

中ノ島時代の杉本先生

中井浩二 (高エネルギー物理学研究所 名誉教授)

1. 杉本研究室発祥の地:大阪大学中ノ島キャンパス

昔は水都と呼ばれた大阪市の中心、堂島川と土佐堀川に挟まれた中ノ島に大阪大学理学部が創設されたのは1931年のことであった。初代学長に長岡半太郎先生は、この新しい大学の創設に意欲を持って取り組み全国から優れた人材を集められた。特に、当時創成期にあった原子核物理学を中心的プロジェクトとして選び、理研から新進気鋭の菊池正士先生をリーダーに迎えられた。

菊池先生は、先ずコッククロフト・ワルトン加速器を建設して中性子原子核反応の実験に取り組み、中性子の非弾性散乱による γ 線の測定で有名な菊池・青木(熊谷)・伏見の実験を次々と発表された。次にサイクロトロンをも建設され、

阪大1期生の伊藤順吉先生によるフェルミの理論の検証、光学模型の原点となった若槻哲雄先生の影散乱など、先駆的な成果が挙げられた。また、湯川秀樹先生の間接子論の予言もこの中で生まれた。

菊池研究室がサイクロトロンの建設をはじめた時、第三の加速器ヴァンデグラフの建設も始まった。伏見康治先生が始められた。静電型加速器はサイクロトンと違って大変難しいものであった。伏見先生が始められ、若槻先生が大変な苦勞をなされたが旨く行かなかったと聞いている。そのうちに太平洋戦争が始まり全ての活動が止まってしまった。

戦後、この加速器を完成させたのが杉本先生であった。殆どゼロからの出発であった。今日のように絶縁素材が整っているわけではない。

真空技術も未熟である。杉本先生は、いろいろな工夫を重ねながらその困難を一つ一つ解決された。

先ず、先生は高圧電極側の支持を取り外してしまった。元の伏見先生の設計ではウイスコンシン大のハーブ先生の設計を真似て高圧電極にも支柱があった。支柱を外し横型の加速器装置を片持ちにした状態でベルトを動かすと、ものすごい振動であった。その頃はすっかり理論物理に戻られた伏見先生がときどき訪ねて来て「まだ壊れませんか」と杉本先生に訊くことを楽しんで居られたそうである。

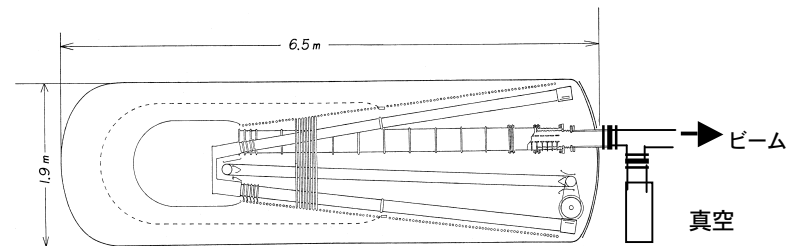
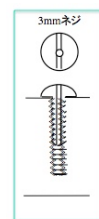


図1 ヴァンデグラフ加速器

「片持ち」構造にして、やっと2.7MVの高電圧を発生できるようになった。この手造りの加速器は難物でそれだけに良い勉強になった。しかし何よりも、困難を克服して完成させた杉本先生の技術は誰もが賞賛し、尊敬した。杉本先生は次にMITに留学し、そこでもロックフェラー加速器と呼ばれる加速器を改善して日本人の実験技術の高さを示しL. Grodzins, G. Goldring, R. Scharenbergらとの親交を深められた。「片持ち」の支持構造体の末端についている高圧電極は、ベルトの回転によって激しく振動し、高圧タンクの外にも響く轟音を立てて動いていた。初めて高圧タンクに入れて貰って驚いた。高圧電極に複雑な機器がぎっしり詰まっていた。これらの機器はあたかも振動による拷問試験をしているようなものであった。

ヴァンデグラフ加速器の高圧タンクの中で、これらの機器に一寸した不具合ができると、その修理は大変であった。タンクからガスを抜き、タンクに入って修理した後、再び乾燥ガスを詰め、更にガスを乾燥する操作が必要になるので、少なくとも約1週間のロスになる。ヴァンデグラフ加速器のもう一つの困難は真空系であった。RFイオン源から加速管までの空間を真空にひく真空ポンプは加速管の終端にしかつけられない。長い加速管を通すので排気速度は極めて限られたものになる。各局部の排気にも注意を払



い例えば袋ネジの奥のガスに対する排気速度を上げるため3mmのネジの中心軸に沿って0.5mmの穴をあけるとい注意を払った。RFイオン源の交換やその他の作業のため真空を破ることは大変なことであった。新しく機器を取り付ける時は十分に真空の漏れが無いことを確かめた。吸着ガスの放出にも注意を払い、新しい機器を取り付ける時は、全て超音波洗浄機で十分に洗浄した。

杉本研の一員として最初に取り組んだ仕事はRFイオン源の改造であった。それまで30MHzで励起していたがビームが変調されると良くないので周波数を100MHzに上げた。それには、RL集中回路の発信器では無理なので平行線型の立体回路発信器を作る必要があった。ヴァンデグラフ加速器の狭い高压電極の中に組み込むことが

必要であったが、そこに組み込む回路の配線は振動によって簡単に断線してしまうので柔構造にしておくことが大切であった。

100MHz RFイオン源は完成したが、高压電極に設置し調整する作業に数ヶ月を要した。高压電極内の機器の調整は、まるで人工衛星積載機器のようであった。

私たちはヴァンデグラフ加速器で苦労したが、その代わりに限界に挑戦する実験技術を学ぶことができた。工作技術・真空技術・回路技術それに放射線技術などは全て自力で学んだ。

杉本先生の細部に亘る注意は非常に教育的であった。機器の設計図を書くときも細かいところまでよく見て注意して頂いた。何度も製図をやり直させられた。時には「どちらでもいいではないですか」と言いたくなかったが、それを言うと「どうでも良いと言う前に、何でもよいから理由を考えてこい」と厳しく叱られた。杉本先生との共同作業は緊張の連続であった。

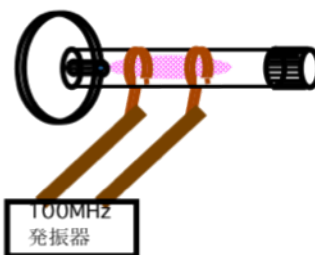
1950年代の中頃という日本は未だ貧乏であった。貧乏で困難な環境の中で加速器の建設・保守するという作業は、優れた実験物理の研究者を育ててくれた。

2. ひとのやらないことをやろう: $Q(19F*(5/2^+))$ の実験:

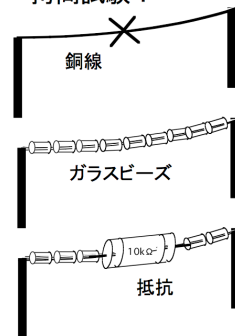
1950年、60年代、わが国では原子核物理と加速器科学は未分化であった。原子核研究者は加速器の運転・補修・改良を自力で行っていた。杉本先生は、ヴァンデグラフ加速器の建設、改良、維持に多くの時間を費やしながら、原子核励起状態の磁気能率の測定に業績を挙げられた。阪大旧菊池研の主流グループは若槻先生の下にサイクロトロン建設を始められていた。

エピソード1: 「樋屋がやっている」

加速器の陽子源は水素ガスの高周波放電からH⁺イオンを取り出すが、その為にガラス管の外に巻き付けた燐青銅の二つのリングに高周波を印加する。リングをきれいにしっくり巻き付ける作業は優しくない。「これは一度反対向きに巻いてから巻き付けるときれいにできるんや」と教えてもらいそうすると驚くほどうまく出来た。何故そんなことを知って居るのかと問うと「樋屋がやってるやないか」と言われた。昔は樋屋が表通りに出てトタン板を広げ筒に丸める仕事をしていた。何でも好奇心に満ちて学ぶ少年の姿が頭に浮かんだ。先生は「Keep your eyes open」という言葉がお好きであった。



拷問試験?



エピソード2: 「咄嗟の判断」

ヴァンデグラフ加速器は絶縁のため6気圧の乾燥高压空気の中に収められ火災の起こり易い状況にあった。或る日、実験中に電圧が急変したので小さな窓から中を見るとタンク内に煙が満ち火炎も見られた。火事である。手の出しようが無いからオロオロして居ると杉本先生はタンク内の空気を抜く大きなバルブを全開された。たちまち火炎は消え煙も抜けて行った。火元は低压側の電源トランスで大事に至らなかった。咄嗟に判断して処置をされた先生の冷静さに感服した。実験研究者の鑑を見た思いであった。

杉本先生は、「ひとのやれないことをやる」ことができれば理想的だが、貧乏な日本では望めないことである。それなら「ひとのやらないことをやろう」、間違っても「ひとのやるようなことをやる猿まねはやめよう」と言っておられた。「ひとのやらないことをやろう」という考えは、その後ずっと杉本グループの精神となった。

特に、物理のテーマの選択において「ひとのやらないことをやろう」という精神は重要であった。

杉本先生は、ビームによって励起された核から放出される γ 線の角度分布が磁場によって回転する擾乱効果を解析する方法 (TIPAC 法) で ^{152}Sm 核の励起状態の磁気能率を決定された。 ^{152}Sm 核の場合は、核に働く内部磁場を知る必要があり、永宮研の金森順次郎先生の協力を得て物性計算が行われた。「核物性」という分野の誕生であった。

私が、杉本グループに参加させてもらったのはこの後であるが、この頃、中性子の飛行時間 (TOF) を測るためにナノ秒のパルス計測技術が始まっていた。杉本グループは、ナノ秒パルス技術を用いて核スピン回転の時間微分スペクトルを計測する実験を始めた。私はヴァンデグラーフ型加速器からのビームをパルス化する装置を製作した。平行平板に高圧の高周波を加えてビーム軌道を上下に振り、スリットを通してパルスビームを得るという初歩的な原理であったが、当時は容易でなかった。時間スペクトル測定用の時間波高変換回路は、溝渕先輩の担当であったが遅延ケーブルなどは自作であった。

実験の準備が整った頃、阪大の実験室は第2室戸台風による水害の洗礼を受けた。実験室は地階にあるので、実験装置は全て水没した。その翌日から泥落としに半年あまりを費やし、実験の再開までに1年かかった。

悲劇的な破壊からの復興に意欲を燃やして取り組んだのは ^{19}F の第二励起状態 ($5/2^+$, $E=197\text{keV}$, $\tau=123\text{ns}$) の電気四重極能率の測定であった。磁気能率は、既に見事な測定が報告されていた。磁気能率 μ と違って電気四重極能率 Q の測定は分子の結晶場 $q=(dE/dz)$ との相互作用を利用して測るので厄介である。はじめにテフロン (C_2F_4) $_n$ を標的にして $^{19}\text{F}(p, p')^{19}\text{F}^*$ 反応による γ 線の時間スペクトルをビームに対し 0° と 90° 方向で測定しその差から電気四重極相互作用の基本角周波数 ω_0 が求まった。

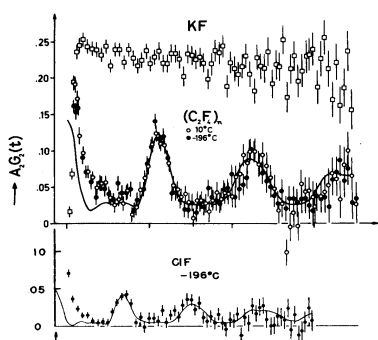


図2 イオン結晶 KF、高分子テフロン (C_2F_4) $_n$ および共有結合分子 ClF を標的とした時の角相関係数。

$\omega_0 = (3/5 \times 4) (eqQ/h) \pi$ である。電気四重極能率 Q を求めるには q を知ることが必要であった。早速、永宮先生、金森先生にご相談に上がったが、テフロンの (C-F) 共有結合について q を計算することは不可能であると教わった。

そして、 q を計算するには二原子分子の固体結晶を使って実験するよという助言をいただいた。これが大変であった。

Fが共有結合をする二原子分子というと F_2 , ClF で、 F_2 が最も望ましいが分子結晶の標的を作ることが難しいので ClF を標的として用いることにした。ところが、当時 ClF などという物質は市販薬品にないどころか日本の何処にも存在しないことを知った。

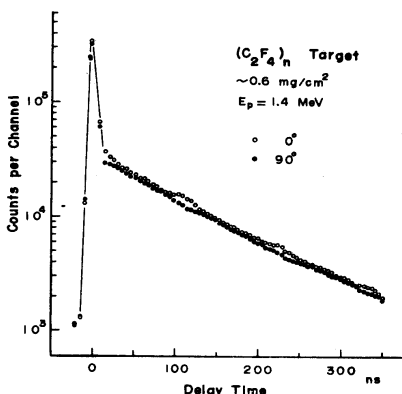


図2 イオン結晶 KF、高分子テフロン (C_2F_4) $_n$ および共有結合分子 ClF を標的とした時の角相関係数。
下図はテフロン標的の γ 線角分布の時間スペクトル。

杉本先生が、(株)ダイキン工業に作って貰うよう頼みに行こうと言われるので二人でお願いに上がった。ダイキンの研究部の化学主任は、 ClF_3 はロケット燃料とし作ったが ClF は用途がないのでやったことはない、面白いからやりましょうと即答して下さった。

1月も経たないうち、 ClF ができましたと連絡があった。直ちに受け取りに行くと小型のボンベに入ったガスを下さった。次はこのガス約100mgを小型容器に移し、ここからターゲットの位置に設け

液体窒素で冷却した Cu 板に吹き付けて ClF の分子結晶ターゲットとした。しかし、この小さなガスハンドリングシステムが正常に動作するまで、時間がかかった。原因は配管内に吸着した水による ClF の加水分解であった。ClF が加水分解すると HF と HCl になる。HCl は冷却された Cu 板に吸着するが HF は沸点が低いのでガスとして飛散してしまう。結果として、ビーム照射したときの γ 線スペクトルに Cl は見られたが、肝心の F の γ 線は見られなかった。

ターゲットに用いる ClF の量が 100mg という微量なので、加水分解で失われる可能性が大きいことは想像できたので、配管はモネルメタルとテフロンで製作しベーキングを行って配管の各部に吸着する水を追い出すことを試みたが ClF の加水分解は変わらなかった。そこで杉本先生の発案で、ClF を入れる前に多量の F_2 ガスを流した。各部に吸着する水を HF にして追い出すためであった。この結果 ClF の分子結晶をターゲットとした実験に成功し (Cl-F) 共有結合による電気四重極相互作用の角周波数 ω_0 (Cl-F) が決まった。

次に ω_0 (Cl-F) から ^{19}F 核の電気四重極能率 Q を求めるために ClF 共有結合による電場勾配 q を計算した。ClF 結合のイオン結合性と共有結合性の比率を実験データの経験則で求め、これにいくつかの補正を加えて q を求めた。実験で決めた ω_0 (Cl-F) の 5% の精度は、これらの計算による誤差に蝕まれ、最終的に得た Q の値は $|Q| = 0.11 \pm 0.02$ b という大きな誤差 20% がついた。3 年の長期に亘り数々の困難を克服して得た結果がこんなことかと思うと悲しかった。二度と Q モーメントの測定をするものかところどころに決めた。(しかし、その 6 年後には Berkeley の HILAC で Projectile Coulomb に於ける Reorientation effect を利用する方法で SD-shell 核の Q モーメントを測定することになるとは思ってもいなかった。)

3. ひとのやらないことをやろう: μ (^{17}F ($5/2^+$)) の実験

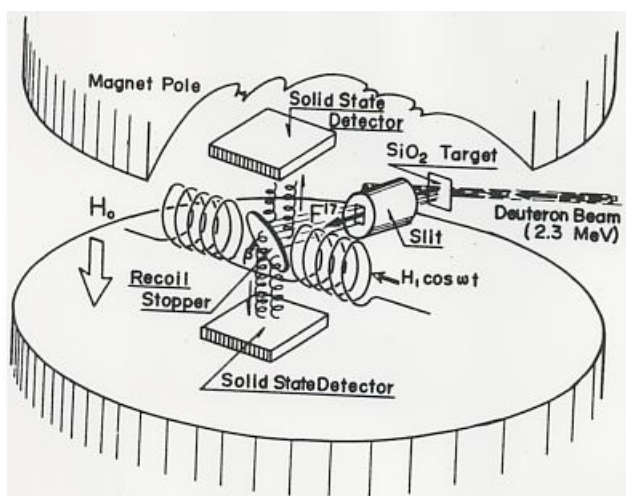


図3 β NMR 実験のセットアップ

この頃鏡映核の磁気能率が測られていたのは 3H と 3He の対だけであった。磁気能率の和をとると Schmidt 模型による磁気能率の和に極めて近く、差をとると大きく違っている。それは中間子効果の符号が鏡映核では逆になっているからであると教科書に書かれていた。これを詳細に調べたいということが第一の動機であった。鏡映核の一方の磁気能率は測られていたがその相手はみな半減期が短いので NMR による精密測定ができなかった為である。

色々な可能性を検討した後、 ^{17}F ($5/2^+$, $T_{1/2} = 66$ sec) を選んだ。これは、 ^{17}O の対で、二重閉殻構造の ^{16}O 核の外に陽子が 1 個ついた核なので構造が判り易い。

新 NMR 法の実験の原理を図 3 に示す。 ^{17}F は、ヴァンデグラフ加速器で加速した 2.3MeV の重陽子ビームを石英薄膜の標的にあてて $^{16}O(d, n)^{17}F$ 反応によって造る。このとき ^{17}F 核は反跳エネルギーを得て標的の薄膜から放出される。そのうちコリメーターで限られた方向に ^{17}F 核を CaF_2 膜のストッパーに捕まえる。この ^{17}F 核が偏極していて、それが β 崩壊する迄保持できたとすると、パリティ保

^{19}F ($5/2^+$) の電気四重極能率測定の測定の実験は溝淵先輩の学位論文となった。学位を取るには、何年もかけてこんなに苦勞するのかと思った。次は私の番であった。

杉本先生は、何年間かずっと心の中に蓄え、熟成させてこられたアイデアを話して下さった。それには二つの要素があった。即ち、(1) 鏡映核の磁気能率を測り、核磁気能率に現れる中間子効果を調べること、(2) 核反応により偏極した核を作り、その偏極をパリティの破れによる β 線の非対称放出の観測し磁場中で RF 遷移を観測する新 NMR 法を開発すること、であった。

存則の破れに因って上下に放出されるベータ線の強度が違ってくる。そこで、全体を磁場の中に置き高周波をかけて上下のβ線の強度比を観測すると核磁気共鳴の条件を満たす周波数の時に強度比が消える。

実験に成功したからこのように簡単に原理を説明できるが、実際は山あり谷ありで困難な要素が多く、実験がうまく行くとはい誰も信じてくれないし、自分たちも信じ難い挑戦であった。

まず、核反応で偏極核が作れると信じる理由はなかった。次に偏極を1分近く保持できるという根拠はなかった。やってみるより仕方がないと思っていた。いわばギャンブルであった。

- (1) 核偏極が得られるか？
- (2) 偏極を長時間保持できるか？
- (3) NMRを観測できるか？

という3つの疑問に対し、

(3)は心配していなかった。(1)は核理論屋に相談しても答は得られず、やるしか他に法はなかった。しかし、(2)に関しては努力する道がいくつも考えられた。

核反応で作られた偏極核のスピンは、その核がβ崩壊する迄にその方向を乱す数々の相互作用が核外から働く。先ず標的から放出されストッパーに跳ぶ迄の間、核はいろいろな荷電状態にあつて核外電子による超微細相互作用を受けてスピンの向きは乱されるはずである。しかし幸いなことに外部からかけるNMR用の磁場がスピンの偏極軸と一致するためパッシュェンバック効果に因ってスピンの方向は維持できる。

次に、ストッパーに入った核スピンは電気四重極相互作用を受ける。この効果を小さくするためストッパーは等軸対称を持つCaF₂を用いた。結晶の格子点にうまく捕まれば電気四重極相互作用は働かない。格子点に捕まる確率は前節で述べた実験のうちKFイオン結晶についてのデータから60%以上あることが解っていた。CaF₂中の¹⁹Fがと反跳核¹⁷Fの質量が近いので交換衝突で格子点に着床し易いと考えられた。こうして最初の偏極の半分は保持できた。こうして初期の擾乱を通り抜けた核スピンは、次に周囲の常磁性不純物とスピン・スピン相互作用をする可能性があるため、CaF₂は高純度のものを選び、特に色のついていない部分を選んで使った。カラーセンターとの相互作用も困るからであった。核スピン偏極の保持にこうした注意を払った結果、遂に核スピンの緩和時間を30秒にすることができた。NMR実験には十分な長さである。物性研究者を含む多くの人が驚いた。常磁性緩和の時間は秒以下であろうと言われていたが、それも克服できた。これは¹⁷F核の磁気能率がCaF₂中の¹⁹F核のそれと異なっているためスピン拡散と呼ばれる過程がなかったためであった。幸運であった。

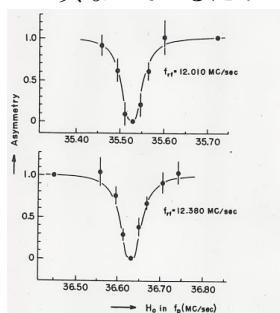


図4 NMR データ

エピソード 3

新しいNMRの開発は難しく成功の可能性を疑うことが多かった。強固な信念の持ち主である杉本先生でさえ、君の学位がかかっている研究方針がこれで良いかと何度も念をおして下さった。私は研究の成否よりも私の心配を頂いた先生のお気持ちが嬉しかった。私は助手にでももらっていて身分保障されているからいくら時間がかかっても良いと思っていた。今日の環境では考えられないことであるが、それが大きな仕事に取り組む基盤であった。

エピソード 4 杉本先生と金森先生

常温の環境で、こんなに緩和時間(T₁)が長く偏極を30秒も保持できると予想した人は誰もいなかった。いつも教えを乞う金森先生も数秒という時間さえ無理だろうとお考えであった。常識より長いT₁が得られた理由はわれわれが目指す¹⁷F核スピンが母体の¹⁹Fスピンと磁気因子が異なっているため「スピン拡散」が起こらなかったためであった。もちろん金森先生いち早く気づかれた説明であった。後日金森先生が「杉本研の人達は何かあると相談に来るのでそれに答えていたが、金森さんが間違っただと返ってくるので困る」と言って居られた。それでも私達の質問には応え相談にのってくださる。私は「理論屋の鑑」であると思って尊敬してきた。

常温で30秒という緩和時間(T₁)は未だ誰も破られない記録である。

この後、共鳴実験を行い¹⁷Fの磁気能率を決定した。

$$\mu = 4.7224 \pm 0.0012 \text{ nm} \text{ であった。}$$

この値を決めた日の夜は、嬉しくて眠れなかった。この値は、私達杉本グループの4人以外は世界

中の誰も知らないと思うとわくわくした。しかし、同時にこれだけの精度の値をチェックするために、こんな難しい実験をする人が現れないとすると、どうなるだろうという心配もした。

後になって、パリティ非保存を実験的に発見した C. S. Wu 先生が来日された時、自分たちが発見したパリティ非保存を使って実験に成功したことを喜んで下さった。その時、Wu 先生は、有名な ^{60}Co の極低温偏極法で実験されたが、最初に T. D. Lee 教授が Wu 先生に提案された実験は、まさに核反応による偏極を使った実験であったという話を聞かせていただいた。

5. 豊中キャンパスへの移転

阪大理学部は、水害を一つの機会として将来性のない中ノ島キャンパスから豊中へ移転する計画を建てていた。杉本グループは、その間にもヴァンでグラフ加速器実験室を復興し、前の2節で述べた二つの実験を行って成功した。水害は凡そ1年間のブランクを作ったが、復興のための予算で、古い回路などを更新し、新しい機器を整えることもできた。

「水太り予算」だと人は呼んだ。

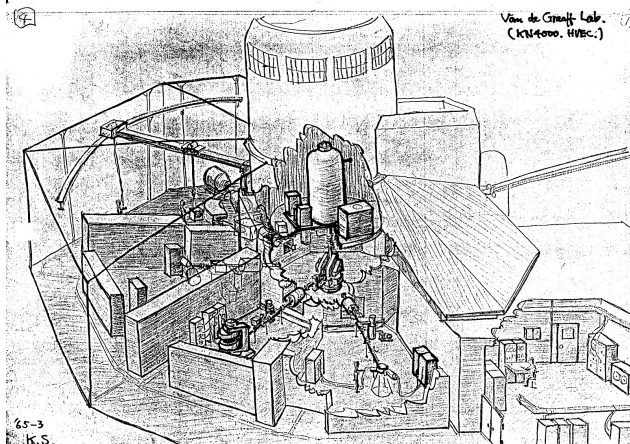


図5 豊中ヴァンでグラフ実験室の鳥瞰図（杉本による）

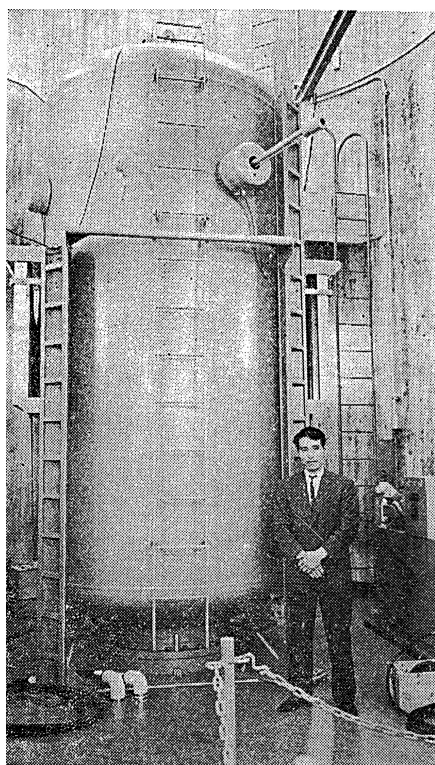


図6. ヴァンデグラフ加速器と杉本先生

それに加えて、キャンパス移転が認められ多額の予算がつき、ヴァンデグラフ加速器も更新し、新しく米国の HIVEC 社から輸入することになった。4 MV の加速器であった。新しく建設する実験室も杉本先生を中心に自分たちで設計し建設した。研究室の移転、新実験室の建設、新しいヴァンでグラフの建設と忙しい日々が続いたが、学ぶことが多かった。日通の人たちから重量物の運搬を学び他の人のできぬ経験をした。HIVEC 社から来たエンジニアからはアメリカ風の仕事の進め方を学んだ。



図7. 当時の杉本研メンバー

中井浩二、高橋豊

松田耕自、杉本章次郎、田中正義、太田

南園忠則、中井由美子

新ヴァンでグラフ加速器は、縦型で極めて静かな機械であった。上からの垂直ビームは分析電磁石で90°偏向して水平にするが、分析電磁石を回転台にのせて4箇所の実験室にビームを出せるように設計した。

実験室の完成をまって、新NMRを活かした実験を始めた。

まず始めは ^{12}B のNMRであった。 ^{12}B は半減期が短く10msecであること、 β 線のエネルギーが大きいこと等の理由で、先に述べた ^{17}F の場合よりも実験が易しい。最初にアイソバーの対である ^{12}B - ^{12}N の磁気能率を測った。

この後の展開は、南園忠則君の紹介があるので重複を避けるが、新しいヴァンデグラフ加速器の実験施設では、その多くの人材を続々と輩出した。

6. 杉本先生の人材教育

杉本先生の教育は厳しいものであった。数々の難問が与えられ困難に直面する日々であった。その中で困難を克服したときの達成感はこの上なく嬉しかった。杉本先生ご自身の研究者生活がそのものであった。中ノ島にあった手造りのヴァンでグラフ加速器を完成させ、核磁気能率の測定に成功して仁科賞を受賞され次は、鏡映核の磁気能率の精密測定によって中間子効果を決めるために β NMRを開発された(東レ賞)。その間に台風による水害で水浸しになった実験室を復旧し、更に新キャンパスへの移転という大事業を成し遂げられた。その間に育った弟子が各地・各分野で活躍している。

確実な技術を身につけ、学問に強い好奇心を持って取り組むという姿勢を弟子に見せ、学ばせる、という教育をわれわれは受けた。その始まりは貧乏な時代であった。戦後菊池先生が海軍から持ち帰られた廃兵器を解体して加速器や測定器を自作した。実験に必要なビームの生成から放射線の計測とデータの解析迄みんな自力の作業であり、その研究の動機は純粹であった。樋屋の技術から高エネルギー原子核実験まで幅広く学術の研究に取入れいろいろな局面で若者を刺激し教育された。

逆に、豊かになった日本の環境の中で研究は分業化が進み、例えば実験に従事する若者は加速器に完全に依存し、もっとビームを、もっと高いエネルギーをと言うことだけで深く理解しようとしな。杉本先生は、もっと不景気になればよいとよく言い居られた。勿論一方では大計画の推進に熱心に取り組んで居られた。豊かになることで人のこころが貧しくなることの危うさを早くから感じとっておられた。

本質を見失った教育の論議、マニュアルの整備とその理解的な接触が原点にあった。

杉本先生のことば

最後に杉本先生のことばを並べて本稿のまとめとする。

- ◆ 人のやれないことをやりたい。しかしその環境が得られないなら**人のやらないことをやろう**。「勿嘗糟粕」という長岡半太郎 初代阪大総長の揮毫が理学部大講義室に掲げられている。創設期の阪大を知る先輩の先生方はこの精神に導かれ、後進を導かれた。「岡部金次郎先生は、論文を読むな、自分で考えろ、そして良い考えが浮かんだ時自分と同じ考え持った人が過去にいたかどうか調べるために論文を読めと指導された」と杉本先生が良く話しておられた。
- ◆ 加速器や実験装置の部品の設計はいつも自分で図面を書いた。杉本先生は細かく見て下さり、何度も注文がついて書き直しをさせられた。10回近く書き直してこれでOKが貰えると思っていると「何となく気に食わない」と言われる。どうしてですかと訊くと**見た目に美しくないものはうまく機能しない**。と言われた。機能美の不足であった。
- ◆ こんなことどうでも良いではないですかと言うと叱られた。「どうでもよい」というのは実験屋が言う言葉ではないどんなことでも良いから理由を考えて来い。**自分の行為には必ず理由を考えると**言われた。

◆ **お茶のところで実験を！**

実験においても重要な精神的要素を磨くことが大切である。

◆ **優れた実験の案は、実現が困難であっても最終の段階まで徹底的に計画をつめておけ。**

杉本研助手になって最初に与えられた課題は、重陽子ビームのウラニウムによる散乱の精密測定により重陽子の Polarizability を測って重陽子波動関数におけるd成分の比を決めようという提案であった。細かい検討の結果この実験は諦めたが、それから約 10 年の後 Berkeley の HILAC でクーロン励起の Reorientation 効果の実験を行う時、非常に役に立った。

◆ **広い視野を持って、Keep you eyes open.**

「エピソード1」で紹介した榎屋の話のように先生はいわゆる雑学の豊富な方であった。それは、好奇心に満ちた少年の頃から大阪の町工場で見聞を広げた経験にもとづいていた。物理実験ばかりでなく、水害後の復旧作業や移転作業においても、先生の独創的な機知に富む指揮に救われることが多かった。ヴァンデグラフ実験室の設計においても先生の独創的な発想が満ちている。ニューマトロン計画挫折後の対応においても、先生の広く豊かな視野に基づく指導力がわれわれを救った。

◆ **「もうええやないか」** 先生はいつまでも同じことに拘ることは嫌いであった。

秀れたことは、とことん追究するが、ダメと感じたときは拘泥せずさっさと諦め、原点に立ち返って考え、別の解を求めることの大切さを学んだ。

◆ **「大学院進学は学部と異なるところを選ぶことが望ましい」** 高い感受力と強い好奇真意満ちた先生の MIT 留学で学術の基幹に関わる多くのことを見聞され帰国後、阪大の物理教室に「MIT 旋風」を興されたと聞く。米国の学生のキャリア形成をみて、日本の大学改革に向けたご発言であった。勉学の間、研究の間を移すことで、何よりも友人が増え人脈が広がる、経験が増え視野が広がる。大学から離れた研究の場に於いても大切である。

◆ **「早く不景気にならないものか」** 先生の下で原子核の実験を始めた頃は戦後の貧乏な時であった。しかし、私達の研究室には海軍技術将校を務めて居られた菊池正士先生が海軍から持ち帰られた莫大な廃兵器の蓄えがあった。これを分解使用して加速器の部品や実験装置を組み立てていた。この頃が一番実験技術を学んだ時であった。解体作業も勉強になったが、旋盤・フライス盤・銀鑑づけなど何でもやった。勿論それにあわせて設計・製図の毎日であった。それがやがて日本の景気が良くなり、研究費が次第に豊かになると外注と形が増え予算獲得と外部業者との折衝が増えて来た。はじめは彼らを教育する効果もあったが、されに景気がよくなると業者の姿勢が変わった。「丸投げ」が横行する時代になった。技術を学ぶには貧乏な昔の方が良かった。

◆ **「加速器のパルスビームでは良い実験はできん」** 杉本先生にも間違った考えがあった。

阪大では 若槻・平尾・三浦グループがサイクロトロンを使って γ 線分光実験を始めておられた。後に、森永-Gugelot の実験でインビーム γ 線分光学が大流行したが、わが国の γ 線分光実験は若槻-平尾グループで始まっていた。確かに瞬時に計数率が上がると当時の計数回路では信頼できない結果になる。しかし、この考えを見事にくつがえしたのが山崎-Ewan の実験であった。サイクロトロンの狭いビームバーストが一定の時間間隔で得られることを利用してその間で原子核のスピンの回転に伴う角度分布の回転を観測する方法が開発された。磁気能率の研究にとっては画期的なことであった。

もう一つの例も山崎さん永嶺さんの意欲が、昔人間 50 杉本先生の心配を吹き飛ばした話である。KEK-PS にはその入射器として陽子を 500MeV 迄加速するブースターシンクロトロンがあり 20 ヘルツで運転されている。即ち、50msec 間隔で強烈なパルスビームが得られる。そのうち 12GeV 主リングに入射するのは6つに1つくらいなので余剰ビームは中性子実験や医療にも使われたが、山崎さん達はこれを用いてミュオン実験を始めた。平均的なビーム強度は、世界の間子工場に勝てないが、パルスピークの強度は負けるものではないという考えであった。それを始めた頃、杉本さんが「ピカッと光って目がくらんだ後、回復した頃にはみんな終わっているようなものだ」と批判しておられたことを覚えている。

実際、難しいことではあったがいろいろ苦労と工夫を重ねた後、山崎・永嶺グループは見事に μ SR 法を育てられ、中間子科学という新しい分野の開拓に成功された。勿論杉本先生も喜んでおられた。

◆「良い仕事をしたのだから人前で上がることはない」 1966年に日本初の原子核構造国際会議が開かれた。その時、私は会議の preinary session で私達が開発した β NMR法について講演する機会を与えられた。生まれて初めて英語で講演することになった。その日、会場について杉本先生と並んで座っていた。その横に山部先生がこられて、「どうや大丈夫か？わしはウイスキーを持ってるぜ、一口含んで行けば上がらずにすむで」と声をかけて下さった。山部教授は子分思いの優しい先生であった。その時助教授であった杉本先生がすかさず「いや大丈夫や、良い仕事をして来たから」といわれた。講演は無事に終わった。後になって心理学者が書いた本を読むと「人前で上がるのは内容が無いのに自分をそれ以上に見せようと思うからである」と書いてあることを見つけた。

◆「鉄はコンニャクと思え、コンクリートは豆腐と思え」 杉本先生は好んで良くわれわれに教えた言葉であった。しかしこれは杉本先生の言葉でないことを後に知った。嵯峨根亮吉先生の追悼文集に載っていたからである。こんな言葉は外国人ではあり得ないから多分嵯峨根先生の言葉であろうと思っている。

◆「岡部金治郎先生は、論文は読むな**先ず自分で考えろ**、良い考えが浮かんだら前に考えついた人がいないか調べるために初めて論文を読めと言われた」という話を杉本先生は好んでよくされた。阪大には長岡半太郎先生以来そのような考えの先生が多く居られたそうである。西欧文化の吸収に励む東大と阪大の大きな違いであった。

◆ -----

◆ -----