



## さらなる効率を求めて

— 塩田・梶島・吉川研究室～エネルギー科学専攻 —



(右) 梶島 成治 教授

(中) 塩田 進 教授

(左) 吉川 邦夫 助教授

すずかけ台駅から校舎の間を縫って歩き、トンネルを抜けるとそこに大きな研究施設がある。そのわきにはガスタンクらしき球形の物体が……

「このガスタンクが爆発したら、長津田の山はどのくらい吹き飛ぶだろうか？」

と想像をめぐらせながら吉川研究室を訪れた。

「先生、あのガスタンクはなんですか。もし爆発したらこの辺全部吹き飛んでしまいますか」

「いや、あれはMHD発電で使う真空タンクだよ」

「……」

この真空タンク一つをとってもわかるように、MHD発電施設は広大な長津田キャンパスの中でも一、二を争うほどの大規模な施設である。今回LANDFALLではこの施設を発電実験直前という非常に好運な状態で見学させていただいた。

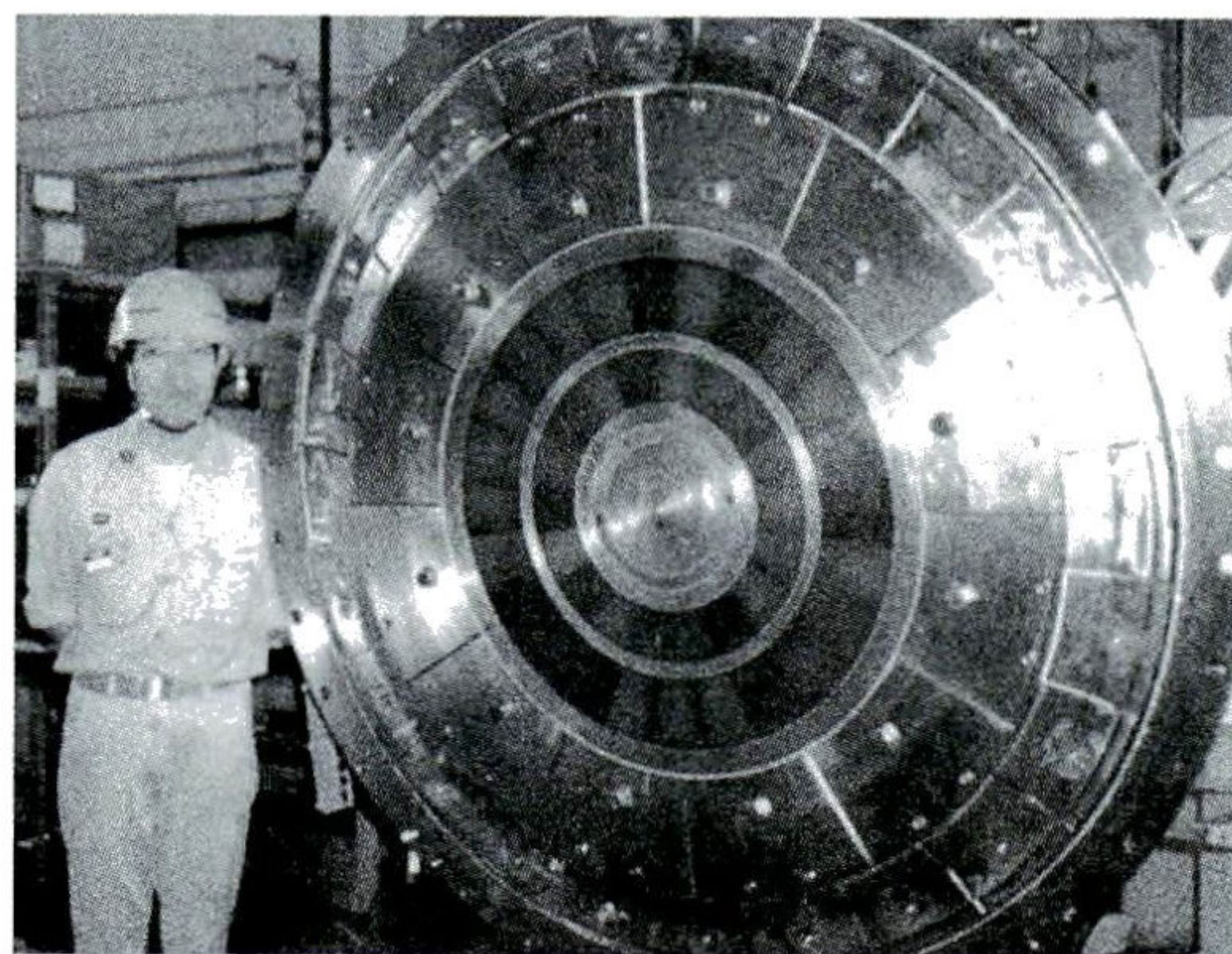


## クローズドMHD発電とは

### 〈原理と施設〉

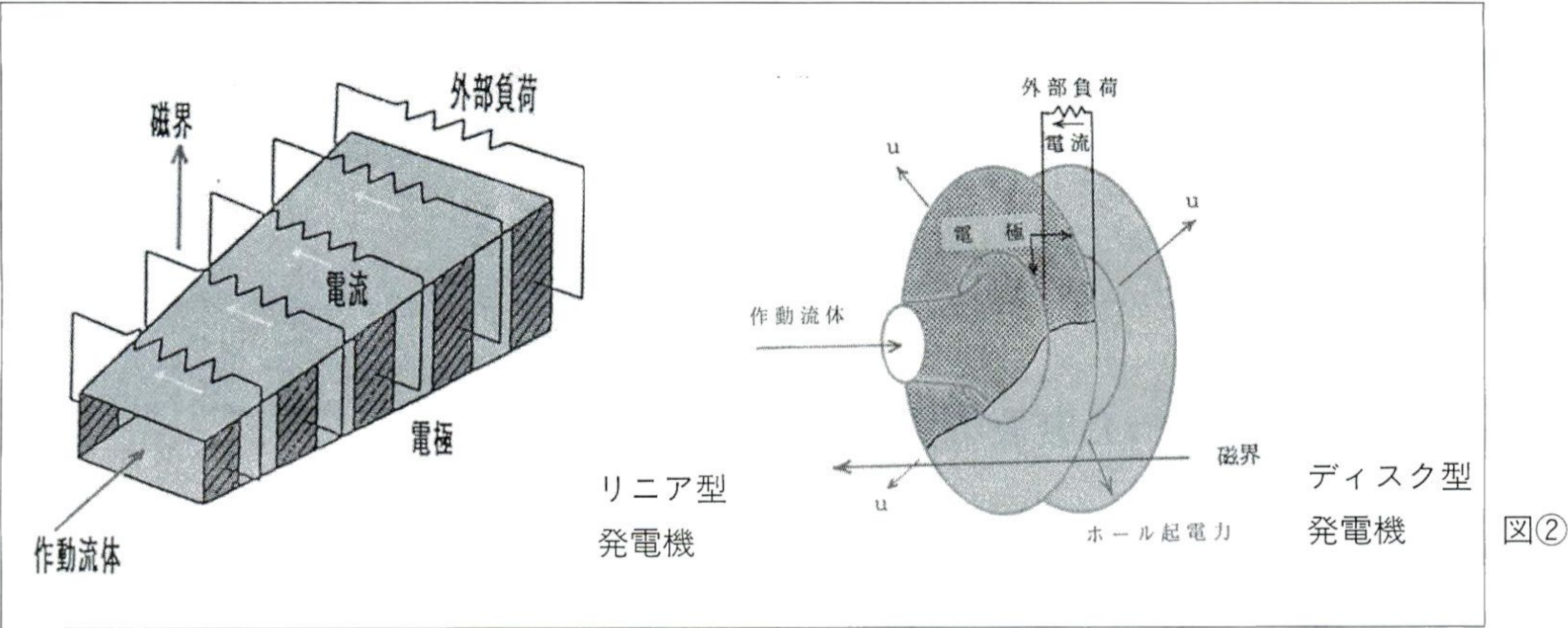
MHD発電の発電方法の基本原理はファラデーの電磁誘導の法則である。つまり磁界中に電気伝導性のある流体(多くの場合は電離ガス)を流し、流れと磁界に対しともに垂直となる方向に起電力を生じさせる方法である(図参照)。図にはリニア型発電機とディスク型発電機の2つが載っているが、この施設ではディスク型MHD発電機が用いられている。この実験装置(FUJI-1実験装置)のディスクの大きさは、右の写真を見ればわかるように人の身長よりも大きいのである。

さて、MHD発電には作動流体(電気伝導性のある流体のこと)の種類の違いによってオープンサイクル(燃焼ガスを作動流体として使用)と、クローズドサイクル(アルゴンやヘリウムなどの希ガスを作動流体として使用)の2種類の発電方



写真①ディスク





法がある。タイトルにも書いてあるとおりここではクローズドサイクルを用いている。クローズドサイクルは前者と違い、一度発電に用いた希ガスを再循環させて、何度も利用するのである。そのために基本的な構造も違う。また、右の表を見ていただければわかるように、クローズドサイクルでは熱交換器を介して作動流体を加熱させるために、熱源の種類は問われない。また、MHD発電では高温での発電が可能となるため、それだけ発電所の効率が上昇することになる。

### <超伝導も使う大がかりな装置>

写真④を見て欲しい。中央に車輪のような大きな機械が見えるであろう。梶島先生の案内によると、この中に超伝導コイルがあり、さらにその中に発電機があるそうだ。では、なぜ超伝導が必要なのだろうか。

「MHD発電は磁界をつくらなきゃいけないんです。普通の電磁石で磁界をつくったら多量の電力がいるでしょう。それで超伝導が必要なんです」

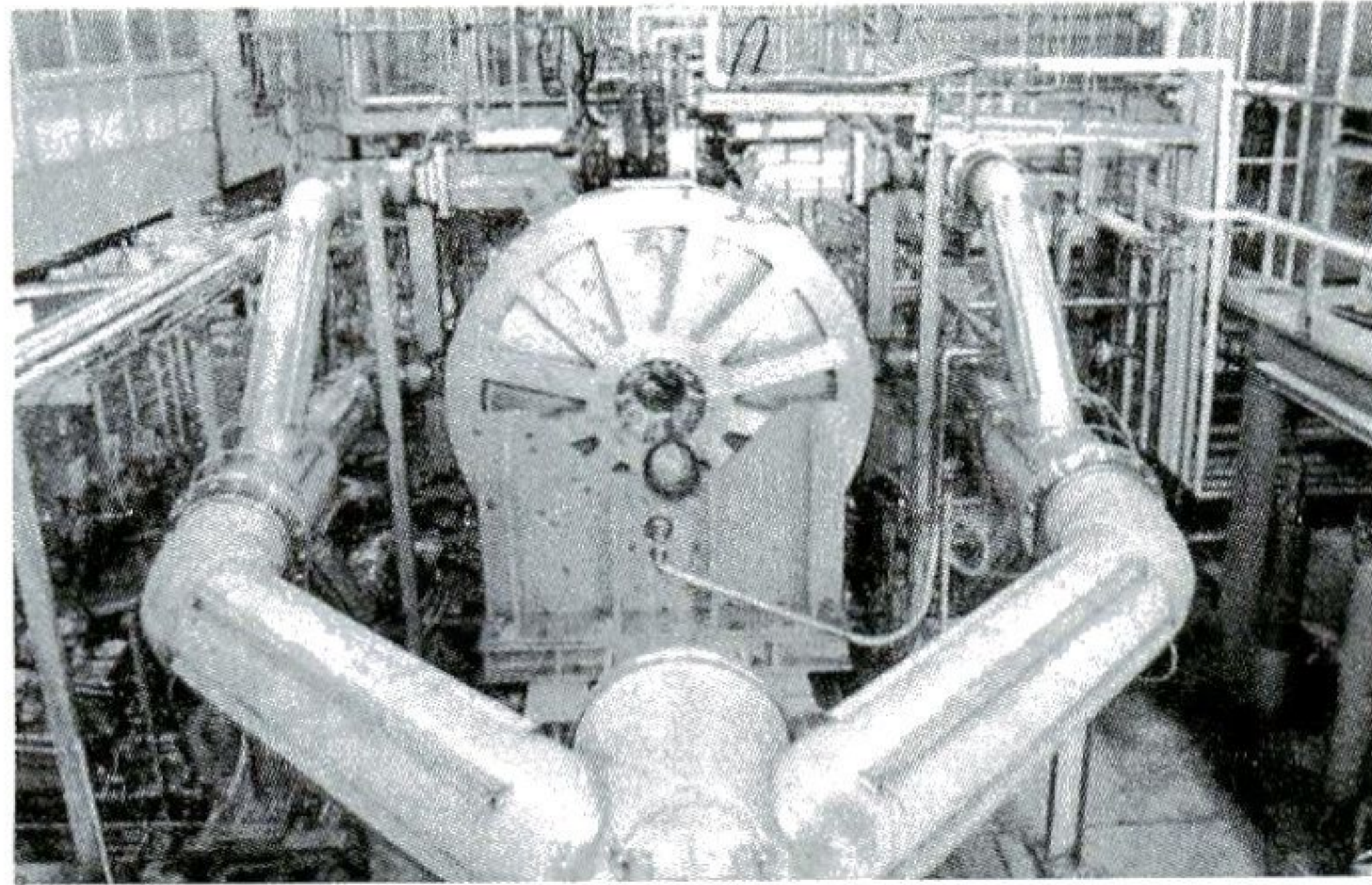


写真 ④

方式 技術項目	オープン サイクル	クローズド サイクル
発電機内流体	燃焼ガス	希ガス (Ar, He)
熱 源	化石燃料 (特に石炭)	制約なし
流体温度 (°C)	2700~2000	2000~1000
導 電 率	1~10s/m	50~100s/m
高温熱交換器	製作困難 (空気予熱器)	製作容易 (希ガス加熱器)
出力密度	20MW/m <sup>2</sup> 程度	100MW/m <sup>2</sup> 以上
予想効率 (エンタルピー抽出率)	25%程度	35%以上

表③ 比較表

と説明された。超伝導コイルは一度磁石にしてしまえば電力を供給する必要がない。しかし、超伝導状態にするためには相当低い温度を維持しなければならない。そういうわけで実験のための下準備が大変だ。実験設備 (コイル) を絶対零度近くまで冷却しなければならない。そのため実験の約120時間前から冷やし始めるそうだ。

「希ガスを2000Kまで加熱して、電気伝導性をよくするためにセシウムをいれます。(注：ここで用いるセシウムのように作動流体の電離を促進するために入れるものをシード (種) という) そして、このガスを超音速まで加熱してから超伝導コイルの中にある発電機に通して電気を起こしてから、冷やして外に出すのです。本当ならばガスを循環させなければならないのですが、実験が大変になるので、今はとりあえず外の真空タンクに入れています」と、おっしゃった。このように作動流体の



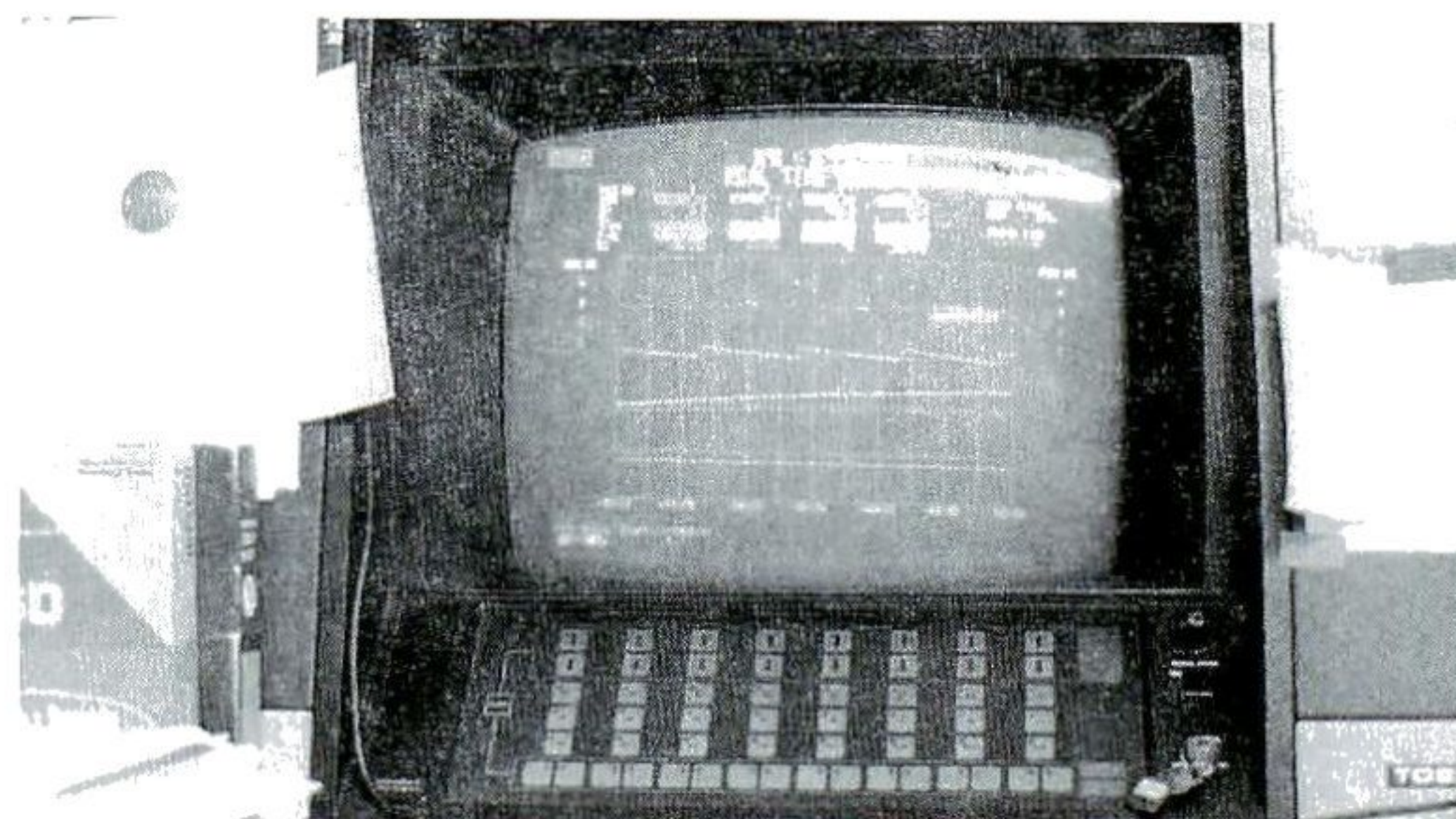
終点として真空タンクを用いているが、これは作動流体を流すために圧力差が必要になるからだ。しかし、高圧をつくるのは安全上の問題があるので、片方を低圧(真空)にすることによって解決している。さて、今まで見てきただけでも大がかりな装置だが、その装置の操作はどのようにして行われているのだろうか。

### 〈コンピュータを使った装置の操作〉

先生は、実験施設の片隅にある部屋に案内してくださった。そこは発電装置の全てを集中的に制御している部屋だ。

「これは、ちょっと古いタイプのコンピュータ・コントローラです(写真⑤参照)。8ビットのコンピュータなんですけどね」

説明している先生の前に、少し古そうではあるが、多くのボタンやディスプレイが組み込まれている装置がある。このコンピュータで発電装置を操作するのだ。ここではデシジョンテーブルといわれる制御の仕方をを用いる。これは、条件の次にアクション(動作)が書かれており、条件が整うと指定されたアクションがなされるといった仕組みだ。



写真⑤ 制御用コンピュータ

「これは発電所で使っている装置と同じ様な形式です。危険なものがあつたら、ディスプレイに表示しなさい、ブザーを鳴らしなさいなど、状況に応じていろいろと対応してくれるのです。危険がわかっていれば我々はいつでもそれを防げます。が、実際は予知できません。そこで事故を最小限に止めるように警報などがいろいろ表示できるようになっています。この装置を使うとだいぶ楽ですね。放っておいても工程をきちんとこなしますから」と先生はおっしゃった。装置が大がかりなため危険はそれだけ多く含まれているのだが、このようにコンピュータシステムを使って安全性を高めている面がうかがえる。



## 発電施設の実用化に向けて

実験を見る限り、かなり実用的な段階まで進んでいるようだが発電所として実現するのはいつなのだろうか。この点についてもうかがった。

「オープンサイクルの方はアメリカで2つほど、中国でも建設する計画があるのですが、クローズドを日本で建設する、といったら大変です。10年じゃとても難しいですね」

この背景には、日本の電力事情がある。エネルギー変換効率が40数%と恐ろしく高いからだ。(参考：中国 28%、アメリカ 30数%) それだけ安定していると、新しい発電法への転換も困難になる。そのことについて先生は次のようにお話しになった。

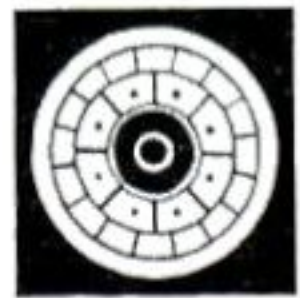
「昔は、少しでもよいものがあればそれを使い、





具合が悪ければもとのやり方に戻せばよい、というように新しい技術が試されていったのです。そうしているうちに技術はどんどん発展し、新しく良いものに転換されてきたんです。しかし今はそうではない。具合が悪いからもとの戻そう、といったことはそう簡単にできないし、そう簡単に具合が悪くなってしまっては困る。だから、長時間運転してみてどれくらいで大丈夫といえるのか

など、いろいろ検討しなければならない。ですから本当に実現するには10年じゃきかないと思いますね。半導体で1メガビットのメモリーが10メガビットに置き代わるように簡単じゃないですね」といって苦笑された。先生の分野は電力という生活に必要不可欠なものに密着しているので信頼性が重視されている。

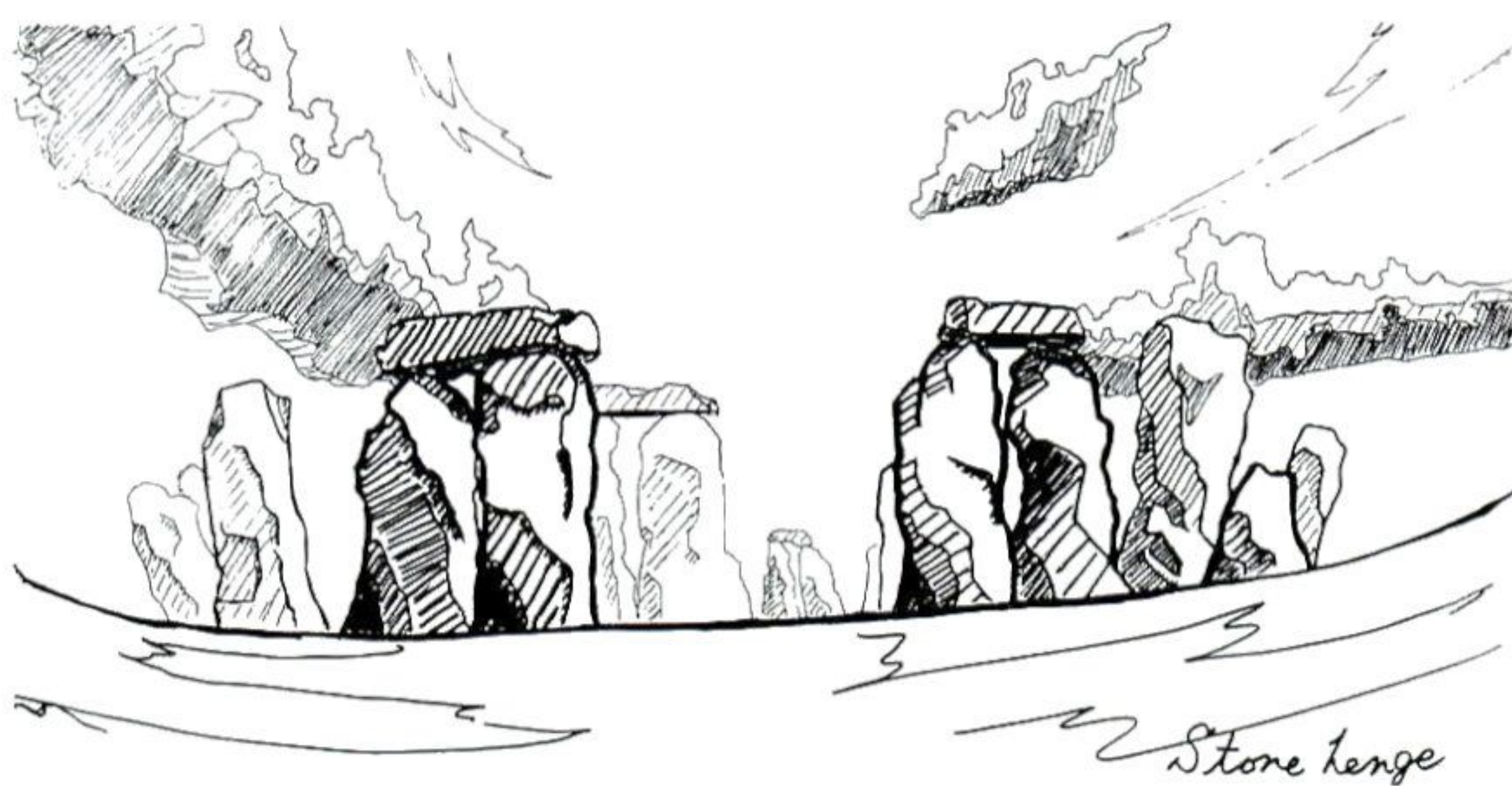


## 研究室雑感——楽しさで乗り越える

### 〈実験のない時は？〉

実験以外の日はどのようなことをしているのだろうか。普段の研究についてもおうかがいした。

「数値シミュレーション等をやっています。ガスの圧力を変えたり、シードを変えたりするんです。他にも、発電だけではなくてプラズマの研究をしています。また、学生はエネルギー関連の勉強をしたければ好きなことができますが、教官側としてはとりあえず以上のような研究項目を用意しています。他にもこれから先、環境問題等を扱うかもしれません」



### 〈先生に——学生に望むことは〉

「好奇心がある学生がいいですね。好奇心をもって楽しまないといつらいことが乗り切れません。『楽をする』と『楽しむ』は字が同じだけで違うんですよ。『楽しく』楽になれば人生いちばんいい。新しいことをやるには好奇心を持って楽しくやらないといけない。難しいことも楽しさで越えられるようにならなければ。そうすると一番いい」と、お話になりました。我々も好奇心を忘れずに、常に向上に努めたいものだ。

「スタンバイ！」実験施設内の狭い部屋に梶島先生の声が響いた。

これから始まる2分間の実験のため、超伝導コイルを冷やすのに実に5日、コイルを実験状態にするのに45分もかかっている。やがて「3、2、1、0」という声と同時に轟音が鳴り響きディスプレイにプラズマの飛び散る映像が写り始めた。「5秒、10秒」とカウントが読まれ、計器類は激しく動く。「120秒」と読まれると轟音は止み始めたが先生方の実験結果の解析、処理はさらに続く。

取材の合い間にこのように緊迫した実験を目にすることができました。お忙しい中でも、取材メンバーを快く受け入れて下さいましてありがとうございました。あれだけ大がかりな施設とその実験の様子などを見学させていただき、たいへん感謝しております。

(原)