

日本加速器外史 (その2)

井上 信*

An Unofficial History of Japanese Accelerators (Part Two)

Makoto INOUE*

4. 原子力研究の再開

前史

戦争中の原子力研究は陸軍の要請で仁科研究室において、海軍の要請で荒勝研究室においてなされていたが、原爆の開発という意味では、理研で熱拡散法の基礎実験、京大で遠心分離法の設計が行われた程度であったようである。原爆研究には湯川先生も動員されたが具体的な成果を出す前に終戦になったと聞く。ただし、京大では、核分裂の基礎研究に関連して、ウランの核分裂に伴う中性子の発生数について、当時としては最も精度の高い、 $\nu=2.6$ という値を得ていた。清水榮先生の裏話によると、1940年のこの萩原篤太郎氏の論文は荒勝先生や植村先生らが萩原氏に学位を取らせるために実験を手伝ってできたとのことであるが、米国の原爆開発にもこの値が使われたという。

ところで、当時の萩原氏の講演などから、後年 Richard Rhodes が、水爆のアイデアはフェルミとテラーより早く萩原氏が見つけていたとする説を出して関係者の関心を引いた。しかし、南カリフォルニア大の James C. Warf 氏や京大原子炉実験所の今中哲二氏らの調査によると萩原氏のアイデアは水素に言及したのではあるが、水爆とはいえないという結論のようである。

戦時中は軍への協力はやむを得なかったのであろう。加速器屋に関連ある話としては阪大でも殺人光線の開発話を聞いた。高周波加熱器のようなものであったのであろうが実用にはならなかった。優れた成果に結びついたのは朝永先生と小谷正雄先生のマグネトロンの研究で戦後その成果が出版された（「極超短波磁電管の研究」：みすず書房）。

政治主導の研究再開

占領時代が終わり、日本が原子力の研究を再開できるようになったとき、学会会議を中心とした学者たちはその進め方について議論を重ねた。昭和27年頃のこと、サイクロトロン再建と同時期である。茅誠司先生や伏見康治先生は早くからしかるべき位置づけをして原子力研究をすることを検討していたが、核兵器開発への懸念から、なかなか議論はまとまらなかった。在野からは武谷三男先生の3原則論が出された。

学者たちの議論が進まない間に事態は急展開する。1953年12月の国連総会におけるアイゼンハワー米大統領の「アトムズ・フォア・ピース」演説と、2ヶ月後に米国が出した2国間協定で核物質・技術を相手国に供与するという方針決定とにタイミングを合わせ、急遽、改進黨の中曽根康弘氏等を中心とする3党共同提案の昭和29年度予算修正案に総額2億6千万円の原子力予算が盛り込まれ成立した。後に風見鶏といわれる中曽根氏の面目躍如である。唐突な原子力予算の提案に対し学者達は反対したが、「学者がボヤボヤしているから札東でひっぱたくなのだ」といわれたという話が伝わっている。ただしこの「札東」発言は中曽根氏自身のものではなく仲間である別の議員のものといわれている。

行政も学者も後追いで体制を整えた。最終的に「平和」利用を目的とし、「民主」「自主」「公開」をいわゆる3原則とする原子力基本法が制定される。科学技術庁ができ、原子力委員会ができ、原研と原燃および放医研ができた。その一方で輸入技術による電力への早期導入が図られ、通産省と科学技術庁の2元行政となって行く。

こうしなければあのタイミングで日本の原子力は始

* 立命館大学客員教授 (COE 推進機構)

Visiting Professor Synchrotron Light Life Science Center Ritsumeikan University

(E-mail: inouemak@se.ritsumeikan.ac.jp)

まらなかったのかもしれないが、まさにこうした始まり方がその後の原子力村の研究者の姿勢に影響を与えていると思う。すなわち自ら説明して自分がやりたい研究の予算を獲得するのではなく、誰かが決めた予算の出る方へ行くという姿勢である。国策に従う原研などはやむを得ないとしても大学の研究者まで「安全神話」に疑問を呈する革新的な研究を差し控えるような雰囲気があったとしたら問題である。先生が自ら重要でおもしろいと思っている研究テーマに目を輝かしていれば学生はその研究室に魅力を感じるものである。後に原子力工学系に来る学生が少なくなったのはいわゆる原子力への逆風だけではない。「札束でひっぱた」かれて始まったツケは大きい。

原研の発足と物理屋の後退

敷地問題では若干の曲折はあったが、東海村に日本原子力研究所（原研）ができた。原子炉の建設だけでなく、加速器もバンデグラーフと電子線形加速器が設置された。核研と原研の創設は物理関係者の就職先としても大いに貢献した。ずっと後年になって、口の悪い伏見先生などは、原研には一流の連中が行かなかったなどと、原子力学会誌の巻頭言で書いておられたりするが、初期の原研にいた人が暫くして、数多く大学の物理や原子力の研究室に移るなどの交流はあり、原研は人材育成面でも大きな役割を果たした。

発足後暫くして菊池先生が原研の理事長になられたが、この時、問題化していた労働組合との関係がうまくいかず辞任された。これ以後、長らく学者・研究者が理事長ではダメということになったことは残念なことであった。菊池先生は、高名な学者の家系である箕作一族の貴公子で、量子力学の発展史において電子の波動性を示した実験で有名なことはいうまでもないが、その後、日本の原子核・原子力研究の始まりから終始リーダーとして、阪大、核研、原研という流れの中心にあった巨人である。「菊池正士 業績と追憶」（菊池記念事業会編集委員会（1978））は歴史書ではないが、これにより、周辺の人模様も含め、その時代の雰囲気を知ることができる。

最初の原子力委員会は湯川先生、藤岡由夫先生達が重きをなしていたが、すぐに工学者が原子力の中心になる。これは学問の発展とその応用の流れからして当然でもあるが、その一方で核物理学者達は原水爆反対運動に熱心になる。戦後第2世代になると原子力工学者と原子核物理学者の間は疎遠になる。これは原子力研究の健全な発展にとって残念なことであった。例外は核融合で、核兵器や放射能とは無縁というイメージがあったためか、理学と工学の連帯は保たれ、プラ

ズマの基礎研究を重視すべく、名古屋大学に全国共同利用のプラズマ研究所ができる。初代所長は伏見先生であった。

大学の対応—矢内原原則と原子力工学科の設置

ところで、国会での原子力委員会設置法の制定時に、矢内原忠雄国大協会長のいわゆる矢内原原則の申し入れもあって、原子力委員会が扱う「関係行政機関の原子力利用に関する経費には、大学学部における研究経費を含まないものとする」附帯決議がなされた。矢内原先生の意図は、金をもらうことで核兵器研究に動員されることをおそれてのことであり、大学が自主的に原子力の研究をすることを妨げる意味ではなかったと思うが、後に金が出せない言い訳にこの原則が使われることもあった。

当初は文部省も原子力のために特別の予算を組んでいた。有力大学に原子力（核）工学科ができた。多くの場合学部より大学院の方が先にできたので、電気や機械や応用物理などの学部卒業で新しい学問の創造に希望をもつ優秀な学生が入学した。加速器に関しては、東北大、近畿大、九大などに中性子発生を目的としてコッククロフト・ワルトンなどが建設された。少し後に名大、京大の工学部にバンデグラーフが設置された。

なお、この文部省の原子力関係の予算はいわゆる原子力工学だけではなく広くRI施設・加速器施設等の整備を含んでいたから、その予算要求に対応するためにいくつかの大学で原子力研究整備に関わる方針を審議する全学的な委員会ができた。

関西原子炉—京大原子炉実験所

原子力委員会が発足し、第1回の原子力開発利用長期基本計画（長計）において、原子力の研究開発のため原子炉を原研に集中して設置することが決められたが、同時に「大学における基礎研究および教育のための原子炉はさしあたり関西方面に1基設置し、その後必要に応じて漸次考慮するものとする」方針が決められた。このころ国立大学関係では4大学に原子炉計画があったと聞く。関西では阪大と京大が競っていたが、共同して計画することになった。学術会議ではこれを全国共同利用研究所として設置するよう勧告した。京大工学研究所を中心に関西の研究者が結集して準備に当たった。準備本部長には競い合っていた阪大、京大双方の原子力工学関係のリーダーに代わりサイクロトロンを再建したばかりの木村先生が選ばれた。当時はこの計画は関西原子炉といわれていた。

後年、木村先生はサイクロトロンでは資金に苦勞したが、原子炉では巨額の費用が出て複雑な気持ちであ

ったことを述懐しておられた。しかし、お金では苦労されなかったかもしれないが、敷地問題は難航し、苦労された。阪大からは伏見先生が推進に尽力され、お二人で住民に説明に行き、怒号の中を逃げ帰るような経験もされたようである。私が学部3回生になって物理学科に進んだ頃、木村先生が、いま四条畷の戦いです、といっておられたのを思い出す。宇治、高槻、四条畷、等々の候補地を転々とし、最後に大阪府泉南郡熊取町が誘致してくれたのである。誘致をまとめるにあたり、大阪府知事の尽力もあり、府を初め地元の町・市や民主団体等の代表者をも含む協議体ができ、さらに監視機構として大阪府原子炉問題審議会ができた。これは現在も毎年開かれており、定期的な報告のほか、原子炉の変更等に当たっては概算要求の前に了解を得ることになっている。

こうして原研より7年遅れて、1963年に京大原子炉実験所が発足した。名称が「実験所」となったのは、京大側の勝手な都合である。工学研究所を拠点に準備していたのであるから、当然これを母胎として発展的に解消し、新研究所にするのが自然だが、京大としては工学研究所で原子力の「研究」をやり熊取では原子炉を置いて「実験」をやるだけという理屈で、「研究所」という名称を付けることを拒んだ。もちろん文部省としては全国共同利用の研究所である。京大の研究用原子炉 KUR は「実験所」発足の翌年1964年に初臨界に達した。

加速器関係では暫くしてLバンドの大強度電子線形加速器が設置される。これはよく利用されているにもかかわらず、原子炉の付属物ということでやや軽く扱われた面があった。しかし、高見清さん達優秀な少数の技術者がよく維持改良して利用者の期待に応えてきている。

5. 原子核将来計画—世界水準を目指して

理工系ブームとタンデムバンデグラーフ

ソ連が人工衛星を米国より先に上げたことで、スプートニク・ショックを受けた米国では科学技術・理科教育に力を入れるようになるが、日本でも朝鮮戦争のおかげで経済復興し、高度成長へと向かい始める頃で、いわゆる理工系ブームが起こった。私が大学に入学したのはスプートニク1号の翌年の昭和33年で、入学時には理学部へいっても就職はないといわれていたが、学部卒業の頃は工学部出身者だけでは足りなくなって、物理出身者であっても、どこにでも就職できるような時代になっていた。

初期の原子力関係学科の整備に関連して京大では工

学部の原子核工学科のほか、理学部に大学院だけの専攻として核理学専攻というものができた。林忠四郎先生の天体核理論、四手井綱彦先生の放射線物理、本城市次郎先生(阪大と併任)の放射線生物等の研究室ができたが、その後の増設は予定通りには進まなかった。

この頃、東大理学部の野上耀三先生のタンデム・バンデグラーフに続いて、この核理学専攻に教育用ということでバンデグラーフ(実際はタンデム型になった)の建設予算が認められた。ちょうど修士課程に進んだ私は武藤二郎、隈部功、小方寛といった先生方と蹴上や核研のサイクロトロンで実験しつつ、同期の大隈靖彦さんと共に三菱電機の独身寮に泊まり込むなどして、三菱原子力の今村元氏を初めとする皆さんと一緒に、タンデムの建設に加わった。この間、講座増設が進まない核理学専攻が廃止され、理工系ブームによって講座倍増を図るべく物理系は物理学教室と合体再編して物理学第2教室の一部となった。建設費は東大の方が多かったが、東大と京大のバンデグラーフはタンデム型であるということで、他のバンデグラーフと比べて維持費がやや多く、並んで待遇されることになる。

全国的に原子核の実験的研究が花開いていた。核研では創設期のメンバーがリーダーとして活躍するとともに、山崎敏光さんや八木浩輔さんに代表される、おそらく史上最も優秀な学生が東大物理学科に進んだ世代が活躍を始めていた。彼らは核研創設世代から、加速器のメンテナンスなどしなくてよいから物理に専念してほしいと期待され、その期待に応えた。数年後の私の世代は少しレベルが落ちて(?)次の計画の建設要員世代となる。

300億円の原子核将来計画

その頃、学術会議は、世界水準を目指して、原子核将来計画と称する、素粒子研究所と関西原子核研究所の創設を内容とする300億円の計画を審議し、昭和37年に政府に勧告した。後の高エネルギー物理学研究所(KEK)と核物理研究センター(RCNP)であるが、若い人の中には、この二つがセットであったことを知らない人も多い。さらに素粒子研究所には高エネルギー物理だけでなく宇宙線研究も含まれていたのである。

核研の時は学術会議の勧告後すぐに予算が認められたこともあって、研究者の期待は膨らんだが、実際は長い試練を迎える。このようなときに予算を獲得した東大と京大のタンデムは、統制を乱したという批判が出たが、予算規模が小さく何とか世論に受け入れられ

ていた。しかしその後東北大学が 300 MeV 電子線形加速器の予算を獲得した時には、予算規模が大きかったため、リーダーの木村一治先生のやり方に対して非難の声があがった。

核研ができた 1953 年に原子核の実験グループは、素粒子論グループにならって、原子核談話会（核談）という組織を作っていた。さらに高エネルギー物理学を指向する人達は内部に高エネルギー同好会を作っていた（後にこれは独立する）。また、核談の中には「若手」というグループがあった。「若手」というのは自分で若手と思えば「若手」であるという定義であり、蹴上の福永清二さんなどがリーダーとして活躍していた。そこでも真剣にこの東北大学のリニアック問題が取り上げられたものであった。

この核談の中では電子ビームによる実験をする人は少数派であった。多数決では東北大学の計画の優先度は上がる目処がないと考えて独走したことには、手法は問題であったが、同情の余地もある。その後長く核談内にしこりを残したことは不幸であった。

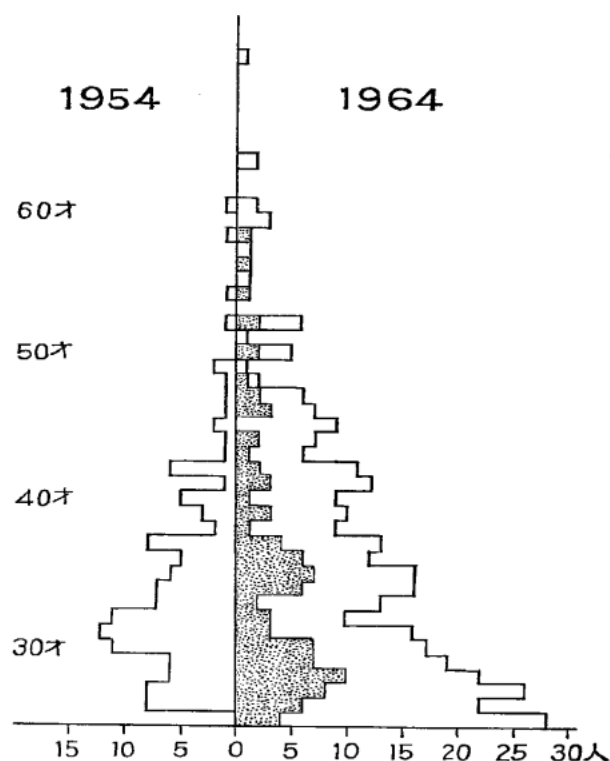
参考までに武藤二郎先生がまとめた当時の核談会員の年齢分布を図 2 に示す。有権者（研究歴 2 年以上）のメンバー数は発足当初 139 名で、10 年後は 367 名（総数は 482 名）とある。有権者でない会員は修士課程の学生や、理論の人達などである。

核物理の将来計画推進という面からは摩擦があったが東北大学の電子線形加速器が育てた人材は、その後の核研や KEK など日本の高エネルギー電子加速器の発展に対して多大の貢献をしていることは評価すべきである。また東北大学電子線形加速器はパルス中性子源による物性研究のメッカともいえ、その流れは KENS に引き継がれた。

この頃、名古屋の早川幸男先生は 300 億円が当時の財政規模に比べて大きすぎるとの批判に対して反論し、この分野はわが国が世界に誇る優秀な研究者を擁しているから、それだけの金を使う資格があるというような議論を展開された。一流の人物というものは考え方が違うと感心したが、今はこういうことを言える人は少ないであろう。もっとも核融合関係者の一部には今もそういう気持ちの人がいるようである。

将来計画の準備期と阪大

阪大では若槻哲雄先生が早くから AVF サイクロトロンに着目し、山部昌太郎先生や近藤道也先生を米国の AVF サイクロトロンがある大学に長期派遣するなどして基礎研究を進めていたが、これをベースに関西核研のための準備研究に専念する山部研究室を作る。昭和 40 年に私はこの山部研究室の助手になった。京



原子核談話会会員の年齢分布、
■は高エネルギー同好会加入者

図 1 原子核談話会会員（武藤二郎：物理学会誌第 20 巻 90 頁より引用）

大のタンデムが工場で完成し、三菱電機から搬入された頃である。山部先生が京大に来られて「関西核研は全国共同利用の研究所にするのだから全国から人を集めたい。そのため、阪大にはいい学生がたくさんいるが、今回は少々できが悪くても外から採りたいので応募してほしい」と私の顔を見ながら言われたのを憶えている。隈部先生や蹴上の植村先生にも勧められ、博士課程 1 年で中退して就職した。同じ昭和 40 年に 2 年先輩の木原元央さんは素粒子研究所の準備室（核研内にあった）に行かれた。

当時、阪大の原子核は若槻研究室、山部研究室、杉本研究室の 3 研究室が揃った頃で、「若杉山」とあだ名されており、共同運営していた。第 2 室戸台風で中之島の理学部が浸水した後で一応の復旧を果たして、キャンパスを豊中地区へ移転しつつあった時期である。山部研究室が将来計画に専念する一方、若槻研究室のサイクロトロンは中之島から豊中への移設と改造をしており、杉本研究室のバンデグラーフも更新するなど、「若杉山」の全盛期であった。この共同運営の要にいたったのは、それぞれの研究室の平尾泰男、溝渕明、近藤道也という同世代の助教授クラスの 3 人で

あった。ただしこの雰囲気は阪大では高エネルギー物理を指向し難い面もあった。これは中規模組織運営の難しさでもある。

私が助手になるまでは阪大の原子核実験関係研究室のスタッフには阪大の学部あるいは大学院の出身者しかいなかったの、山部先生をはじめ皆さんにずいぶん気を遣っていただいた。阪大と京大は近い大学であるが、それぞれの家風があって新鮮であった。例えば山部先生達はサイクロトロンでの核反応実験を写真乾板で調べる方法を得意とされ、夏に高野山にこもって解析されたと聞く。蹴上では写真乾板も使ったが、半導体検出器 (SSD) を日本で最初にサイクロトロンでの実験に使ったのは小方寛先生である。真空リークテストでは、蹴上の植村先生はプロパンガスを検出ガスに使っていたが、阪大ではアルコールを使っていた。

阪大理学部では物性関係でも、基礎工学部ができて伊藤順吉先生や永宮健夫先生がそちらへ移られ、そのあとを継いだ、伊達宗行、金森順次郎、そして原研から着任した国富信彦といった先生方がリーダーになられた頃で活気があった。湯川先生や菊池先生が新しい豊中のキャンパスに講演に来られて激励して行かれたことが思いだされる。

関西核研の敷地予定地は豊中キャンパスではなく、吹田キャンパスであった。たこ足だった阪大は工学部が中心になって千里丘陵に新キャンパスを求めた。まだ竹林と田圃ばかりの土地であった。大阪万博のため、少し北に移ったと聞かすが、一部は万博開催時には駐車場として貸した後、万博終了後に阪大が使うこととした。私が阪大に就職した頃はまだ万博の前で、工学部の一部が建設されかけていただけで、予定地には工学部の敷地の中の峠を越えて行かねばならず、その向こうの田圃を見て、あのあたりだろうと納得したものであった。

山部研究室が将来計画専念研究室となった最初は、山部、近藤、井上の3人であったが翌年、三浦岩さんと清水昭さんが加わり、5人となった。準備研究グループは、これ以外に最初は平尾泰男、溝渕明、山崎魏といった方々が加速器グループに協力し、近藤、井上が電磁石を、平尾、三浦が発信器を主に分担していた。大隈靖彦さんは核研のポストを借りて松田一久先生の指導で測定器の検討グループにいた。細野和彦さんは正規のポストがなく今でいうポスドクで頑張っていた。さらに平尾さんが核研に出られた後に八木浩輔さんが来られて測定器グループに加わる。また阪大関係者ばかりでなく、他の研究機関からは、京大から理学部の小方寛先生や化研の柿木茂さん、広島大学の池

田雅臣さん、理研の唐沢孝さん、核研の小川博嗣さん、さらに甲南大学のグループなどからも加速器グループに参加していただいた。

学術会議の勧告から計画の実現までの長い間には、東北大学のリニアックの他にも学園紛争やリーダーシップの問題などもあり、実現が危ぶまれた時期もあった。高エネルギーの方では、熊谷先生がリーダーを辞められるというようなこともあった。熊谷先生は博覧強記の非常に優れた方であるが、大將軍なのに突然一兵卒であるかのような発言をされるようなところがあり、高エネルギー同好会で紛糾することがあったようである。最後は米国から諏訪繁樹先生に帰国してもらってリーダーになっていただくことになる。低エネルギー (原子核) の方でも若槻哲雄先生が将来計画とは別の問題で批判されたりしたが、折良く(?)理学部長になられてリーダーを辞められた。替わって山部先生がリーダーになられるが、山部先生は野党が似合う方だから苦勞されたのではないかと思う。

核研のてこ入れとSFサイクロトロン

なかなか将来計画が実現しない中で、核研のFMサイクロトロンの測定装置増強が図られた。八木浩輔さんや江尻宏泰さんの世代が活躍された。かなりの金額であったので、将来計画を要求しているときにそんなことをしていいのかという声が関西にはあったが、研究の停滞を防ぐには必要なことであった。

さらに平尾先生が核研に移ってからサイクロトロンを更新したいということになった。FFサイクロトロンをFMサイクロトロンから分離するということがAVFサイクロトロンを作る予算を獲得した。それ以前にFM分離という考えはあったが、逆にFF分離としたのである。AVFという大阪の計画と同じ名前になってまずいのでSFサイクロトロンと命名したが同じことである。本来の将来計画を遅延させないかとの心配もあったが、関口雅行さん、田辺徹美さん達を中心になって建設したこのSFサイクロトロンが当時の若い研究者を力づけ、サイクロトロンの仲間を増やしたことも確かである。

学園紛争

核研ができて元気のいい頃、いわゆる60年安保があった。元気のいい核研の当時の若手達も国会に詰めかけた。それから10年後の改正の時期が再び安保の季節になると思われていたが、それよりやや早く、東大医学部の体質の古さが学生達によって糾弾されたことに端を発して、いわゆる学園紛争が全国に広がった。かつて学生達は学園の外に出て行動し、学園に逃げ帰れば安全地帯であった。今度は、外に出るのでは

なく、学園のあり方を糾弾した。この時の学生達の異議申し立てを真摯に受けとめなかったツケが、いま独立行政法人化となって回ってきているのではないかという思いが私には強い。

研究室の大学院生達の中にはヘルメットをかぶる人もいた。その後大学を離れた人もいる。物理の助手達はしっかりしているから意見を聴いてやってくれと、内山龍雄先生が総長の岡田先生に進言してくださり、助手達が総長に会った。学生達の話聞いてやってほしいなどと進言したが、その直後の学生と総長の団交で、岡田先生が倒れてしまわれるというようなこともあった。当時、「造反教官」のレッテルを貼られるほどには行動しなかった私は、若槻先生から、井上君のは「半」体制だと揶揄されたりしていた。次々と総長代行や学部長クラスが倒れる中で、若槻先生は元気であった。最後に紛争を收拾した釜洞醇太郎総長の側近として活躍した若槻先生は理学部長を経て後に総長になれる。春秋の筆法をもってすれば、教え子が白ヘルをかぶったおかげで総長になられた、とは言い過ぎか。内山先生もまた学生との団交は回春剤だと自ら言うほど元気であった。

計画がなかなか認められない頃は、準備研究グループのメンバーにも他から来ないかという話があるなど崩壊の危機もあった。学園紛争中、私自身にもそういう話があったが、山部先生の、もしかしたら結局面倒見てやれないかもしれないが、人生意気に感じるということもあるから、もう少し辛抱しないか、という浪花節でとどまったものである。当時、理学部本館が学生の占拠のため使えず、アポロの月面着陸のニュースを聞きながら、別棟の AVF サイクロトロンモデルマグネットがある部屋で資料づくりをしていた。

釜洞醇太郎総長と山部昌太郎先生はウマがあったのか、この二太郎のコンビは RCNP にとって幸運であった。本省から元気の良い経理部長が来たという幸運にも恵まれていた。計画がうまくいくときは 1 人の実力者のせいではなく、どれひとつ欠けても成就しない幸運な組み合わせがうまく重なったときである。その後も何度かそういう思いをした。

KEK と RCNP の発足

国立直轄研究所という新しい組織作りのために、そしてなにより予算規模の大きさのために難航したが 1970 年度に実質的な予算が認められ、翌 1971 年に高エネルギー物理学研究所 (KEK) および核物理研究センター (RCNP) が正式発足した (前出の杉本先生の書かれた図に 1972 年とあるのは誤り)。しかし予算規模は 4 分の 1 になった。この落としどころへ

もっていったのは伏見先生である。文部省はこの先生の言うことなら研究者達が抑えられるという人の判断を尊重するのであろう。

高エネルギー研究者のなかには、世界水準に達しないということで、この結果に落胆した人もあったが、その後の発展を見ると結果的には成功したというべきであろう。ただし KEK には、素粒子研究所の構想には入っていた、いわゆる宇宙線の計画は含まれなくなった。宇宙線に関しては、少し後に宇宙線研究所となって実現する。

当初 8 GeV 陽子シンクロトロンということで始めたが仕様を上げて、12 GeV にすることができた。世界的には FNAL ができる時代の 12 GeV であるから遅れてはいたが、FNAL 同様、主リングは北垣敏男先生発案の機能分離型シンクロトロンとするなど最先端技術を採り入れたものである。これにより初めて日本が世界の高エネルギークラブに仲間入りできたこと、欧米からも祝福された。

一方、関西核研は、大型のタンデムと可変エネルギーのサイクロトロン建設を目指していたが、やはり予算が削減され、RCNP では、結局 AVF サイクロトロンだけとなった。実は世界的にはこのころ既に中間エネルギー物理という分野ができつつあり、いわゆるメソンファクトリーがロスアラモス、バンクーバー、フィリゲン (スイス) にできた頃で、その分野は日本としては欠落していたが、低エネルギー核物理の分野では当時の代表的な核物理用の加速器であったバークレイの 88 インチのサイクロトロンと同規模のもの建設ができることになった。建設中に見学に来た、A. Bohr が、日本が世界水準の加速器を建設することを励ましてくれるとともに、そんなに急がずにやりなさい、とってくれたことを思い出す。

組織については、規模が小さく、新しい研究所としては認められないということで、阪大の附属施設ではどうかという提案が文部省からあり、核談の議論は紛糾した。それでは共同利用ができず、阪大が取り込んでしまうのだろうという不信感があった。結局全員の投票で、あくまで共同利用研究所を目指すか、とりあえず阪大の附属施設でもよいかを問うた結果、後者の阪大の附属施設でも日本により研究施設ができる方がよいという意見が多数を占めた。しかし、最終的には文部省が知恵を絞り、研究所ではなく研究施設ではあるものの、全国共同利用研究施設の第 1 号として RCNP が発足した。結果的には全員投票の必要はなかったが全員が共同利用に関して真剣な議論をしたことは記憶されてよい。

建設要員と加速器専門家集団の誕生

マンパワーに関してもかつてない規模が必要であった。特に KEK では欧米の高エネルギー研究所並みに、加速器の専門家集団ができた。彼らはかつての加速器屋のように完成後は物理実験をするということではなく、完成後も加速器の維持運転開発に専念する集団になった。

こういう専門家集団ができることによる問題の一つは、学問上の必要性から常に加速器建設計画があればよいが、そうでない場合には、加速器屋のために加速器屋が加速器計画を作るようになる危険があるということである。かつて米国で、スターウォーズ計画に便乗して、あまり成功の見込みがあるようには思われなかったのに、一部の加速器屋が加速器兵器を提案して、多額の研究費を獲得したりしたのはその一例である。その後遺症のため日本で加速器の国際会議をするときに批判があり、特別のセッションを作って議論したこともあった。マックス・ボルンのいう、クレバーかワイズか、が思い出される。

KEK はかなりの数のポストがあった。準備室から移る人だけではなく、大学やメーカーなど外からも人を集めた。この頃加速器の責任者であった西川哲治先生は、もう日本中のめぼしい加速器屋は全て KEK に集めたから他には残っていないと豪語したが、所長の諏訪先生は山部先生に阪大からも人を出してくれないかと要請されたという。しかし阪大も出せる状態ではなかった。

RCNP の方はといえば、ポストがあまり認められなかったために、理学部の山部研究室のポストも加速器建設のために使った。山部先生も最後まで RCNP 固有のポストに就かず、センター長を兼務した。近藤先生や山崎魏さんは理学部から移ったが、三浦岩さんは理学部に残り高周波系の責任者として参加した。後に江尻宏泰さんも理学部の山部研究室のポストについて外部イオン源からの入射系などの建設に加わった。偏極イオン源は京大の西村奎吾チームが建設した。加速器全体の責任者は近藤先生で、山崎さんと細野さんは軌道計算と制御系を担当した。高周波系には齋藤高嶺さんが加わった。測定器のグループは池上栄胤先生が全体の責任者になり、小方寛先生、大隈さん、片山一郎さんなどほとんどの人が新しいポストについた。測定器グループには後に森信俊平さんや藤原守さん、藤田佳孝さんなどが加わる。

私は、理学部から RCNP に移って電磁石の責任者となった。その後の山部研究室の助手には東工大から永井泰樹さんが来て真空・冷却系の建設に加わった。

山部研究室で私と一緒に仲良く助手をしていて、二人で一人前などといわれた清水昭さんは核研の助教授のポストを借りて真空・冷却系の責任者として建設に加わった。電磁石班には酒井英行さんと松岡伸行さんが加わった。それでも磁場測定の際は人手が足りないので、建設グループ以外の人や学生さん達に協力を求めた。

加速器屋を作るためか、業績のない私の人事に配慮した山部流の浪花節か、私は建設後は保守運転に専念し、実験研究グループに参加してもよいが旗頭となって実験を提案してはならないと言われた。原子核物理の方は、ニューマトロン計画の頃まで加速器屋と物理実験屋の分離はなく、加速器関係者も自分が実験するために加速器を作るという姿勢であったから、論文は物理の実験で書くものと考えていた。私も制限はあったが完成後グループで実験もした。

原子カブームと加速器メーカー

準備研究時代の AVF サイクロトロンモデルマグネットは東芝の鶴見工場で作った。その頃は不況で、数千万円のモデルマグネットでも有り難がられたものである。しかし、数年後に本予算が認められる頃には、世は原子カブームで重電機メーカーはかつて加速器に関係したメンバーなどを全て原子炉関係に移して、サイクロトロン製作を引き受けられないという状況になった。ある電機メーカーが、見積もりを断る代わりに法外な値段の見積もりを出したため、山部先生が激怒して「今後一切そのメーカーの出入りを禁止する」と宣言された。もっとも、後年「ワシの目が黒いうちは」と修正されたが。ちなみに関西で原子力による電力が初めて供給されたのは 1970 年の大阪万博であった。

さすがに KEK は日立をはじめとする多くのメーカーが協力したが、RCNP はメーカー探しに苦労した。重電メーカーに断られた私たちは図面をもって製鋼メーカーや機械メーカーを何社か行脚したものである。最後に住友重機械に引き受けてもらった。当時の住重でサイクロといえば、サイクロ減速器というモーターに取り付ける減速器は作っていたが、加速器は全く経験がなかった。はじめ対応してくれた中央研究所では住重でできるものかどうかずいぶん心配された。結局、形が大型プレスに似ているからと、プレス設計の関係者が担当してくれることになった。上層部でもほとんどの役員が引き受けることに反対の中で専務 1 人が決断してくれたという。我々は製作手順まで書いた詳しい設計図（製作図）を示して、加速器としての完成の責任は大学がもつと言うのだが、住重としては

そうではあっても失敗したら、「住友」が失敗したことになってしまうという強い責任感があったのだと思う。そのためもあってか、当時の新居浜工場の責任者は製作現場でも最優秀のメンバーを動員してくれた。建設中は設計の豊田英二郎さんのグループから阿部準也さんが阪大に常駐した。住重は電源を作ることができなかったので、主電源については日立で作るなどした。全体は住友商事がまとめて大学と契約する形になった。

住重はこれを機に、後に日本を代表するサイクロトロンメーカーとなるが、その出だしは慎重であった。小型のサイクロトロン開発を検討するというので応援したが、まだ市場がないと判断して中断した。その間に理研の唐沢さんが日本製鋼所と組んでベビーサイクロトロンを開発して先行した。医学関係者は実績を重視するので、遅れた住重は苦勞した。

AVF サイクロトロンこぼれ話

今の若い人は、加速器は設計通り働くものと思っているが、KEK や RCNP ができるまでは、加速器作りは職人芸と思われており、予定通りの性能が出ないのが普通であった。高電圧型のもは放電で予定した電圧が出なかったし、真空漏れで苦勞したり、放射線遮蔽で利用が遅れたりした。理論物理の人達は、RCNP のサイクロトロンについても、実験屋はまだ懲りずに自作する気か、輸入すればいいのにと噂していた。私も加速器づくりに参加することに対して、親しい友人からカケだねと言われたりした時代である。外国へ行きやすくなって、多くの若手が外国で業績を上げていたから、核研を作る時代と異なり、加速器の建設に何年も費やすことを希望する人は少なかった。我々は、全国共同利用ということで、確実に働くものを作らねばならないというプレッシャーを感じていた。

そういうこともあってか、山部先生も近藤先生も慎重であった。阪大の理学部が阪急の石橋駅に近いことにも引っ掛けて、「阪大の連中は、石橋を叩いて、渡らない」と言われていた。電磁石の設計で、私は陽子ビームの集束力を 75 MeV に、またコイルの余裕もとってアルファ粒子は 140 MeV 程度まで加速できるように設計しておいたが、近藤先生はユーザーに対して陽子 60 MeV、アルファ粒子 120 MeV 以上のギャランティーはしなかった。また一度放射化したら扱いにくくなるからと、なかなかビーム強度を上げる加速を認めようとしなかった。結果的にはやればできたものであったわけであるが、無責任な圧力に耐える近藤先生の頑固さは見事なものであった。

内部でも、私は三浦さんから電磁石はもっと切りつ

めた設計ができるはずだと攻撃されることも多かった。物作りには天才的な才能を持つ三浦さんの助言だから譲ることもあったが、三浦さん自身の高周波系は確実に働く余裕を見た設計をしていた。お互い様である。サイクロトロンはシンクロトロンと異なり、同じ所にいろいろな要素を組み込むのでお互いのせめぎ合いが起こる。三浦さんは何でも実物大モデルを作るのが好きで、準備研究の最初から、磁石の必要部分について部屋いっぱいの大きなモデルをベニヤ板で作って作業性や取り合いを検討していた。実施設計になってもよく実物大モデルを作った。

準備研究時代のコンピュータ事情といえば、プログラムやデータを紙テープに穴を空けて作り、一部屋占領するような大きさが今のポケット電卓ほどの能力もないものであった。有難いことに本建設の頃には計算機事情も少し良くなったが、入力には IBM カードという紙のカードであった。そこで磁場測定用のホール素子の信号を最終的に IBM カード穿孔機でカードの形にして出力した。誤動作しないように人が見ている必要があったから、多くの人に助けていただいて徹夜で磁場測定をした。

このカード穿孔機なるものは日本製もあったが、IBM 製のものが優れていた。しかし中を開けてみると IBM のものはアルミの鋳物などが使っていて部品数も少なく、一見手を抜いてあるようにも見えた。一方、日本製は鉄が多く重厚でずっと金がかかっているように見えた。それでも故障率などの性能は IBM の方がよかった。技術の差である。そっくり真似をすればいいように思うが、デッドコピーというのは真似する方の実力が相手より劣るときは失敗する。デッドコピーを成功させる腕があるならオリジナルを作ればいいともいえる。我々は、そう自らをいましめながら、外国のサイクロトロンを参考に設計したものである。

古典的サイクロトロンと AVF サイクロトロンの磁石の違いは、垂直方向のビーム集束のために複雑な形状の磁場分布を作ることと、エネルギーを変えるときに等時性を確保するため磁場勾配を変える必要があるので、そのための 10 数組のトリムコイルを使うことである。磁場分布はモデル電磁石で十分設計研究ができていたが、トリムコイルの製法は予備的なテストしかしてなかった。MI ホローコンダクターを使いアース板にこれをペーストなしで銀ロー付けする。巨大なステンレス容器の中に入れて水素雰囲気中で温度を上げてロー付けした。パークレイの 88 インチの真似ではあるが、高価な線材の利用とともに初めての経

験であった。水素雰囲気中では OFHC やリン脱酸銅を使わないと銅中の酸素と水素が反応して水素脆性を起こし真空がもたなくなることもテストで実感した。

トリムコイル本体部は問題なかったのだが、リード部の銀ローが不完全であったため、磁場中で大電流を流すとわずかに動くことが、磁場測定中に発見された。サイクロトロン完成のスケジュールを考慮して、とりあえず微少ビーム電流で加速の成功を確認してから、リード部が動かないようにクランプすることとした。また、MI ケーブルの絶縁物である MgO が吸湿しないように末端処理する必要があるが、なかなか手軽で確実な方法がなく、最終的には末端を真空引きすることになった。

地震に関しては、100 トン以上ある電磁石の上ヨークを 30 cm ジャッキで上げて作業しているときに地震がきても大丈夫なように設計した。火災対策も、もちろんしてあったのだが、完成してからしばらくしてボヤ騒ぎがあった。私が運転当番をして徹夜で加速器のビーム性能改善に関する実験をした後、明け方になって運転を止め、控え室でうどんを食べていたとき火災警報が鳴った。出火場所はその日に運転していた装置ではなく、後で分かった原因はスタンバイ状態のビーム輸送系電源の平滑コンデンサーの故障であった。その上、ヒューズの入れ方が適切でなかったために地絡したまま燃え続けた。このコンデンサーは、少しでも建設費を節約しようと池上先生が東工大時代に使っていたものをもってきて組み込ませたものであるという涙を誘う物語だった。とは今だから言える。

あわてて、一緒に運転していた板橋隆久さんと消火器をもって電源室に入ったが、照明はついてはいるはずなのにビニール線の出すガスで真っ暗になっていて出火箇所も分からない。建物が燃えていたら大変だから、センター長にも連絡し、消防署に通報した。阪大の吹田キャンパスは大部分が吹田市だが RCNP のある場所は茨木市である。双方の消防署から消防車が何台も来た。結局電源制御盤の一部が焼けただけだった。朝刊には間に合わなくて幸いだったが、夕刊に私の名前が年齢入りで出た。センター長の山部先生は常々こういう不祥事があつたら責任をとると決めていたようだった。総長に進退伺いを出したが、総長の若槻先生は相手にしなかった。私も始末書をセンター長宛に出したが処分はなかった。

さぼって早く止めてうどんなんか食べていたから火事になったのだとか、名前が新聞に出たからこれで町会議員（町ではないのに！）ぐらいにはなれませとか、からかわれた。大阪の人は明るくこきおろすようなやり方で、心配してもらったという負担を相手に感じさせないような気遣いをする。これは、他の地方の人には熟練しないと難しい。民度の高い土地柄である。

なお、このころの日本の加速器事情は熊谷寛夫先生が責任編集された、共立出版実験物理学講座 28「加速器」でよく分かる。執筆陣を含め、これ自身が 1 つの正史的史料である。

（次号に続く）