van Nostrand Co., New York (1953).

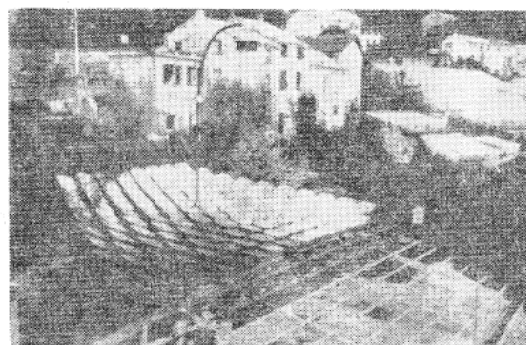
エネルギーの総量として太陽熱が馬鹿にならないということがアメリカの文献に出ています。計算根拠がちょっと明らかなではありませんが、相当の勢いで世界全体のエネルギー需要が増し、紀元2000年位いのところで、石炭換算で年間何百億トンということになっても、それを太陽エネルギーでいうと、地球上で受けとめる太陽エネルギーの僅か0.1%程度なんです。太陽エネルギーの量は大きなもので、それがフルに使えれば需要を充分まかなえるのです。しかし、これはよく考えてみると、実際にはある程度利用しているのですね。水力発電が太陽エネルギーでこれを蒸発させた水を用いているのもその一例ですが、利用のし方はまだ僅かです。

堤 今、クセノンランプを絞りましてアルミを溶す。4000度位できる。それが太陽について行えるかどうか問題です。

法貴 ここに写真がありますが、これはフランスのもので。水を入れたパイプが放物鏡の丁度焦点のところにおいてありますが、人間がいるので大きさがわかりますね。太陽が動きますから、それに応じて回転するという仕組みです。太陽熱で蒸気をつくり、その蒸気を使って発電するという研究をしているのです。



フランス：マルセーユの太陽炉



スイス：ジュネーブの太陽炉

堤 話は少しずれますが、アパートは大体南向きに建てられています。北向きは殆んど利用されていない。それが北向きが許されるなら立地条件も良く、どこへアパートを作っても良いことになる。これは簡単に出来ないですか。

太陽のエネルギーは良い吸収剤があればもっと吸収して温度が上がる。するともっと良くなるわけです。

法貴 その意味で普通温水器といえ水を使っているのですが、あれに有機材を使いまして温度を上げ、蓄熱量を増やすという提案があるのです。有機材冷却の原子炉がありますが、それに使うターフェニールを吸収材として使うと沸点が350~60度ありますから、それだけ高温にできるのですね。そのほか、熔融塩を使うことも考えられます。水だと100度で沸騰してしましますが、あいう材料を使うと、本当に日射の強いところでは効果

が期待される訳です。

堤 太陽熱を使ってオイルクラッキングの方に向けるという、そういう野望を抱いてまして、光を吸収するものがあれば温度は上がっていく。パラフィンも温度があがらない。光エネルギーを吸収しないからアロマチックスの奴は吸収しやすい。今はパラフィンでないとはいけない。すると芳香族（アロマチックス）がないとはいけない。この辺で今道路用に使われるのがコンクリートの為、アスファルトが余ってしょうがない。石油関係でもなんとかこれを使えないかという問題がおこってまして一番の近道はアスファルトを燃料に使えないか。アスファルトを分類しないとはいけない。エネルギーがたくさん入りますので、ドームとか太陽熱を使う考え方は夢の様な話ですが……。

伊藤 経済的問題ですね。

堤 何かその辺を開拓していきたい。

山本 建設費が1 km あたり15～16万円かかると云われています。普通の火力発電所の建設費に比べると4倍位の見当になりますか。

伊藤 水力の発電は1 kw 当り10万円位すると建設費は多少似かよってくる。その変り太陽の当る時間、一寸利用率の方で……ですからコストで5割位高くなります。

山本 アメリカでモホール計画というのをやってましたがやめましたね。これは海底の地殻が薄くて30K位なのでそれを掘り抜こうというのです。随分熱くなるのでエネルギー源になるでしょう。しかし計画が杜撰すぎるということで予算が落されて途中で立ち消えになってしまったようですが……。

堤 私は石油資源に楽観論を持ちます。

品川 海の開発ですね。アメリカは非常に熱心とか聞いています。いまはまだ本式に石油を海に求めてはいないでしょう。

伊藤 おっしゃるように殆んど陸地でとれる程度です。

山本 核融合は今迄のお話の中で夢と現実のいずれに入りますかね。一頃は非現実的というか、またいつの事かわからないとさえ云われた時がありましたが、実際には研究を始めて10数年、特に世界中で公開されてから約10年間です。10年と云えば今迄の学問の歴史から云えば随分わずかの時間にすぎませんが、その間に随分核融合としては進歩したといえます。基本的問題としては大体理解が出来たのではないかなという様な気がします。今迄は非常に無雑作な楽観論あるいは非常に注意深い非観論、用心論がありましたが、もう現在はあまりおおまかな話ではなく、核融合はどういう点でむずかしく、どの位の期間をみれば大体できるかという見通しは、つきかけつつあると考えていいと思います。高温のプラズマを

作るという点ではその加熱では現在我々の知る技術で1億度位或はそれ以上出せます。その高温プラズマをとじ込めるのはいわゆる磁気びんという強い磁界で囲まれた容器を使うわけです。その問題点は不安定性ということであって、学問的には不安定性は全部ははっきりしました。どうやれば主安定性がのぞけるかの理論的根拠もはっきりしました。実験的にも一応検証できた所までいっております。このように大体問題点は描き出されたと考えていいと思います。多分私のおおざっぱな予想でいきますと10年位たつと零出力炉に近いような条件のものはできるのではないかな。地上において自読する核融合というものがともかく一応起ったというのがここ10年位先には実験室的にできるのではないかと考えます。それから先、実際の炉になるのは機械的問題になりますので工学的問題に次第に重心が移り、それも最少10年位にみるとしました大体21世紀始めの辺で核融合の炉のプロトタイプ位がぼつぼつ顔を出すのではなからうか。私はやや楽観論かも知れませんが、一方進歩の速度はしばしば予想を超えることもありますから……。

法貴 核融合と核分裂では大分様子が違いますけど、核分裂でもフェルミの初めの実験炉から動力炉まで20年もかかっています。核融合の実用化はもっとむづかしいと思います。

山本 むづかしい所もあるし、逆に今迄の原子力でこなされた技術で利用できる面もあるし、質が違うと思います。比べるわけにはいかないのではないのでしょうか……。

法貴 核融合炉と云いますか、核融合を使った実用発電炉を考えた場合、経済ベースまでいくのにはまだまだ年月が必要だと思います。世の中がどんどんスピードアップしますから、案外早くいかも知れませんが、直観的にはうまくいっても21世紀の中途位になりそうな気がします、山勘ですけど。

山本 おそらく問題は材料にあるでしょう。要するに数億度とか10億度というプラズマですから、材料が耐えられるかどうかです。じかにプラズマにふれるわけではありませんが、その材料の見通しが最終的に大きな問題ではないかと思います。原理的問題、つまり物理的にむづかしい条件は約10年位でかたがつくと思うのですが、それから先、物を作っていく段階は予想外にむづかしい問題があるかも知れません。

法貴 山本さんのお話に水をかけるようですが、GEが最近核融合との研究とパワー用としての燃料電池の研究をやめたのです。昨年の11月に堂々と雑誌に発表していましたね、GE といえども近い将来可能性の少ない研究に金をつぎ込むわけにはいかない、現段階では核融合

と燃料電池は実用性がないと、堂々と雑誌に発表したのです。この様な割り切り方をしたのは流石 GE で、それにはそれなりの根拠があるものと思います。しかし、何もそれにこだわることはなく、可能性を求めて我々は前進すべきだと思いますが……。まあ核融合にはそれだけの困難があると思います。

山本 メーカーが直接手を出す問題ではないでしょうか。

法貴 それはそうです、国がやるべきです。GE も企業がやるのは負担が大きいと云っているので可能性が無いとはいってないんです。GE といえども核融合となると、うんと頑張っても相当時間がかかるし、頑張らないとできない。寧ろその間に例えば増殖炉の開発をやった方がよい。増殖炉なら相当実現性があるという考え方だと思います。

堤 我々化学関係もある大家が、これはインポシブルと云った。それが害になりまして15年位誰も手をつけなかった、しかし15年後に、あるヘソ曲りがやってこれはポシブルだと、この辺りはある程度のヘソ曲りが居てもいいのと違いますか。

品川 国の研究にもそういう要素は必要です。

堤 国の研究と云えどもインポシブルだという事になれば金は出ない。

山本 国が可能性のあるものは追求すべきです。

品川 国の研究費のあり方ですが、一つには全々捨ててもいいような予算の枠、それからもう一つには効果が生れなければいけない予算の枠と分けて両要素の長所をのばすようにすべきです。全々実が無いかもしれない事を大いにその第一の予算の枠の中ではやれるといったふうに……。

堤 無駄金、道楽金ですね。

法貴 探索研究的は少しの金でやればそれで済むんですが、核融合の探る大きなテーマとなると、金がいるわけです。そうなると問題です。

堤 日本は幸福だと思うのは、研究費を多額に貰っても業績については、あまり責任は問われない。これはいいときがあります。

法貴 これから変わってくるのではありませんか。

堤 厳しくなるのでしょうか。

法貴 レビューアンドチェックという方式ですね。大蔵省でも考えている様です。

山本 額が従来少なかったからおっしゃるように割合自由だったのでしょうか。ビッグサイエンスとなるとチェックポイントをはっきりさせてということにならざるを得ない。

法貴 いま品川先生の仰しかったことに関連して国と

してもエネルギー問題は重要視しなければならないと思います。最近情報産業なんかが非常に派手ですが、コンピュータ時代といえどもエネルギーがなくなったらおしまいですからね。

伊藤 日本で使っているエネルギーは現状で70%位、昭和60年で90%位、外国から持ってこなければいけない。我々の消費しているエネルギーは従って全部外国に依存しているのですから自力でたりる事のできるエネルギーを手許に獲得する必要があるのでしょうか。

品川 太陽エネルギーとか核融合といいますとそれが可能になった時、我が国も資源国のレベルに並べる訳になります。ところが現実の問題として石油とかウランとかいいものは皆他国のを買ってこなければいけないのですから使いにくい位置にたっている訳ですね。

山本 太陽エネルギーも日本でもっとやるべきだということになります！

堤 これが一番手近な研究だと思います。

品川 まだまだ途方もないことと云えば、核のエネルギーのもっと別な使い方、それさえあれば、例えば鉛1g持っていれば一生裕福に暮せるといった工合に、原子番号の相当はしっこの辺でも核エネルギーの原料として物になるものが、もっとあるという希望をもちたいものです。

堤 結論として外国のテクニックを日本で抜本的に飛躍したスペキュレーチブなアイデアが望しいのと違いますか。

品川 学校あたりでもそうですが、学生問題があって以来思うのですが、真理の探求は学校でやり、会社では普通のことかも知れませんが目的の道のはっきりした開発研究、すなわちエジソンの精神に徹底してやるのがよいと思います。前者はニュートンの精神といったものかも知れませんが、エジソンのやる所の開発研究のゼミナール室では、技師を集めて途方もないことを色々な条件を出してアイデアの道を作っていくとおもしろいと思います、つまりアイデアを無理に引っ張り出す。集合の力でアイデアをエクスポアして、アイデア自身を発掘していく、色々な考え方のコンビネーションでやっていく、意志的にそういうチャンスをもうける事が必要だと思います。

堤 今の大学紛争の問題も、これマスエディケーションの時代になって学部学生は大体機械を動かす人間機械にならざるを得ない。結局夢がない。人間機械を教育することですから、従来のような講義をやってノートをとるのではなくて、アメリカでもやっていますがテレビを活用して誰でも学習できるという体制をとらざるを得ない。但し大学院学生、あの辺はドリーミングなりサー

チをやる。大学で夢を植えつける事は必要ではないでしょうか。会社へゆかれて上役の方お困りになるかも知れませんが……。

品川 大学の組織を変えるとすれば徹底した職業大学の数を増していく。しかも非常に徹底さす。研究の面でも非常に徹底さす。学問の真理の探求をしても儲からないぞという精神にも徹底さす。そこは僧院のような状態にする。実益を重んずる人にとっては、全々興味のないものにする。修道院へ喜こんでいく人の数が少ないようにそういうふうにさしてしまふ。そのかわりそこにいる坊主に対して徹底的に生活の保証をする。むしろニュートン、ガリレオ式のアカデミックな人間は、国家では少しでいいし、純粋な人を養成する訳です。社会的に色気があったりするようなものをニュートン、ガリレオの位置においておくという事に矛盾があります。反面社会が職業人を要求している事は、たしかですし、その人達にはエジソン式な精神を含む開発の道を大きく開く。そういう二つのタイプになるのではないかと思います。

堤 私達いわゆるトレーニングスクール、今おっしゃった訓練実務に、これが必要だと思います。日本の大学は地方大学もユニバシティ、しかも旧帝大に行こうとアプローチしている訳でしょう。そういう問題が非常にあると思います。先程おっしゃったクリエイティブなステューデントというのは5%位でいい、全部エリートに育てようとする所に問題があると思います。

品川 エリートという意味の内容が問題です。いい職業につける人という意味で教育ママを初め、社会が評価していると思われ、それなら職業大学に徹したものを作って、名誉が欲しければ徹底的に名誉を与える。大学という名前が欲しければ大学の三重でも四重でもそこへ名

前をつけてやる。

出た人間に対して名前が欲しければ大技師や大博士という名にして、社会の実益に寄与させる。一方実利実益の不要な学者は、大学というところでなくても学問所でありからそこで充分の待遇をして、云わば囲っておくということが必要ではないかと思うのですが……。

またエリートという意味が知識的に役に立つ人ということに大体なっていると思います。さらに云えばその為にはいい職業につけるというたてまえに支えられていることに対する信用がエリートという意味となっているようですが、モラルについてのエリートというものは、今の大学では普通期待されていませんね。あそこへ行けば安心のできる人物が皆そろっているという信用は、大学には無くなりました。この頃のように棒を持って走り歩くと、もうモラルはそこにはない事になるわけですね。そうするとやはり教会へいった方がモラルのきれいな人が揃っているということになります。教育の趣旨に知育、徳育、体育がありますが知育だけですと、悪知恵というのも許すことになって困ったことになります。ですから大学には愛学から出るモラルが満ちている必要があると思います。

思いつきとかひらめきみたいなエレメントとなるようなものを集大成してまとまったものを引き出してくる。集団のアイデアを作るというプロセスがますます必要でしょう。

堤 科学は今の話を聞いていても科学だけやったのでは頭打ちと云うことが分ります。そう云う意味でもこれからは協力体制をもって対抗したいと考えます。本日はどうもありがとうございました。