

## 話 題

## 加速器遍歴 (I)

菊池 健

## Wandering Accelerator throughout My Life (I)

Ken KIKUCHI

## まえがき

日本では「一生に一度加速器を建設出来れば良い」と言われた時代もあった。加速器は大型の研究設備で建設に時間がかかり、かつ多額の経費を必要とするからである。私は加速器については全くの素人であるが、幸いなことに、研究生活 30 年余の間に多くの加速器の建設、完成、実験などに関係することが出来た。今回、「加速器遍歴」と言う表題の原稿依頼を受けて、思いつくままに私のつたない経験を綴ってみることにした。私は 2006 年に「私の年譜」を出版したのが、その中に書かれている内容との重複が多い点はお許しいただきたい。また、「私の年譜」で省略した事項を記載した部分もある。高エネルギー研 (KEK) の設立は日本の高エネルギー加速器の発展に不可欠なので、その創設に関しては、加速器に直接関係ない事項にも言及した。それは日本の加速器の歴史として残して置きたかったからである。本来の加速器遍歴から外れ、話のつながり上、単に私の個人的経験に過ぎない部分に触れているが、それは最小限に留めたつもりである。

## 加速器との出会い (1950)

## —大阪大学で加速器を見た—

私は昭和 25 年、大阪大学物理学科 (旧制) に入学し、物理の道に入った。1 年生の学生実験でガラス細工の実習があり、指導者が浅田研究室の北垣敏男氏であった。彼はボロボロの実験衣を纏い、後ろ半分が擦り切れたスリッパを履いて何かに熱中していた。壁には「決死」と書いた張り紙があり、傷だらけのデスクの上に直径 30 cm 程度のガラスのドーナツが置いてあった。これは、

彼が手作りしたベータトロンであった。私が初めて見た加速器であった。理学部にはバンデ・グラフとコッククロフト・ワルトンがあったが、発生する放射線が弱かったので、普通の大きな実験室に設置されていた。

昭和 28 年、私は大学 3 年になり、将来、原子核か素粒子の理論で身を立てたいと思い、卒業研究を伏見研究室で行うことに決めた。伏見研内山龍雄助教授の下で場の理論を勉強するかたわら、広い分野の知識を学びたいと同僚の小林農作氏らとともに週 2 回大阪市大に通って早川先生から現象論の指導 (フェルミの講義ノートのセミナー) を受けた。当時の大阪市大南部研は南部教授を筆頭に早川助教授、山口講師、西島助手、中野助手で構成され、歴史的にも世界最強の研究室であった。私は結果的に 2 つのテーマで卒業研究を書くことになったが、早川先生から与えられたテーマは若槻哲夫、杉本健三共著の実験の解析であった。実験は阪大のバンデ・グラフで加速した重陽子をリチウムに当てて中性子を発生し、その中性子を色々な原子核に当てて発生するガンマ線の強度を測定したものであった。実験の結果、重い原子核から発生するガンマ線の強度が Weisskopf の統計理論 (蒸発理論) と合わないと言うのが著者のコメントであった。私は中性子の束縛エネルギーなどを考慮して、少し詳細に計算し、統計理論で実験結果を説明出来ることを示した。この内容は早川先生との共著で “Interpretation of Gamma-rays by 10 MeV Neutrons” として Prog. Theor. Phys. 11 (1954) 513-518 に発表した。これが私と加速器実験との出会いであった。

この年の夏、京都で国際理論物理学学会が開催され、私は藤本陽一、吉田思郎氏のお手伝いで

( $d; p$ ) 反応から残留核の換算幅を計算し、会議に出席出来ることになった。これは私にとって最初の論文になった。翌年、大学院に進学し引き続き理論の仕事をしていていたが、昭和 29 年秋、基礎物理学研究所で開かれた長期研究会で東大の河合光路君と出会い、早川先生の下、原子核の光学模型やフェルミ・ガス・モデルなどについて共同研究を始め、かなり長い論文を纏めた。当時、素粒子論の研究者は多かったが、原子核理論の研究者は少なく、この研究会に参加した若手が成長して、日本の原子核理論の発展に貢献した。

### 東京大学原子核研究所 (核研, INS) の誕生 —最初の就職場所—

最初に、戦後日本の原子核実験のセンターとして重要な役割を果たした核研について簡単に述べておきたい。核研は京大基礎物理学研究所について 2 番目に設立された大学付置の全国共同利用研究所である。終戦後、日本に進駐してきた米軍総司令部 (GHQ, 司令官はマッカーサー) は、原子爆弾に関連すると言う理由で、すべての原子核実験研究を禁止するとともに、理研、阪大などのサイクロトロンを破壊した。この話は米国の研究者にも衝撃を与えたが、昭和 25 年、サイクロトロンの発明者 E. Lawrence が来日、日本の大学を視察して、研究の惨状に驚き、GHQ に原子核研究の規制緩和を勧告した。昭和 26 年 9 月、サンフランシスコ講和条約が発効し、GHQ も研究の制限を撤廃した。これを受けて、研究者間でサイクロトロン再建の要望が起これ、政府は大阪大学に 5 MeV クラスのサイクロトロンの建設予算を措置することを決定した。一方、理研は民間資金を利用して小型サイクロトロンを建設することにしたが、東京周辺には関西に劣らぬ多くの研究者がいて、もう少し大きなサイクロトロンの建設を熱望していた。これが結実して、日本学術会議は原子核研究の全国共同利用研究所の建設を政府に勧告し、これを受けた文部省は国立大学研究所協議会に特別委員会を設け審議させた。協議会は特別委員会の審議結果を受けて、昭和 28 年 7 月、東京大学付置の研究所を創設し、その中心的施設としてサイクロトロンを建設するという趣旨の報告を纏めた。

国立学校設置法によれば核研の設立は昭和 30 年 7 月 1 日となっているが、準備委員会が解散したのは、昭和 31 年 11 月であった。核研の創立記念日が 11 月 8 日になっているのは、最後の準備委員会が開催された日だと思われる。核研は 4 つの研究部—理論部、低エネルギー部、高エネルギー部、宇宙線部—から構成されていた。研究所の設立に先立って、昭和 29 年には、東大生産技術研究所に熊谷寛夫氏をヘッドに準備グループが編成され、いわゆる 7 人の侍 (熊谷寛夫、諏訪繁樹、亀井亨、林巖雄、松田一久、真田順平、西村圭吾) によって FF-FM サイクロトロン設計が進められた。核研が正式に発足したのは昭和 31 年であるが、正式発足に先立ってスタッフの公募が行われた。その頃、私は阪大大学院生であったが、定職に就くためにいくつかの公募 (京大基礎研、阪大、大阪市大、立教大など) に応募して不採用になっていた。しかし、幸いにも核研に応募して第一志望の理論は駄目だったが、第二志望の低エネルギー部に採用された。昭和 31 年、私は上京し、低エネルギー部サイクロトロン・グループ (低エネルギー部には、同位体グループもあった) の一員となった。サイクロトロン・グループには、すでに私のクラスメート小林農作君はじめ佐治淑夫、三雲昂、山口巖、伊藤惺氏が着任しており、磯矢彰氏、石崎可秀氏や私は最後のメンバーだった。この 4 月には高エネルギー部が発足し、熊谷氏が主任になったので、九大から赴任した野中到氏が低エネルギー部の主任となった。

### FF サイクロトロンの建設に参加 (1956 ~ 1958)

最初に私に与えられた仕事は陽子エネルギー測定装置、陽子電流測定装置の製作であった。エネルギー測定装置はアルミニウムの吸収箱 (アルミフォイルを重ねたもの) とアルゴン電離箱を使って、陽子のブラッグ曲線を測ることにした。陽子ビームの終端に透過型のイオン箱を置き、入射電流を測定する。その上流側に置いたアルミ吸収箱の厚さを変え、イオン箱の電流を測定すればブラッグ曲線が得られる。吸収箱の厚さを連続的に変えるため、直径 20 cm 程度の円板の円周沿いに直径 3 cm 程度の穴 10 個をあけ、番号を 0, 1, 2...9 をつける。0 を除き、それぞれ番号の厚

さの箔を貼りつける。次の円板には0, 10, 20...90と番号をつけ、最初の円板の10倍の厚さの箔を貼る、3枚目の円板には0, 100, 200...900と番号をつけ、100倍の厚さの箔を貼る。この円板3枚を重ね、最初の円板が一周すると、次に10倍厚さの箔を貼った円板が入ってくる。こうして円板3枚を使えば、3桁の範囲でアルミの厚さを変えられることになる。これを実現するには、手元に置いた同じ円板を回し、それに同期して現場の円板を回すモーターが必要で、これには東京電機精器製のセルシンモーターを使用した。機械工学ハンドブックを参考に歯車を設計し、全体図を書いて、工作工場に製作を依頼した。フォイルの厚さにばらつきがあって、多少ガタガタしたブラッグ曲線であったが、完成したエネルギー測定装置は正常に働いた。一方、電流測定装置は回路室に依頼してRSI (Review of Scientific Instruments) に載っていたカレント・インテグレーターを作った。回路が苦手な私は石崎可秀氏の指導を受けて、テストを行ったが、回路に使っているリレーが連続使用中に癒着してしまうことが分かった。当時、国産のリレーは耐久力がなかったのである。さて、どうしたものかと困っていたが、西村氏が秋葉原で米軍が放出した中古のリレーを探してきてくれた。それは十分に使用に耐えるものであったが、結局、彼が電流測定装置の面倒を見てくれた。

その頃、FFサイクロトロン of の部品は東芝を中心に工場で作られていたが、私は高周波加速装置のグループを手伝うことになった。このサイクロトロンの最大の特徴は熊谷氏の発案で、2個のD電極をつなぐショート板を移動させることにより、高周波加速の周波数を大きく変えることが可能な点にあった。結果、陽子のエネルギーを7 MeV から14 MeV 程度まで変えることが可能であった。RFグループに入った私は田無の自宅から毎日、東芝鶴見工場へ通って、RF系のテストを手伝った。私の主な仕事はショート板を手動で動かすことで、かなりの力仕事であった。このサイクロトロンのD電極には長いステムがついていて、二つのD電極のステムが大きな一枚のショート板の二つの穴を貫通した構造になっている。ショート板をステムに沿って移動させ周波数を変えることが出来るが、高周波電流はショート

板を通じてD電極に供給されるので、ステムとショート板の電氣的接触が重要なポイントであった。またショート板や電極の冷却が十分であるかどうかともテストのテーマであった。これらのテストに約3ヶ月を要したが、32年夏には核研に搬入された。真空箱(磁極間に入る)は空気漏れを止めるのに時間を要したが、その他、磁石、イオン源などすべての部品も32年夏には研究所に搬入、設置され、秋からは総合テストが始まった。加速器について素人の私にはよく理解出来ないことも多かったが、全員努力の結果、12月下旬には安定した陽子ビームが得られるようになった。その後、低エネルギー部の若手が手分けして交代で馴らし運転を行うことになり、一番新参の私はクリスマス・イブの当番を担当した。

少し後の話になるが、共同利用が始まって間もない頃—多分、昭和33年初夏—私がサイクロトロン of の運転当番に当たった時のことである。たまたま、その日は $\alpha$ 粒子を使う最初の実験であった。昼間、サイクロトロン of のスタッフ(技官数名)とともに $\alpha$ 粒子加速のテストをしてOKだったので、実験の準備が終るのを待つことにした。夕刻から運転を始め、しばらくは順調に動いていたが、そのうちビームがだんだんと弱くなり、遂には出なくなってしまった。再び、最初から加速をやり直すとビームは出るが、暫くすると弱くなり、遂には出なくなる。原因がよく分からないまま、結局悪戦苦闘の一夜が明けた。翌朝、所員が出勤して来て、 $\alpha$ 粒子の加速を試みたが、全く同じ現象が起こった。原因の解明には数日を要したと記憶しているが、 $\alpha$ 粒子加速モードで運転すると、高周波の損失が大きく、熱のためD電極を支えるステムがわずかに下方に変形することが分かり、後日、冷却系が強化された。

## FFサイクロトロン of の実験(1958) —中重核による陽子の非弾性散乱—

言うまでもなく、このサイクロトロン of は全国の研究者に開放されるべき加速器であったが、最初の実験は所内メンバーが中心になって実施することになった。昭和31年1月からのテスト実験は次の3つのグループで行われた。

### 1) 陽子—陽子散乱実験。

まだ水素標的は実用化されていなかった



ので、水素ガス標的を利用した。諏訪、真田、西村氏らのグループ。

2) 重陽子ピックアップ反応実験

いわゆる (p;d) 反応の実験。Q 値が大きいく重陽子のエネルギーが入射陽子より高いので検出が容易。野中、三雲、山口氏らのグループ。

3) 陽子の非弾性散乱実験

鉄、コバルト、ニッケル、クロム、銅など中重核を標的。松田、小林と私。

これらの実験には所外からの研究者もいわばボランティアの形で参加した。テスト実験は3月まで続けられ、その間、われわれのグループは標的核やエネルギーを変えて、多量のデータを集積したので、松田データ製造所と言われた。陽子の原子核による非弾性散乱の角度分布はボルン近似では球ベッセル関数で再現されるが、それまでの諸外国のデータでは理論と実験の一致は第1ピークまでであった。われわれのデータは第2ピークまで綺麗に合わせることが出来、実験結果が Handbuch der Physik に掲載された。本格的な実験は33年4月頃から開始され、われわれのグループは所外のメンバーを加えて、引き続き標的核やエネルギーを変えて陽子非弾性散乱の実験を継続した。グループ内で私の主な仕事はターゲット、NaI シンチレーターの準備などであった。勿論、国産 NaI シンチレーターはなく、輸入品であった。容器に封入された大型の NaI シンチレーター (例えば、直径 40 mm 高さ 50 mm のもので約 100 万円) は使用后、毎日、金庫に保管された。私の仕事はドライ・ボックス内で小さいシンチレーターを作ることであった。ターゲットはフォイルを使うが、フォイルの形で売っていない Cr などは製作に苦労した。多量のデータが得られたので、これらの実験に参加した多くのメンバーが学位を取得した。当時、学位論文は単名であることを要求する大学が多かったので、メンバーが標的核ごとに学位論文を纏めた。したがって、グループ全体としての論文数はそれほど多くない。

ミネソタ大学の2年間 (1958 ~ 1960)

—再び理論の仕事に戻って—

実験に専念していた私のもとへ、昭和33年3

月、米国ミネソタ大学の Robert Eisberg (原子核実験の研究者) から33年秋から来ないかとの招聘状が来た。菊池正士所長に相談したところ、出来るだけ若いうちに外国に行くようにと渡米を勧められ、そのためには早く学位を取るよう言われた。陽子非弾性散乱の実験は継続中だったので、実験の合間を利用して、(p;d) 反応を総合的に取り扱った理論を纏め学位論文として大阪大学に提出した。この論文ではいわゆるピックアップ反応に加えて、複合核を経由する反応も含んで取り扱い、後者の反応が Weisskopf の蒸発理論に帰することを示した。審査委員は内山龍雄、高木修二両助教授で、プレゼンテーションを行った。学位記が実家に届いたのは、私が渡米後の12月であった。

ミネソタ大学からの招聘の条件は月額750\$を支給するというもので、これは核研助手の年俵を上回る額であった (当時、1\$ = ¥360)。今では考えられないが、当時、円をドルに替えるには、大蔵省の許可が必要で、JTB は手続きが出発に間に合わないと言う。日本からアメリカまでの片道航空運賃は700\$程度と高額だったので、船で行くことにし、円ドル交換の手間を省くため、ミネソタの給料1ヶ月分を前借りして、私と家内二人分の船賃を捻出した。

8月28日、サントス丸で横浜を出発、13昼夜かかって西海岸シアトルに着き、持参した胸部レントゲン写真 (聖ロカ病院で撮影したものは一番信用度が高いと言われていた) を乗船して来た検疫医に見せ、検疫検査を受けて、漸く上陸した。シアトルで1泊、大陸横断列車に40時間揺られて、9月13日朝、ミネアポリスに着いた。

ミネソタ大学にはバークレイのベバトロン (~5 GeV) の入射器と同じ40 MeV 陽子線形加速器があり、到着した翌日に見学した。物理教室では広島大の須浦寛氏、ハイデルブルグから来た H. Weidenmueller (後、マックスプランク原子核部門のヘッドになった) と同室であった。私は理論の仕事に戻り、核内での核子カスケードの計算などをやりながら、3学期の講義に備えて原稿を纏めていた。この原稿をコピーして関係者に配布したが、これを見たメリーランド大学の Marion が North-Holland から出版しないかと言ってきた。そこで、私は河合光路君に声をかけ、

共著者として助けを依頼した。彼は快諾して、数年後出版の運びになった。

ミネソタでの2年間が終わる頃、名古屋大学で新しい研究室の創設を目指していた早川先生から、助教授として来ないかと誘いがあった。この研究室は宇宙、原子核、素粒子、プラズマ等広い範囲の研究を進めることをモットーとしていた。すでに大阪大から福井崇時氏、広島大から梶川良一君、名古屋出身の大林治夫君、大阪市大出身の西村浩君（南部研のセミナーで一緒だった）らが着任して研究を始めているとのことであった。

ミネソタではドイツから来た Krausnitzer が偏極水素標的の開発を行っていたが、彼が帰国するので、後継者として日本の研究者を探していた。相談を受けた私は即座に諏訪繁樹氏を推薦した。小谷研出身の諏訪氏は物性、原子核両方に通暁しており適任だと思ったからである。本人の同意もあって、諏訪氏は渡米、2年後、ミネソタで偏極標的を完成してから、アルゴン研究所に移り、ZGS (Zero-Gradient Synchrotron) 建設に参加、完成後、偏極標的による中間子の散乱実験を行った。これが縁となって、数年後、諏訪氏は高エネルギー研準備室（当時、素粒子研究所準備室と呼んでいた）を率いることになる。

### FM サイクロトロンの実験 (1960 ~ 1961)

昭和35年(1960)9月末帰国し、半年間、東京(諏訪氏の留守宅)に落ち着いた。早川先生から、暫く核研に留まって電子シンクロトロンの実験準備をするように言われた。私の帰国と時を同じくして、核研で実験をするため、EisbergもNSFの資金を得て来日した。FMシンクロトロンは私が居ない間に完成していた。FMサイクロトロンはFFサイクロトロンと同じ磁石、真空箱を使用し、加速電極と高周波電源を入れ替えて、55 MeV陽子を生成する仕掛けになっていた。低エネルギー部が総力を挙げて、55 MeV陽子を使って  $(p; p')$ ,  $(p; d)$ ,  $(p; \alpha)$  など総括的な実験を始める時であった。私はEisbergとともに実験に参加し、核反応の全断面積の測定を計画した。そのために、ターゲットの前後に陽子検出器を置いて、両検出器のアンチコインシデンスを取ることが必要であった。ちょっと考えると、ターゲットを抜き差しして差を取れば良さそうである

が、それでは(大きな数) - (大きな数) となって、誤差のため、結果が得られない。そこで松田氏らと陽子を弁別するため、Minimum Ionizationを測定する5連の電離箱を製作した。陽子が通過する際、電離にはバラツキがあるが、そのうち最小電離を検出すれば55 MeV陽子を他の粒子から分離検出出来ると言うものである。残念ながら、電源や回路の不安定によるバラツキなどが除ききれず、成功しなかった。しかし、石崎氏が製作したエレクトロニクス系は順調に動作して、55 MeV陽子の非弾性散乱や生成粒子を測定出来た。FFサイクロトロンの実験結果が国際的に高く評価されたのに比べると、FMサイクロトロン実験の結果は他に同種の実験が無いにもかかわらず国際的に評価されていないのは残念である。

### 放電箱のテストと $p-\alpha$ 散乱実験 (1961) —大阪サイクロトロンを利用—

アメリカに滞在中、大阪大学の福井崇時、宮本重徳両氏が放電を利用した新しい検出器を発明したと言う話を聞いた。彼らが発案した最初の検出器は放電箱 (Discharge Chamber) と言われるもので、表面に薄く金属粉を蒸着したガラス板2枚の間にヘリウムガスをつめ、荷電粒子を入射させる。それに同期してパルス高電圧を加えると、粒子の飛跡に沿って放電が起こる。後のいわゆるスパークチェンバーは複数枚の金属板を使って金属板に垂直方向に入射する粒子の飛跡を見るものである。放電箱とスパークチェンバーではパルス高電圧の値が異なるが、いずれの場合にもパルスを使うことで連続放電に成長することを防ぐ点が共通している。加える電圧はガスによって異なり、ネオンが最も低くて楽であるが、アルゴンが最も高い。当時、ネオンガスは高価であり、われわれはヘリウムを使っていた。その後、1960年代後半からスパークチェンバーが多用されるようになり純度の低いネオンガスが比較的廉価で市場に出た。初期の頃、放電箱のテストには宇宙線が用いられ、水平方向の放電箱の上下にシンチレーション・カウンターを置いて宇宙線を検知して高電圧を加え、粒子の飛跡を観測した。実際には写真に撮って記録するのが通例であった。

昭和36年、福井氏が放電箱を使って、実際に加速器のビームを見たいと言うことで、阪大サイ



クロトロンの使用を若槻哲夫先生に申し出た。交渉の結果、7月6日から3日間、サイクロトロンの使用が許可された。福井、梶川と私、3人で装置を携えて出かけた。加藤昌平氏がサイクロトロンを運転してくれた。陽子のエネルギーは5 MeVで、放電箱に平行にビームを入射した。周辺の放射線は極めて微弱で、肉眼で観察出来た。放電箱に入射した陽子ビームはヘリウムガス中で多重散乱を繰り返すので、進行距離の平方根に比例してビーム幅が広がるのが観察出来た。あわよくば、 $p-\alpha$  散乱が記録出来ればと思っていたが、高電圧をランダムに加えるのでは所詮無理な話であった。同じ実験は、12月10日、核研サイクロトロンの共通ボンバードを利用して行った。放電箱は正常に作動したが、 $p-\alpha$  散乱の観測には至らなかった。これがきっかけになって、 $p-\alpha$  散乱に興味を持つようになり、後に核研FMサイクロトロンで、 $p-\alpha$  散乱後の陽子エネルギー分布からヘリウム原子核の励起状態を探索する実験を行った。

### 電子シンクロトロンの実験 (1960 ~)

#### —ガンマ線による中性 $\pi$ , $\eta$ 中間子の発生—

核研電子シンクロトロンは、核研設立時には、高エネルギー加速器の練習用と位置付けられており、建設経費は研究所設立後1年の準備期間を経て計上(建設期間2年、建設経費約2億円)された。昭和36年夏、6 MeV入射リニアックの運転が始まったが、それと同時に研究所敷地境界の放射線モニターが高い値を示した。監視を担当していた放射線グループからは警告が出された。彼らは中性子が出ていると思ったようだ。われわれはリニアックのエネルギーを考えると、中性子が出るはずが無いと主張した。結局、これは弱い放射線のパイル・アップによる監視モニターの誤作動であった。それから数ヶ月間、リニアックからリングへの入射が試みられ、最初の一周に苦労したが、12月19日、リングで0.75 GeVまでの加速に成功した。当初の計画から見れば1年近く遅れていたもので、完成の遅れを朝日新聞が取り上げようとした矢先であった。この日、夕刻、高エネルギー部主任熊谷先生宛てに米国から電報が届いた。ケンブリッジ電子加速器研究所(CEA, Cambridge Electron Accelerator)からで、5 GeV

加速成功を知らせるものであった。高エネルギー分野での日米格差を実感した瞬間であった。

電子シンクロトロンの完成は二つの点でインパクトがあった。一つは、当初の計画には含まれてなかった実験室の建設が開始された。もう一つは、この完成を見て、日本学術会議が原子核将来計画の政府への勧告を決定したことである。電子シンクロトロンは昭和36年頃には完成する予定だったので、昭和35年には、いくつかのグループが実験準備に着手していた。電子シンクロトン委員会は実験テーマについて議論していたが、日本では初めての経験だったので、理論屋と実験家で意見が異なっていた。理論屋は最初から物理的な成果を期待して、少数のテーマに絞るという考えが支配的であった。それに対して、実験家は初めての経験だから、多くのグループに実験の機会を与え、それぞれのテーマやグループのfeasibilityをチェックすることが肝要だと主張した。実験グループには、最初の実験は限られたテーマに絞られても、いずれは順番が来ると考える余裕は無かったのである。試行錯誤の結果、最初の実験は次のように決まった(当時の番号順と代表者)。

1. 陽子からの中性 $\pi$ 中間子の発生と反跳陽子の偏り(早川, 名大)
2. 全吸収法による(3, 3)共鳴の全断面積の研究(木村, 東北大)
3.  $2\pi$ 反応の荷電比(北垣, 東北大)
4. 陽子からの $2\pi$ 発生(久寿米木, 京大化研, 核研)
5. 重陽子からの中性 $\pi$ 中間子の弾性発生(三宅, 京大)
6. 原子核による中間子の光発生(西川, 東大)
7. 陽子コンプトン効果(山形, 核研)
8. 光核分裂の研究(片瀬, 九大)

これに追加するとすれば、パラサイトではあるが、日本最初の放射光の観測であろう。これは佐々木泰三、小塩高文両氏の熱望を受けて、高エネルギー部山口省太郎が他の実験の障害にならないようにドーナツの側壁に小孔をあけて実現した。

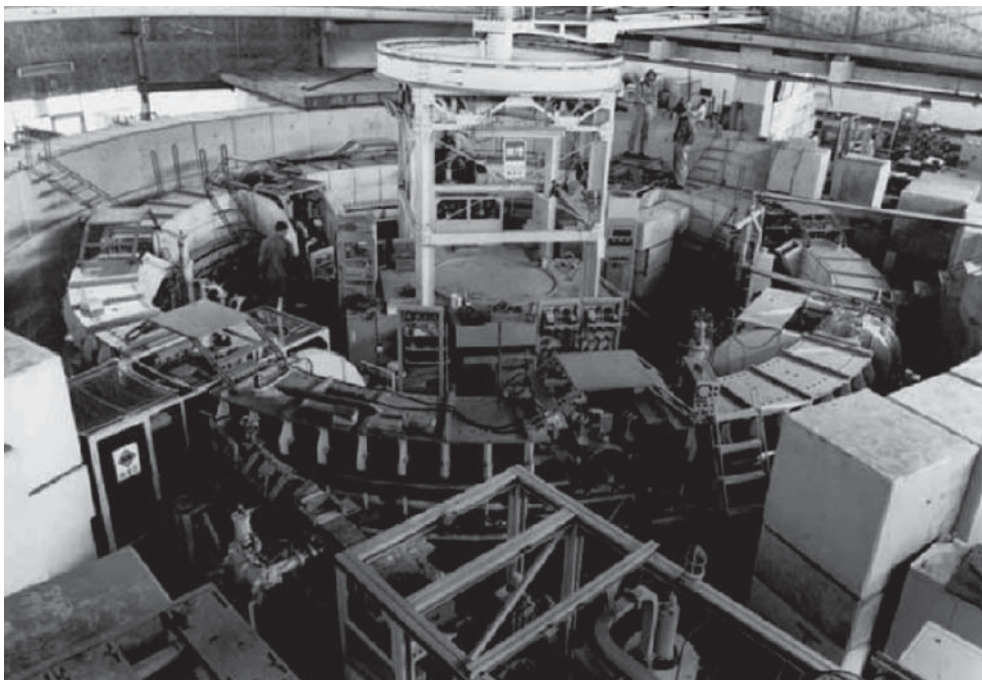
われわれ名大グループは山形氏の陽子コンプトングループと協力して準備を進めることになった。両グループとも高エネルギーガンマ線を測定するための鉛ガラス・チェレンコフ・カウンターを必要としたからである。鉛ガラスの

大きさは高さ 30 cm, 直径 40 cm, 鉛の含有量は重量比で約 60%, 輻射長は約 2 cm と計算された。中性  $\pi$  中間子が崩壊して発生する 2 個のガンマ線を測定するため, 2 個のガラスを用意した。均一でこの大きさの鉛ガラスの製作は決して容易ではなかったが, 東京光学 (カメラ, トプコンを製作していた) から高エネルギー部に加わった田中治郎氏の紹介で, 小原光学に依頼して製作したものである。私が帰国した頃には, すでに鉛ガラスは出来ていた。私は一応, ガラス中でのガンマ線を作るシャワーを手計算であたって見たところ, 大きさはほぼ十分だと納得した。私の仕事は, 鉛ガラスを入れる容器と発生する光を受ける光電子増倍管を含めて, カウンター全体を設計することであった。製作は核研工作工場に依頼したが, 予算は限られていたので, すべて鉄材を使い, 溶接とボルトで組み上げた。1 個の鉛ガラスは重量が 300 kg 以上となるので, 表面をアルミ箔で覆い鉄のケースに収めるのも容易ではなかった。その底面に直径 5 インチの光電子増倍管 5 個を取り付けた。今なら浜松フォトリックスの増倍管を使うところだが, 当時, 市場で入手できる 5 インチ管は RCA7046 と Du Mont6364 であった。加速ス

テージ数は前者が 14 段, 後者が 10 段で利得は 10 倍強違っていた。市場価格は前者が 27 万円, 後者が 5 万円で, 予算の制約から Du Mont の球を使わざるを得なかった。この球は球ごとの利得のバラツキが大きく, 5 本の組み合わせに苦労した。

電子シンクロトロンの実験室や  $\gamma$  線ビーム・ラインは昭和 37 年末に完成し, 翌 38 年正月からテスト実験が開始された。名古屋グループには最初の 1 週間で割り当てられチェレンコフ・カウンターのテストをした。その頃は, 名古屋グループと言ってもメンバーは梶川君と私の 2 人だけで, 1 週間のマシンタイムを消化するのは容易ではなかった。不眠不休で働いたが, 4 日目にダウンして, 実験室で寝込んでしまった。目が覚めたら, 雪が深々と降っていた。

数年後には, 名古屋グループには京都大から政池明君, 大学院生の小早川久君, 堀川直顕君, 森邦和君, 鶴飼熊太郎君, 吉田勝英君らが加わって強力になり, 中性  $\pi$  中間子の実験を推進した。チェレンコフ・カウンターで中性  $\pi$  中間子を検出し, 反跳陽子はスパークチェンバーで観測した。金属の極板の間に炭素板を挿入したチェンバーを使って, 炭素による陽子の散乱を測定し



核研電子シンクロトロン



た。この実験から液体水素標的が使用され、性能と安全を確保するため、グループ内に専門の担当者を配置した。ともかく多量のデータが必要で、マシンタイムは長期間に及んだ。私は毎日シャワーを浴びる以外は実験室に常駐し、眠くなると椅子の上で仮眠をとった。核研宿舍のお婆さんが、私が宿舎に帰って来ないのを心配したこともあった。

シンクロトロンエネルギーが 1.3 GeV に増強され、名古屋グループは、次の実験「 $\eta$  中間子の光発生と反跳陽子の偏り (0.9 GeV)」を実施した。この頃、福井、梶川、政池氏が相次いで外国に出張し、私自身も、素粒子研究所準備室の一員として核研併任となったので、実験の現場に参加する時間が短くなった。新しく加わった八巻哲示君が現場の指揮をとり、鷲見義男君ら新大学院生が参加し、主力となって実験を遂行した。鵜飼熊太郎君が中心となって、炭素板の表面に金属粉を蒸着した極板を製作した。これは、金属板の極板を使うものに比べて、陽子散乱のバックグラウンドを減らすためであったが、物理教室の実験室で製作したので、塗料の臭いが充満し、悪評を買ったこともあった。

### 陽子高エネルギー加速器の建設を目指して (1962) — 学術会議の勧告 —

昭和 30 年代、原子核実験の研究者は全国で数百名いたが、高エネルギーを目指している研究者は一握り一数 10 名一であった。彼らは主に核研電子シンクロトロンの周辺に集まり、実験の傍ら、本格的な陽子加速器の建設計画について議論を戦わしていた。昭和 36 年、東北大学の北垣敏男氏を中心に高エネルギー加速器準備室 (KKJ) が発足し、具体的に高エネルギー計画が動き始めた。KKJ は加速器の機種について検討するとともに、加速器を建設する用地についても広範な検討、調査を行った。この調査は土地決定に重要な資料となった。

KKJ は報告書「12 GeV 陽子シンクロトロンを有する高エネルギー研究所」を纏めて、原子核特別委員会 (核特委、学術会議の組織で総会への提案権を持っていた) に提出したが、予算規模が大きいことから、他分野の研究を圧迫するとの反対があり、容易に日の目を見なかった。その頃、核

特委で他分野研究者のバッシングに対して孤軍奮闘していた北垣氏は、ストレス発散のため、会議後、酒を浴びるほど飲んだと述懐していた。しかし、CERN を訪問した湯川先生が「日本にも高エネルギー加速器が必要」と発言、また欧米から帰国した理論研究者の中に加速器の建設を支持する意見があった。それらの意見を反映し、INS 電子シンクロトロンが完成、稼働するに及んで、学術会議は重い腰を上げ、昭和 37 年 5 月 24 日付けで「原子核研究将来計画の実現について (勧告)」を山県昌夫会長代理から政府 (総理大臣、池田勇人) に勧告した。この勧告は高エネルギー計画に加えて核物理の次期加速器 (AVF を想定)、宇宙線の将来計画を含むものであった。この時点で、高エネルギー加速器の機種について高エネルギー・グループ全体の意見が纏まっていたわけではなかった。多くの研究者の共通の考えは、次期陽子加速器で一気に世界のトップに立つのは困難で、次期加速器は将来の大型加速器の入射器として使うと言う点であった。そこで、二つの機種が登場した。核研高エネルギー部主任熊谷氏はシンクロトロンへの入射には線形加速器がベストと言う観点から、1 GeV クラス陽子線形加速器を主張した。一方、北垣氏は 10 GeV クラス大強度陽子シンクロトロンを主張した。北垣氏はシンクロトロンが多様な実験に使え、かつ入射器としてさらに大きいリングへの入射することが可能と考えていた。彼はシンクロトロンを更に大きいリングへの入射器として使う、いわゆるカスケード方式を 1961 年の国際会議で発表した。また、1953 年にアメリカのクーランとシュナイダーが発表した強集束の理論を発展させ、偏向作用と集束作用を分離して、2 種類の電磁石でリングを構成する機能分離型リングの導入を提案していた。機能分離型とカスケード方式の両方は 1970 年代以降に建設された諸外国の大型加速器でも採用されている。線形加速器 vs. シンクロトロンの論争は、実験の多様性を考慮して、シンクロトロンを選択した。

### 素粒子研究所 (仮称) 準備室の誕生 (1964)

学術会議の勧告を受けた文部省では、この問題を国立大学研究所協議会に審議させた。協議会は小委員会を設けて審議し、将来計画の内容や新研



研究所の運営形態については、今後更に検討が必要としながらも、早急に準備を進めるため、昭和39年度に必要な予算を措置すべきと答申した。この答申を受けて、文部省は39年度予算として、「大加速器の建設に伴う基礎研究費」1億円を原子核研究所に措置した。この答申では、陽子加速器機種については12 GeV シンクロトロン（6ヶ年、総経費200億円）について検討して来たが、まだ最終的結論に到達しておらず、当初2年間をかけて更に意義ある計画を練ること、準備調査委員会を設置すること、建設用地選定調査を実施すること、海外への調査団や職員の派遣をすること、などの項目が挙げられている。また、研究所の運営に関して、共同利用を円滑に行い、かつ大学本来の予算や運営を阻害しないよう、新しい形の国立研究所一本省直轄方式、外局所轄方式、あるいは附属機関所轄方式など一の検討が必要であると指摘している。予算が措置されることになったので、核特委は核研に素粒子研究所準備室をつくり、朝永振一郎先生を所長予定者、熊谷氏を加速器責任者、三浦功氏を測定器責任者として決めた。準備委員会には加速器・測定器を担当する第1部と物理・開発を担当する第2部を置き、それぞれ熊谷氏、早川氏が部長となった。第1部委員は熊谷、三浦、小林喜幸、安見真次郎、道家忠義、山口嘉夫、第2部委員は早川、武田暁、藤本陽一、西村純、小柴昌俊であった。39年度に措置された予算には物理・開発などは含まれていなかったが、核特委は将来計画全体に与えられたものとして、宇宙線研究者の要望に応じ、予算の1割程度を宇宙線はじめ物理研究に使うことを決めた。政府の考えでは、予算の執行を学会会議の核特委が決めるのはもつてのほかであり、まして措置されていない費目に使うのは論外であった。

昭和39年春、加速器の機種について検討を進めるため、全国の主な研究者が核研に集まって3日間、研究会を開催した。誰言うとなく、私は座長を務めることになり、最初に、これまでの経過を報告した。その後は自由討論となったが、北垣氏は答申の規模200億円を少し増やして260億円とすれば、カスケード方式で更に高いエネルギーの加速器の建設が可能であるという試案を示した。北垣氏の案については多くの議論があったが、予算の規模を変えることまで考えると機種の

最終決定は出来なかった。

その後であったが、CERNから帰国した山口氏が、建設予算260億円で、40 GeVクラスの在来型のシンクロトロンの建設を強く提案した。当時、世界最高エネルギーの加速器は米国ブルックヘブン研究所の33 GeV シンクロトロン（AGS）とCERNの28 GeV シンクロトロンであったが、日本の計画が予定通り進めば、欧米の次期計画が実現する前、一時的にせよ、世界のトップに立てると言うのが、彼の主張であった。加速器責任者の熊谷氏はもともと従来型のシンクロトロンの支持者であり、理論研究者の中には北垣氏への反感や山口氏に賛同する意見もあって、核特委は加速器計画を40 GeV シンクロトロンに決定した。

一方、文部省は学術奨励審議会（会長 茅誠司）に研究体制分科会を設け、学術の全面的振興のための研究体制を検討することにした。その一環として、第2部会（部会長、小谷正雄）は原子核将来計画を検討し、機種変更に関する研究者の意見を容れ、昭和40年7月30日、答申「素粒子研究将来計画について（第1次報告）」を提出した。内容は、12 GeV 大強度計画から35 GeV 通常強度計画への変更に至った理由を述べ、建設経費は5年間で270億円としている。資料として、加速器の全体図が添付され、加速器は100 MeV 陽子線形加速器と35 GeV リング（平均半径173.8 m、軌道全長1092 m）で構成されている。加えて、加速器、測定器等の特色、実験室を含む建物面積、完成時の所員数700名の内訳など、詳細な資料が付されている。第2部会では前向きの議論が続いたので、準備作業の予算は昭和40年度「巨大加速器の建設に伴う基礎研究費」2.5億円、昭和41年度「大加速器の建設に伴う基礎研究費」3億円と順調に伸びた。かくして素粒子研究所は設立へ着実に歩んでいると考えられた。

### 素研準備室の改組（1965～1966）

#### — 12 GeV から 40 GeV へ機種変更 —

昭和40年代になって、高エネルギー実験の研究者も増加し、核特委での発言権も徐々に強くなった。それまで核特委は素粒子・原子核理論、核物理実験、宇宙線3分野からの委員で構成され、高エネルギー実験は独立した分野ではなく、核物理実験のなかの一分野であった。当時、研究者数

は理論 700 名, 宇宙線 200 名, 核物理実験 200 名程度で, 高エネルギー実験も 100 名を超えるまでになった。さらに高エネルギー実験研究者は年々増加しており, 核特委で独立した分野として扱って欲しいと熱望していた。これが受け入れられて, 昭和 43 年, 高エネルギー実験が核特委の一分野となった。そこで高エネルギー実験研究者は高エネルギー同好会を正式の組織とし, 研究者の意見を代表するため高エネルギー委員会を発足させた。同好会メンバーには, 一部理論研究者も参加していたが, 委員 7 名は実験研究者の中から選出し, 指名で決める理論委員 1 名を加えて, 8 名で高エネルギー委員会を構成した。委員の任期は 2 年であったので, 多少の入れ替わりがあったが, 高エネルギー研発足の直前まで, メンバーは殆ど固定していた。メンバーは (順不同) 北垣敏男 (長く委員長を務めた), 諏訪繁樹, 西川哲治, 藤井忠男, 小林喜幸, 安見真次郎 (または山口省太郎) と私, 理論委員は山口嘉夫であった。

研究者間では, 加速器機種の議論と併行して, 準備室に置かれるワーキング・グループの編成, 新研究所の運営, 組織なども議論された。それらの会議の席上, 人事等に関して熊谷氏の軽率な発言 (例えば, 加速器スタッフの 1/3 程度は熊谷スクールから採用する) が多く, 研究者の鬱感を買った。また, 加速器の設計についても保守的であった。例えば, 電磁石電源について熊谷氏は在来型のフライホイールに固執したが, 世界の大勢は半導体使用の静かな電源に移行しつつあった。このような事から, 多くの研究者が熊谷氏は加速器責任者として不適であると考えようになった。私も熊谷氏が大加速器の責任者として不適任だと考え, 私に賛同する名古屋の若手とともに, 核特委委員長の坂田先生を訪れ, 加速器の機種変更を機会に責任者を交代させたいと言う意見を伝えた。先生のアドバイスに従って, われわれの考えを準備委員会第 2 部委員から, 核特委に提案してもらった。その際, 委員の間で交替するのは加速器責任者だけという事前了解があったが, 核特委の議論では, 加速器責任者のみでなく, 朝永先生を所長予定者から降ろしてしまった。朝永先生は準備委員会委員長を辞され, 早川先生が指名されたが, それはわれわれの想定外であった。熊谷氏の更迭に伴い, 後任が問題となったが, 私は諏訪繁

樹氏を強く推薦した。諏訪氏はミネソタ大学からアルゴン研究所に移り, シンクロトロン (ZGS) の建設に参加し, ZGS 完成後は横澤氏と偏極水素標的を使って,  $\pi$  中間子の散乱実験を行っていた。諏訪氏の人事は核特委で了承され, 彼は早川委員長の要請を受けて, 昭和 41 年 3 月, 6 年ぶりに日本の土を踏んだ。その際, ブルックヘブンに滞在中だった西川哲治氏に声をかけ, 協力を求めた。西川氏は諏訪氏の要請に応じ, 帰国した。諏訪, 西川両氏はアメリカに永住または長期滞在するつもりだったと聞いているが, 日本の加速器計画のため帰国し, 以後, 日本の高エネルギーを牽引した。

責任者の変更に伴って, 核特委は素粒子研究所準備委員会の新メンバーを選出し, 第 1 部は諏訪 (加速器責任者), 三浦 (測定器責任者), 西川, 安見, 小林, 道家, 山口, 第 2 部は小川修三, 町田茂, 藤本陽一, 西村圭吾, 高松邦夫, と私になった。私は委員会全体の幹事を引き受けることになった。早川委員長の要請で朝永先生と熊谷氏はオブザーバーとして会議に出席することになった。

文部省の学術奨励審議会では, 第 2 部会 (小谷委員会) が素粒子研究所計画について検討を続け, 昭和 41 年 8 月 16 日, 「素粒子研究所計画について (第 2 次報告)」を提出した。この答申では, 昭和 42 年度の事業について, 大加速器の基礎研究を終了させること, 研究所は基礎科学の研究を行う全国共同利用の文部省直轄国立研究所とすること, 運営機構には評議員会, 共同利用協議会を置くこと, 加速器の用地を選定すること, 核研に客員部門を設けることなど具体的な課題を指摘した。それを受け学術奨励審議会は同日付けで同様の内容を文部大臣に答申した。この答申は予算に反映され, 昭和 42 年度「巨大加速器の建設に伴う基礎研究費及び準備費」として用地調査費を含む 6 億円が措置され, 核研に客員部門ポストがついた。このポストを使って, 私は核研を併任することになり, 生活パターンを変えた。毎週, 名古屋での講義, 雑用を月, 土曜日にこなし, 火曜日から金曜日まで核研に常駐して, 第 2 部ワーキング・グループや委託研究の予算処理, 予算資料の作成, 準備室の雑用などに明け暮れた。



## 研究所用地の選定（～1967） —候補地を筑波に決める—

KKJは加速器の用地について、東北大地質学教室岩井淳一教授らの協力を得て、全国の候補地をリストアップし、そのうち65ヶ所について実地調査した。素粒子研究所準備委員会では、熊谷氏を委員長とする土地調査委員会を設置、昭和41年、上記65ヶ所を含め合計80ヶ所について検討し、候補を13ヶ所に絞った。この際、積雪が多く工期を守るのが困難な豪雪地帯および人家の多い人口密集地を除外、土地が平坦に近いことを選択基準とした。熊谷氏らは42年3月から4月にかけて、13ヶ所を実地に調査し、適地として4ヶ所—王城寺ヶ原、筑波地区、黒磯地区、青野ヶ原—を選定した。42年度には土地調査の予算がつき、これら4ヶ所全部でボーリング調査すべきとの意見もあったが、自衛隊使用地はボーリングが出来ないので、結局、筑波および黒磯でボーリングを行った。黒磯地区は形がほぼ正方形であり、南北に長い筑波地区より優れていると予想された。ボーリングの結果、黒磯地区には、地下に直径30～40cm程度の石塊が散在しており、建築用の杭が打てないことが判明し、筑波地区を候補地とした。黒磯の住民たちはボーリングに積極的に協力したので、熊谷、佐々木寛両氏がこの決定を伝えた時、激しい抗議に曝された。また、筑波地区決定が、混乱していた東京教育大学の筑波移転を刺激しないよう配慮した。素研の用地選定はあくまで地形、土質などに重点を置いていたが、欧米の大型加速器の敷地決定では、所員の健全な生活環境を維持するために、近くに文化豊かな大都市の存在が必要としているが、その点からは筑波地区は合格点と言える。われわれの土地選定の過程とは全く別に、当時の新聞には、筑波学園都市構想の一環として、現在の敷地が素研用地として報じられていた。こうして、新研究所の用地は筑波と決定した。

## 素粒子研究所の体制問題—長年の課題—

昭和42年（1967）、文部省は学術全体の振興について審議するためとの理由で、これまでの学術奨励審議会を改組して学術審議会を創設し、そ

の下にある学術研究体制特別委員会（俗に研特と呼ばれ、文科省が出来るまで存続した）が素粒子研究所を検討することになった。委員会には小谷、伏見先生など物理関係者も含まれたが、それ以外の分野から7名、計9名で構成された。第1回会議は昭和42年10月5日開催され、専門委員として菊池正士、久保亮五、諏訪繁樹、武田暁、早川幸男の5名を加えることになったが、素粒子研究所の件は白紙に戻って議論を始める感を否めなかった。その影響で、昭和43年度の準備予算は「巨大加速器の建設に伴う基礎研究費」と名称も後退し、金額も2.5億円と減額された。因みに、同じ年、文部省は学術振興会法を制定し、広く学術全体を推進することになった。

研特は10月28日、11月16日に会議を開いて主として素粒子研究所の体制について議論した。主な論点は新研究所を直轄国立研究所とした場合、所員の身分を大学と同じにするため、所員に教育公務員特例法を適用できるか、または従来の国立研究所と同じにするかであった。大学教官には教育公務員特例法が適用されているが、これは国立学校特別会計と無縁ではなく、直轄国立研は政府の一般会計で措置されている。研特はこれらの事項についての検討結果を「素粒子研究に関する研究体制について（中間報告）」として纏め、学術会議を通じて聞いた研究者の意見を附して、12月13日付けで報告した。これを受け、学術審議会は昭和43年8月21日、第11回総会を開催し、総括的な見解を纏めた。その中で、具体的な予算には触れないものの、他分野への素研の影響を危惧する意見が述べられている。

素粒子研究所の体制に関しては、核特委でもかねてから体制小委を設けて議論を続けてきたが、基本的には、研究所の所員の身分は教育公務員とし、大学と同様なアカデミックフリーダムが維持出来る体制が必要だとしていた。核特委は、体制に関しての見解「素研の憲法的諸問題」（昭和42年8月4日）を纏めたが、その中には極めて妥当、適切な意見もあるが、また実現困難な構想も含まれていた。

昭和42年から44年にかけて、大学や政府のあり方に対して、改革を唱える学生たちの運動がデモだけでなく、大学占拠を含む武力闘争に発展した。東大では学生達に占拠された安田講堂など

を解放するため、執行部が警察機動隊を学内に導入したが、これが火に油を注ぎ、紛争は全国に広がった。これは学術会議にも重大な影響を与え、核特委の正常な審議も阻害されるようになった。また素研準備費のうち、委託研究（予算費目には無かったが、核特委が決めた）に配分される金額についても宇宙線分野の一部の研究者は配分される金額が少ないと激しく抗議し、第2部の委員かつ準備委員会幹事を兼ねていた私は矢面に立って、彼らとの論戦に無駄な時間を費やすことが多かった。この状況下で、高エネルギー委員会は核特委で体制問題の議論が進むことは期待出来ないと判断し、高エネルギーグループの意見を集約するため、全国の高エネルギーグループとの話し合いを行うべく、委員が手分けして各大学を訪問した。すでに準備室の研究者の大部分は素研を早急に発足させるためには、従来の国立研でも良いと考えるようになっていた。

文部省学術研究体制特別委員会（研特）は、検討を重ねて、昭和43年11月30日、「素粒子研究に関する研究体制について（報告）」を纏めた。その内容が今日のKEKの運営の基礎となったものである。骨子を箇条書きにしておく。

1. 新研究所は大学と同様に自由な研究が遂行できる文部省直轄の研究所とする。
2. 研究所に所長、副所長若干名、教授、助教授、助手、事務職員、技術職員その他必要な職員をおく。
3. 研究者には教育職俸給表（一）を適用することが望ましい。教育公務員特例法の規定を可能な範囲において準用する。
4. 学識経験者15名程度から成る評議員会をおく。評議員会は研究所の事業計画、経費の見積り、その他管理運営に関する重要事項について所長に助言する。所長は評議員会の推薦により文部大臣が任命する。この推薦にあたり、評議員会は運営協議会の意見を徴する。
5. 所長、副所長、部長および各部の研究者、所外の研究者で構成される運営協議会をおく。運営協議会は所長の諮問に応じ、予算概算、研究計画、運営の重要事項などについて審議する。研究担当の副所長、教授および助教授は運営協議会の議を経て所長の

推薦により文部大臣が任命する

この報告は、KEKはじめ大学共同利用機関に関する法律の骨子となったものである。ただ、この報告を読んだだけでは、管理担当の副所長の扱いなど不明の点が残されている。この案について反対の研究者も多かったが、高エネルギーグループはこれを受け入れ、この線に沿って新研究所の実現を目指した。この案の作成には、文部省の考えも反映されていると推測されたので、その報告が研特、学審で了承されれば新研究所の設立へと大きく前進するはずであった。文中、評議会と評議員会、運営協議会と運営協議員会が混在しているが、出来るだけ原文に忠実に再現した。

### 新研究所の規模を縮小（1968～1969）

#### — 4分の1縮小案 —

高エネルギーグループは、学審研究体制特別委員会が次の会議で、上記報告を正式に了承し、いよいよ新研究所が実現の運びになると信じていた。しかし、期待に反して、昭和43年12月3日に開催された会議で、文科系の委員から研究所の予算規模に関して強い反対があり、結論には至らなかった。研特は12月13日、再び会議を開催したが、依然として反対意見は強く、到底結論に至らなかった。時間の経過とともに退席する委員も増え、不成立のまま会議が終了する形勢であった。このままでは新研究所は流れてしまうと考えた伏見先生は代替案—4分の1縮小案—を提案した。それは加速器の規模を4分の1に縮小してエネルギー8 GeV程度の加速器を建設する案で、伏見先生が事前に東大宮本研を訪れて、用意していた案であった。研特は、この案について今後検討することにして散会した。あとで聞いた話によると、文部省は新研究所の規模が大きく、予算の捻出に困っていた。40 GeV加速器の建設には、毎年約70億円程度を必要とするが、これは当時、科学研究費の総額に匹敵する額であった。文部省側の意向を察した一部の委員が反対したと推察された。したがって4分の1縮小案は文部省にとっても救いであった。

1/4縮小案は全く予想しなかつただけに、研究者にとって青天の霹靂とでも言うほどの激震であった。高エネルギー委員の中でも熱しやすい西川、山口氏などは、8 GeVクラスでは物理の



成果は期待出来ないと反対した。西川氏は、「僕はアメリカに帰る」と言っていたが、諏訪氏はもう少し落ちついていて、核研所長の武田先生は「8 GeV くらいの規模で始めるのが、適当じゃないの」との意見であった。言うまでもなく、宇宙線はじめ他の研究グループの大半の研究者は反対で「学審案反対」が合言葉になった。早川先生を委員長とする素研準備委員会（この時には素研準備調査委員会と名称が変わっていた）は、この縮小案に対処するには無力であった。10 数年後フェルミ研究所で開かれた日米協力委員会の晩餐会の席上、早川先生（日米評価委員会代表として出席）は「1/4 縮小案が提出された時に、自分は高エネルギーから身を引いた」と話した。

周囲はともかく、われわれ高エネルギー当事者は前へ進まねばならなかった。数日後、西川、山口両委員も、規模は小さくともここで第一歩を踏み出さないと日本の高エネルギーは永久に駄目になってしまうと、反対から賛同に変わった。全国の高エネルギー研究者の中にも反対の意見はあったが、拡大高エネルギー委員会を開催して議論の結果、12月21日、「高エネルギー研究者の考え」を発表した。その中でわれわれは1/4 縮小案を受け入れ、8 GeV クラスのシンクロトロンを第一歩と捉え、将来第二期リングの実現を目指すことを表明した。この発表を含め、その頃、高エネルギー委員会の表明する文章の原案作成や委員会の議事録を書くのは私の仕事であった。会議のあと、核研宿舎に帰って議事録を書き、翌朝までには原稿を仕上げるのを常とした。

1/4 縮小案に対しては核特委も即刻反応した。宇宙線は勿論、核物理、理論のグループにも反対者が多かった。もともと学術会議の勧告には、大型加速器計画のみでなく、宇宙線や核物理の将来計画も含まれていたが、縮小案では大型加速器以外の将来計画は全く無視されていたからである。核特委は事態を収拾するため、43年12月から44年3月までの間に将来計画検討委員会5回、シンポジウム2回を開催し、研究者の意見を集約した。病に倒れた坂田先生に替わって核特委委員長を引き継いだ高木修二氏は、全国研究者の意見を聞き、努力の結果、高木案を纏めて、全国研究者の投票に問うた。投票の結果、高エネルギー、核物理、理論グループは過半数の賛成を得た。宇

宙線グループでは一票の差で過半数となったが、これは十分な賛成ではないとして、高木案を否決した。今にして思えば、これは宇宙線グループの横暴以外の何物でもない。これを受けて、核特委は信任を得られなかったとして、総辞職した。高木氏の後、小沼通二氏が委員長となり問題解決に尽力したが、44年9月28日に暫定核特委が発足するまでの間、素粒子研早期発足のために極めて重要な時期であったにも拘わらず、空白の期間となった。

核特委の混迷が続いている間、文部省学術審議会では、縮小案についての検討を進めるため、専門家を加えた伏見委員会を発足させた。早川、諏訪、三浦、西川、熊谷が核特委の了承を得てメンバーとなった。伏見委員会の数回の会議の結論を踏まえて、研特は昭和44年3月3日、「素粒子研究所に設置される加速器その他の実験施設についての具体案（予算規模を4分の1程度に縮小する場合）—中間報告—」を提出した。内容は、加速器はエネルギー約8 GeV、平均半径約40 mのシンクロトロン（将来大型のシンクロトロンのブースターとして使用可能の注積がついている）、実験設備は泡箱および内部ターゲットビーム取り出し、共通施設として計算機、工場などで、建設予算80億円、人員330人となっている。

核特委は新しく暫定核特委を発足させ、研特の案を組み替えて、高エネルギーと宇宙線が両立する具体案を作成するため、組替委員会（核特委の下部機関、高エネルギーおよび宇宙線からそれぞれ5名、核物理から1名の委員で構成）を作って議論を続けた。この議論の中で高エネルギーグループと宇宙線グループの間とでは研究に対する価値観や研究手段があまりに異なっており、これまで一体となって推進して来た将来計画を分離して、それぞれの道を歩むべきであると考えようになった（分離案）。高エネルギー委員会は昭和45年4月8日、素粒子研は加速器を中心とする研究所として建設し、46年に研究所を発足するために45年度準備予算の執行に進んで参加するなどの方針を決定した。この方針は昭和45年4月18日締め切りの投票で大多数の高エネルギー研究者の賛成を得た。高エネルギー委員会は、この案を最終案として研特等に報告した。更に素研の早急な発足に備えて、4月30日、非公式なが

ら人事公募に着手した。

話は少しさかのぼるが、研究者側で素粒子研発足の準備は進んでいたものの、高エネルギー委員会、特に諏訪、三浦、西川氏ら伏見委員会のメンバーは、研特の中間報告（44年3月3日）以後、文部省側で建設に向かっている動きが見えないので、建設開始には学術審議会の答申が必要であると感じていた。私も準備室の一員として、もうひと押しが要ると思っていたので、昭和44年初夏、プラズマ研所長室に伏見先生を訪ね、中間報告を学術審議会の答申にして欲しいとお願いした。これが役に立ったかどうかは不明だが、学術審議会は昭和44年8月28日、「学術振興に関する当面の基本的な施策について（第2次答申）」を大臣宛てに提出した。その内容は3月3日の中間報告とほぼ同じであった。

学術審議会が素粒子研についての最終的かつ前向きな答申を提出したので、準備室を代表して諏訪、三浦両氏と私は早速文部省を訪れ、新研究所の早期発足—出来れば45年度発足—をお願いした。茅学術審議会会長も同席して協力して下さった。文部省はすでに45年度概算要求は大蔵省へ提出済みであり、45年発足は無理とのことであった。しかし、文部省は一般会計2.38億円、基礎研究費（核研）2億円を計上し、筑波現地での建設作業を開始することを可能にした。実際、文部省管理局は昭和45年、5月8日付けで筑波研究学園都市公団に対し、素粒子研予定地の使用を申し入れた。秋には前段加速器室建物の土台作りが始められた。

一方、後追いの形になったが、核特委組換委員会の結論を踏まえて、学術会議（会長、江上不二夫）は昭和45年3月25日、「原子核将来計画の一環としての素粒子研究所の推進について」、更に45年7月31日、「原子核研究将来計画の推進について（申し入れ）」を文部大臣（坂田道太）に申し入れた。この申し入れでは、将来計画の中で高エネルギー物理学研究所を分離して設立するに際して、低エネルギー原子核研究の分野では、AVFサイクロトロンを主要設備とする全国共同利用施設を昭和46年度から4年間で建設すること、超高エネルギー素粒子研究（宇宙線）の分野では、既存の共同利用研究所を昭和46年度から4年間で拡充し、将来は本格的な研究所の設立す

ることを要望している。

### 高エネルギー物理学研究所設立へ最終段階 (1970)

文部省は正式に研究所を設立するために、設立準備委員会を発足させることになった。その事前打ち合わせということで、45年早春、高エネルギー関係の準備委員候補者が文部省笠置学術課長を迎えて、懇談会を開催した。北垣、諏訪、西川、安見、藤井、久寿米木氏が出席した。私も末席を汚した。特にこれと言った話題はなかったが、新研究所を目指して決意を新たにするための会であった。

昭和45年5月15日、文部省事務次官裁定で素粒子研究所（仮称）に関する文部省設立準備調査委員会が決定された。任期は46年3月30日までとされ、46年度を目途に新研究所を設置することが明記されていた。委員は次の通りであった（50音順）。

|       |        |
|-------|--------|
| 菊池正士  | 菊池 健   |
| 北垣敏男  | 久寿米木朝雄 |
| 小谷正雄  | 坂井光夫   |
| 菅 浩一  | 諏訪繁樹   |
| 武田 暁  | 手塚富雄   |
| 西川哲治  | 西村 純   |
| 藤井 隆  | 藤井忠男   |
| 伏見康治  | 丸安隆和   |
| 三浦 功  | 最上武雄   |
| 安見真次郎 | 山口嘉夫   |
| 吉識雅夫  |        |

昭和45年5月20日の第1回会議では、伏見委員を座長に選出、裁定に添付された資料を中心に議論された。先ず高エネルギー計画を宇宙線、核物理と分離して進めることが了承され、新研究所の名称を高エネルギー物理学研究所とすることになった。下部委員会としてシンクロトロン建設部会、組織運営部会、人事部会を発足させ、次回6月2日、第2回会議を開き、所長予定者を決めることになった。配布資料には、教官予定数（系別、教授・助教授計53、助手57）、全国の高エネルギー研究者総数190名、国立学校設置法改定案などが含まれていた。席上、文部省の意向と



して、素粒子研は国立学校特別会計の枠内で取り扱われるとの説明があり、長年の懸案も解決した。同日、組織運営部会において研究所に加速器、物理、共通の3研究系と管理部をおくことが決まった。その後、7月27日付けで、学術局学術課は「素粒子研の経費を国立学校特別会計で処理することの必要性について」を作成し、その中で、素粒子研(仮称)設置法案要綱が示されている。あとで聞いた話であるが、この国立学校特別会計で処理する件については重藤学二氏の尽力があった。重藤氏はその後、KEK第2代管理部長を務め、本省研究機関課長、審議官としてKEKはじめ日本の学術振興に多大の功績をあげた。昭和46年3月31日、最後の準備調査委員会が開催され、評議員会、運営協議会を含めて、高エネルギー物理学研究所設置法が了承された。学術会議の勧告から10年、漸く高エネルギー研究者の願望が叶うことになった。

4分の1縮小案以後、加速器の機種についての主な論点はブースターを使うかどうかであった。最初、西川氏は技術的な観点から、ブースターを使わないでリニアックから直接リングに入射する方式を考えていたが、500 MeVのブースタービームが中性子研究や医学利用に使えるなどの利点があることからブースター利用方式に決まった。

新研究所幹部の人事は、正式には文部省の設立準備調査委員会で決まったが、高エネルギーグループでは、あらかじめ非公式の人事委員会を設けて、主要な人事を決定した。所長には諏訪、北垣、西川氏が候補になったが、結局、諏訪氏に決まった。北垣氏は有力な候補であったが、西川、山口氏らが強力で諏訪氏を推薦して決着した。その代わり、東北大学の泡箱解析研究施設の新設に協力することを約束した。その後、私が伏見先生に会った時、先生は「性格的には西川さんや北垣さんの方が所長向きだと思う」と言っておられた。所長予定者に決まった諏訪氏の意向(文部省の意見も反映した)を受けて、加速器系主幹は西川氏、物理系主幹は安見氏、共通系主幹は三浦氏に決まった。加速器の主幹に決まった西川氏は早速、加速器部の組織作りに着手し、私に加速器管理という形で主幹を補佐して欲しくないかと要請した。加速器管理というポストは日本には前例がなく、人事委員会で問題になった。察するに、西川氏が

私を便利屋として使うのではないかとの懸念もあったようだ。私は、これまで準備作業に深くコミットしており、筑波に行くつもりだったので、あまり迷いはなかった。人事委員会は私自身の考えを聞きたいというので、大型加速器建設における研究管理の必要性、特別な研究者や技術者養成の必要性など長文の意見書を提出した。この意見書は人事委員会で好評だったようで、私の身の振り方が決まった。

加速器主幹となった西川氏は、私に加速器研究系のグループ分けと予定人事リストを示した。それは次の通りであった。

|         |      |
|---------|------|
| 前段加速器   | 福本貞義 |
| リニアック   | 田中治郎 |
| ブースター   | 佐々木寛 |
| 主リング電磁石 | 木原元央 |
| 電磁石電源   | 増田正美 |
| 高周波加速   | 近藤素夫 |
| コントロール  | 亀井 亨 |
| 真空      | 堀越源一 |
| ビーム輸送   | 木村嘉孝 |
| 放射線遮蔽   | 加藤和明 |

エレクトロニクスに堪能な亀井氏を高周波加速にするかコントロールにするかについては、主幹も迷ったようだ。素研準備室で採用した教官は、本人が希望すれば研究所で採用するという約束があったので、人事にも制約があった。電磁石電源は準備室では道家氏が担当していたが、彼は筑波には来ないというので、後任には困ったが、道家氏の推薦で増田氏に決めた。ブースター方式になったので、ブースターから主リングへのビーム輸送は特に新しい技術を要したが、これは木村氏の能力に期待した。私は、放射線遮蔽部門は加速器系ではなく共通系に移すべきだと主張した。これは、そのまま実現したが、正しい判断だったと思っている。

初年度に措置されたポストは教官20名余で、殆どが責任者や準備室からの移行スタッフに当てられたが、翌年以降は公募によって各大学から若手が入って来た。ここで全員の名前を挙げることは出来ないが、黒川真一君(コントロール)、春日俊夫君(主リング電磁石)らは日本の加速器の牽引役に成長した。

## 高エネルギー研発足 (1971) —ゴルフ場クラブハウスを拠点として—

筑波の敷地内に、もとゴルフ場があり、廃屋となったクラブハウスがあった（その後、維持費がかかるので、撤去された）。クラブハウスは1～2階がホール、3～5階に宿泊用の個室が30室ばかりあった。研究所発足とともに、管理部の職員約20名は早速赴任して、クラブハウスに寝泊まりして仕事を開始した。クラブハウスはひどく荒れ果てていたため、とりあえず一応の補修をしたものの生活環境は極めて劣悪であった。その中で仕事した彼等の努力に敬意を払わざるを得ない。現在の多くの所員はこの事実を知らないと思うが、記録には留めておきたい。

高エネルギー研は最初の国立大学共同利用機関である。これは内外の研究者に門戸を開いた国立の機関の意味であるが、10数年後、国会で某野党議員が国立大学の教官しか共同出来ないのかとの質問があり、以後、誤解を避けるため国立をとって大学共同利用機関と称するようになった。研究所の英語名は National Laboratory for High Energy Physics で、当初、略号を NLHEP としたが、長過ぎると言うので、高橋嘉右氏の発案にしたがって、日本語の頭文字をとって KEK とすることになった。

加速器の西川主幹は、加速器職員全体の会議を運営の基本にすると考えていた。これを加速器部会と称し、毎週開催された。この会議では大小さまざまな問題が議論された。議事録は私が作成し



旧クラブハウス

て全員に配布した。昭和46年7月、記念すべき第1回の部会が筑波の現地で開かれた。私は、まだ名古屋に住んでいたため、前日に現地へ行った。土浦まで常磐線（当時は1時間に1本程度）で行き、タクシーに乗った。狭い旧道を通り、最後は背の高い藪を分けるようにしてクラブハウスに着いた。料金は930円だった。夕食は予約制であったが、私は不覚にも夕食を用意しなかったため、空腹を抱えてクラブハウスの一部屋に宿泊した。寝る前に風呂に入った時、小池庶務課長と一緒にになった。彼曰く「先生達は自分の研究が出来るから、嬉しいでしょうが、われわれ事務官はこんな不便な所に追いやられて迷惑至極です」とこぼしていた。多分、殆どの事務官は同じ気持ちだったと思う。宿泊した部屋には網戸はなく、一晩中蚊に悩まされた。翌朝、斎藤運転手（彼は核研からの配置換えで良く知っていた）のマイクロバスに乗って土浦駅まで東京方面から来た加速器系一同を迎えに出た。会議は1階正面の少し広い部屋で開かれた。管理部の部長、3課長も同席した。一同、自己紹介のあと、管理部4名も自己紹介した。私は「加速器管理担当の・・・」と紹介したが、管理という言葉が管理部長のカンに障ったらしく、「われわれは法律で仕事をしますから・・・」と、管理は自分の領分と言わんばかり言葉を返した。その頃、彼らは加速器プロジェクトが如何なるものか全く理解していなかった。実際、文部省から移って来た職員の中には、研究会の受付に座っていて、出席者をチェックし、遅刻したからという理由で日当を減額すると言った係長もいた。そのため、管理部と研究系との間でイザコザが絶えなかった。その原因の一つは、管理部職員の中心的人達が、大学学部や研究所の勤務経験が少なく、教官との接触経験が少なかったことによると思う。その都度、私が仲裁役として引っ張り出されることが多かった。数年を経て、教官と管理部の相互理解が進み、すべてが順調に運ぶようになった。

話を本筋に戻そう。その日の加速器部会では、加速器グループの編成（各グループに割り当てられる人員）、仕事の分担や予算などについて主幹が施政方針を述べた。その後、すでに建設が始まっていた前段加速器室の現場を見て、解散した。前段加速器室は床面が地下5m程度で、地面を掘り



下げたが、多量の地下水が湧出して、一時的に周辺一帯が池のようになり、鴨が飛来したので鴨池と呼ばれた。水が乾いた後でも泥沼状態で、装置を運びこむための車が入れるよう何度か分厚い鉄板を敷いたが、それらは地下に埋没してしまった。

昭和47年早々、花室公務員住宅（現在の竹園住宅）最初の6棟（101～106号棟）が完成、教官、職員が続々移って来た。当時、東京からの移転機関は無機材研（現在、物質材料研の一部）だけだったので、住宅を縦割りに2分して高エネルギー研職員と無機材研職員が住んだ。一番早く移って来たのは、福本貞義一家と高橋嘉右一家であった。私は子供の学校の都合もあって、3月末に着任した。研究所は、クラブハウスの1階を改造して、所長室、事務室、教官室に当てた。西川主幹と私はクラブハウス入口近くの部屋を居室とし、女性秘書（高野孝子）も入って加速器事務室も兼ねた。2階は食堂、図書室、大小のホールに仕切られて、会議やセミナーなどに使用された。2年後、前段加速器室、コントロール室、加速器1号館（運転準備室）が完成、主幹と私は入口すぐ右側の部屋に移った。加速器建設は試行錯誤を続けながらも順調に進行した。

昭和47年（1972）末、二人の外国人研究者が来日し、3ヶ月間滞在した。Lee Teng（フェルミ研究所）とTheo Sluyters（ブルックヘブン研究所）である。彼らが来るというので、急遽、若森線沿いにプレハブの積水ハウスを2棟建設した。ライタースは前段加速器の専門家として福本グループを助けて仕事した。二人の子供は地元小学校に通い、筑波に来た「青い目の外国人」として週刊誌に取り上げられた。テンは加速器理論の専門家、加速器理論の講義の傍ら、主リングの基本設計について助言した。現在のセル構造は彼の意見によるものである（それまでは、準備室で小林喜幸氏が設計した長い直線部を設けるセル構造を基調としていた）。テンは滞在中、私と机を並べていたが、1973年2月9日、フェルミ研シンクロトロンが200 GeVを達成したとの電報が入り、彼は「俺のためのワインを残しておけ」と返電した。

### 運営上の諸問題—評議員会、運営経議会議、運営経議員で構成する会議等—

現在では、普通に行われている研究所の運営に

関しても、最初、管理部（文部省）と研究者との間で見解の相違があった。これらの問題は加速器と直接関係無いので、細かい点は省略して、要点だけを留めておく。

評議員に関して、体制問題の初期には、15名程度の評議員の半数程度は学術会議推薦で決めると想定していたが、これには文部省は賛成せず、結局、文科系の1名だけは学術会議の了承を得るということになった。それも最初は保留になり、評議員会議は14名でスタートした。その後、その1名には文科系の共同利用研の所長を選ぶという慣例が生まれた。

運営協議会は昔の原案で21名で構成することになっていたが、この時には、所長を議長とし、研究所内外の研究者からそれぞれ10名の協議員を選ぶという考えであった。管理部の意見では管理部長は協議員になるべきだと言うことであった。それに加えて、少なくとも中の協議員数は外部より多くなければならないと言う（文部省の意見）。議論の結果、運営協議会は所長の諮問機関とし、所長と管理部長は協議員にはならないで、所内11名、所外10名の研究者で運営協議会を構成することになった。これら個別の事項に関しては、それぞれ規程を作ることが出来ないで、第1回運営協議員会議の議事録に残すことになった。運営協議員会議は予算、研究計画、教官人事などを決めることになっているが、教官人事に関する規程が教育公務員特例法による別の規則で決められていたので（教官人事は会議を開いて決めるとは明記されてない）、当初は教官人事を決める会議は「運営協議員で構成する会議」として形式上、別会議を開いていた。教官人事案件がある場合には、運営協議員会議の後、「運営協議員会議で構成する会議」を開催した。そこでは管理部職員は退席するのが慣例となった。しかし、数年後、他の共同利用機関と歩調を合わせて運営協議員会議一本に統一された。所内の連絡運営会議についても管理部と研究系では大きな意見の違があった。さんざん議論した結果が、現在の形になっているが、詳細にわたり過ぎるので省略する。

### 宿直問題、安全問題

陽子シンクロトロンの建設はほぼ予定通りに進行していたが、加速器の建物が形を整えた頃、い

くつかの盗難事件が起きた。加速器が管理していたカメラが店頭で発見され、盗難届を出してなかったのが、警察から注意を受けた。また、ブースター室から銅線 400 kg が盗まれた。複数犯の犯行と推測されたが、当時は建設のための業者の出入りが多く、いちいち監視することは不可能に近かった。その頃、守衛室は無く、研究所は夜間、殆ど無人の状態であった。これでは、夜間に火災が発生しても、誰も気がつかないのではと心配された。この状態を心配した西川主幹は、宿直を置くことを提案し、管理部に協力を要請したが、それは加速器系自体でやって下さいとの返事だった。そこで加速器の職員が交代で宿直することにした。部内には相当の反対があり、私は説得するために何回も会合を持ち、漸く実施することになった。西川主幹以外の職員が交代で加速器棟(改修前の 1 号館)の入口の部屋に簡易ベッドを用意し、当番が泊まることにした。夜 10 時頃に加速器の建物全体を見まわることにした。私自身も何回か当番をしたが、回って見ると、たまにハンダ鋸の切り忘れがあったりして、ドキッとしたこともあった。しかし、今考えると、あの広い場所に夜間独りで泊まっていて事故でも起きていたら大変なことになったと思っている。この宿直は半年ほどで中止になった。

それよりはずっと後の話になるが、(多分 1975 年)、春先に雨が少なく、研究所の敷地内でしばしば火災が発生した。研究所の敷地境界には塀が無く(学園都市の申合わせで境界の塀は作らないことになっていた)、外部からの立ち入り者(キノコ採りやアベックの散歩)のタバコの不始末が主な原因と考えられた。結局、この春、10 数件の火災が発生し、中には、火災が非常用電源棟のすぐ近くまで来たこともあった。この時は、白昼の出来ごとだったので、職員が飛び出して消火した。その後、一般人の立ち入りを防ぐため、施設部と相談して、外部からは見えにくいように、敷地の林の中に鉄条網を張ることにした。同時に、守衛が一定時間ごとに所内を巡回する

ことになった。

### 加速器運転チームの編成

これまで日本の加速器は規模が小さく、完成後、建設スタッフが運転するのが普通であった。しかし、陽子シンクロトロン完成の暁には、加速器を連続して長時間運転するためには、運転を担当するチームが必要であった。陽子シンクロトロンの場合には、1 チーム 5 人、4 チーム必要と考えられた。8 時間交代とすると、1 日 3 チームになるが、当時、ある企業の労働組合が、3 チームで 24 時間連続することは労働強化であるとの批判が出て、経営者側と争い、裁判の結果、4 チーム必要との判決があった。われわれは、建設の当初から運転チームに 20 人程度のポストを用意していた。各運転チームには最低 1 名の教官は必要だと考えていたので、人事計画を進めるため運転チーム編成の件を運営協議員会議に提案した。その際、待遇改善も考慮して、一部技官の教官への昇格も考えたと説明した。この提案に対して、外部の物理関係協議員から強硬な反対意見がでた。技官は一般には学位も持たず、物理的業績も無いことが多いので、昇格の基準をどうするのかとか、外部の大学院生の就職口が減るとかが主な反対の理由であった。この案に関して、私は意見を曲げず、この案が認められないなら、共同利用のための 24 時間連続運転は困難だと主張した。最後に外部の協議員も折れ、内部昇格の技官の面接のため外部協議員を含む小委員会を作ることで合意した。

運転チーム全体の責任者には東北大から小島融三氏を迎えることにした(公募ではなく、加速器からの推薦)。リニアックの小島氏を高エネルギー研で採用して欲しいとの武田暁先生の要望を聞いていたからである。小島氏は高周波の専門家であり、後に超伝導高周波空洞で名をなした。鎌田進君は運転チームの一員として技官で入所、のち教官に昇格して軌道解析で業績をあげた。核研から移って来た石井和啓君は後に運転全体の責任者として活躍した。

(次号に続く)