

# 原子核科学の半世紀

廃虚の日本から繁栄の日まで

中井浩二

1999.2

## はじめに

20世紀後半の日本の科学の進歩は劇的であり奇蹟的である。とりわけ、原子核科学は、世界にそして後世に模範を示す特異な発展を示した。

太平洋戦争に敗れて、戦場から大学に研究者が帰ってきた時、その研究環境は惨めなものであった。それでも研究者達は、旧日本軍の廃兵器や占領軍の放出兵器の中から実験器材として使えるものを見つけ出し、加速器や測定器やその他の実験素材を整えて廃墟から立ち上がった。科学者にとって、学問の未来に対する限りない希望と憧れが苦労に耐える支えであった。

科学者の努力は、ただ戦前の研究環境を取り戻し研究を進めようというだけではなかった。科学研究の在り方を考え研究体制を築くとともに、科学の社会的責任を深く考える科学者コミュニティを創りあげた。広島・長崎の被爆は、日本の原子核科学者にとって特別の意味をもつ大きな警鐘であった。自らの進める科学の成果が恐るべき結果を招いたことへの憤りと反省は、原子核科学者のこころに強く刻まれた。その中から日本の原子核科学者は、社会に対する責務を強く意識しつつ自分達の将来を拓いてきた。

原子核科学者にとって、日本学術会議の誕生は大きな意味があった。学術会議と、その下部組織としての研究者集団は、研究者コミュニティの意見を集約して将来計画を立案する舞台としての機能を果たし研究計画推進の軸となった。他方、学術会議を通じて科学者が社会に働きかける機能も重要であった。原子核科学者は、この学術会議の二つの機能を最大限に活用した。ときには、やりすぎて「物理帝国主義」という悪口もいわれた。ときには学術会議の「左傾化」に強い反発もあった。しかし、日本の原子核科学者が築いた研究者主導の研究体制は世界に誇れるものとなつた。

この原子核科学の感動的な発展は、この際記録に残すべきであろう。先輩のどなたかがなさればよいと考えていたが、無謀にも自分で手がけることにした。ここでは、戦後の科学史を書こうなどという大仕事を考えているわけではない。筆者の意図は、科学技術の中では限られた分野であるが、その中で起こったことを振り返り、研究環境の整備と、研究体制の確立に向けた先輩の努力を記録することにある。

最近の科学技術に対する社会、経済ならびに政治の期待には熱いものが感じられる。しかし、官僚や政治家の主導になる科学技術政策には少なからず不安が伴う。研究者主導の体制を築いて来た原子核科学者のやり方を総括し手本として示したい。そういう気持ちから原子核科学の半世紀の記録を残すことを考えた。

この記録は、先輩が書き残されたものや、伝え話として聞いたこと、それに筆者自身の経験を加えてまとめた、いわば伝承的科学史である。特に、下記の文献に基づく部分が多い。さらに、少しでも正確を期すために何人かの方に読んでいただき誤りの指摘と助言をいただいた。

とりわけ、次の諸先輩には貴重な助言をいただきました。深く感謝致します。  
山口嘉夫、能澤正雄、菊池健、小沼通二

## [参考文献]

長岡半太郎伝  
嵯峨根遼吉記念文集  
菊池正士 業績と追想  
熊谷寛夫：実験に生きる  
伏見康治：時代の証言  
若槻哲雄退官記念文集「友垣」

日本学術会議 25 年史・続 10 年史  
日本物理学会誌特集「50 年をかえりみる」  
原研 40 年史  
高エネルギー研 10 年の歩み

# 原子核科学の半世紀

廃虚の日本から繁栄の日まで

## はじめに

### [ I ] 20世紀後半における原子核科学の展開

#### 序章　　日本の原子核科学

廃虚の日本から繁栄の日まで  
日本の原子核研究の起点  
大阪大学の創設と原子核物理学  
戦争の傷跡と復興の道

#### 第1章　原子核・素粒子物理学の歩み

ローレンスの訪日 - 日米研究者の友情  
原子核研究連絡委員会 - 全国共同利用研究所の提案  
京都大学基礎物理学研究所 - 大学附置全国共同利用研究所の第1号  
東大原子核研究所 - 大型加速器の全国共同利用  
高エネルギー物理学研究所 - 大学共同利用機関の第1号  
陽子シンクロトロンとトリスタン - 高エネルギー研究の第1・第2段階  
トリスタンとニューマトロン  
高エネルギー研究所における学際的プログラムの展開  
高エネルギー加速器研究機構 - 高エネルギー研究所と原子核研究所の合体  
理研・原研・放医研 - 多様な日本の研究体制の強み

#### 第2章　原子力研究の歩み

原子核研究と原子力研究  
茅・伏見提案 - 原子力研究の生みの苦しみ  
中曾根予算 - 政治家による原子力開発計画  
原子力憲章 - 原子力三原則 - 原子力基本法  
原子力研究所 - 原子力技術の輸入から国産化  
基礎研究と応用研究 - 筆者の4年間の経験より  
核融合研究  
核融合開発計画のA・B論争  
核融合開発B計画への道  
A計画が培った日本の強み

## [ II ] 大型研究を支えた研究体制

### **大型研究を支えた研究体制**

新生日本の学術体制刷新の努力 - 学術会議の誕生まで

日本学術会議の誕生 - 研究者の意思決定機関

ICFA - 大型加速器による共同研究を支える国際的研究組織

ICFA ガイドライン - 大型装置国際共同利用の基本理念

## [ III ] 21世紀を迎える科学の光と影

科学技術基本法が開く新時代 - 期待と不安

基本計画に対する科学者の意欲と責任感

戦後の学術研究が歩んだ道

科学と政治・経済の関わり

科学と社会

科学の社会貢献 - 「役に立つ科学」

科学とこころ

## [付録 1] 年譜：原子核科学の主なできごと

## [付録 2] インタビュー：原子力開発の現場を歩んで

## [ I ] 20世紀後半における原子核科学の展開

## 序章　日本の原子核科学

### 廃墟の日本から繁栄の日まで

敗戦の年 1945 年の秋のある日、東京にあった理研の二基のサイクロトロンが占領軍によって解体され東京湾に沈められた。大阪では、大阪大学のサイクロトロンが大阪湾に捨てられた。京都大学のサイクロトロンも同じ運命であった。広島では、原爆被害の調査にあたっていた京都大学の研究者が台風による洪水で命を落した。日本国民全てが苦しいときであった。

占領軍は、日本の原子核研究を禁止した。日本が原子爆弾をつくることがないようにという理由であった。日本人の仇討ちを恐れて忠臣蔵の公演を禁じた占領政策と同じように、米国軍人のお粗末な考えであった。



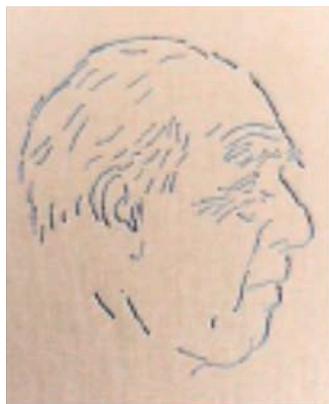
東京湾に投棄される理研サイクロトロン

日本は、まさに廃墟であった。原子核研究者にとっても悲惨な日々が続いた。その日から半世紀を経て、日本は予想もしなかった繁栄の中にある。全てのサイクロトロンを失った原子核研究者は、いまや、世界のトップ水準の加速器や測定器を手にして、高エネルギー物理学、原子核物理学の最先端で世界の研究者と肩を並べて活躍している。10 年以上も世界に遅れて始まった原子力研究は世界に追い付き、また核融合科学も世界の四つの柱の一つとなって世界の期待を担っている。

科学の一分野が半世紀を経て大きく進歩発展した例は、諸外国を見渡せば珍しいことではないかもしれない。しかし、日本で起こったこの発展の偉大さは、単なる物質的・経済的因素ばかりではなく、その背後に研究者の共同体をしっかりと育て数々の精神的な指導原理を築いたことにあった。かつて、占領軍が原子爆弾を製造されると畏れた日本の原子核研究者は、その実力はあっても原爆は絶対に作らないという強い意志をもった集団に育った。一切の軍事的因素を拒否する日本物理学会の精神の下に教育と研究を進める環境を築きあげたことは世界の驚異であろう。

半世紀の発展を築いたものは何であったろうか？ その背景には、欧米の研究者の温かい支援があった。そして、日本の経済の発展、国力の増大が大きな要素であったことは疑いのないところである。しかし、何よりも大切なことは、研究者の努力、なかんずく研究者集団の意思を基礎とした健全な研究体制を足場にして積み上げてきた努力の結果である。研究者集団の意思を集約する舞台は、日本学術会議とその下部組織、更にその下の任意団体である研究者団体であった。

日本の原子核研究者による研究体制とその運営の理念は、多くの物理学の先達によって築かれたものであった。先達の心は、その後も原子核研究者に適切に伝わり、日本の原子核科学は長足の進歩を遂げた。欧米の研究者には不思議に思われるらしい。日本の研究者が育て上げてきたこの体制とその理念は、日本の誇りである。もっともっと欧米の研究者に理解してもらいたい大きな歴史である。



**N. Bohr**



**仁科芳雄先生**



**朝永振一郎先生**

### 日本の原子核研究の起点

日本の原子核研究は、東京の駒込にあった理研の仁科研究室から始まった。量子力学の誕生で活気に満ちたコペンハーゲンに滞在し、ニールス・ボーアのもとで、新しい物理学の展開を肌で感じてこられた仁科芳雄先生が 1928 年に帰国された。

理研で新しく始められた研究のスタイルは、それまでの日本の大学には無い新鮮なものであった。仁科先生が持ち帰られたニールス・ボーアの「コペンハーゲン精神」は、厳しい学術研究の場において寛容と協調の精神を育て、活発な対話と討論の場を築くことにあった。徹底した討論に支えられた意見と情報の交換が新しい研究を育てた。仁科先生が主宰される定期セミナーには、多くの俊才が集まり活発な討論が重ねられた。その中に若き日の朝永振一郎先生も居られた。ニールス・ボーアの「コペンハーゲン精神」が仁科先生によって日本に「布教」され、朝永先生に伝わったのであろう。後に論ずるように 20 世紀後半の日本で、朝永先生が中心になって展開された研究者主導による共同研究体制の理念は原子核・素粒子研究を成功に導いたが、その理念の源流には「コペンハーゲン精神」が流れていたということに気づき、強い感動を覚える。

仁科研究室の実験研究は、宇宙線研究から始まった。世界に先駆けて陽電子やミュオンを '発見' していたという話は有名である。いずれも、それらの粒子が発見された後に見直してみると既に自分達が '発見' していたという話である。後進国の姿である。しかし、それが後になって世界をリードする宇宙線研究グループの起点であった。

一方、仁科研の原子核研究も、嵯峨根遼吉先生らの実験グループがコッククロフト・ワルトン型加速器やサイクロトロ

ンの建設を始め、本格的になってきた。

このころ、原子核研究の爆発的な進歩が始まった。1932年はしばしば「奇蹟の年」と呼ばれる。この年には、陽電子、中性子が発見され、サイクロトロンと線型加速器による粒子の加速が実現した。そしてコッククロフト・ワルトン型加速器により原子核の人工破壊が行われた。その一つ一つが原子核研究の第一歩であった。世界中の人が新しい時代の到来を感じていた。

その時、日本ではもう一つの原子核研究のセンターが大阪に生まれようとしていた。

### 「奇蹟の年」1932年のできごと

- ・陽電子の発見 (アンダーソン)
- ・中性子の発見 (チャドウィック)
- ・重陽子の発見 (ユーレー)
- ・人工放射能の生成 (リキューリー)
- ・サイクロトロンの発明 (ローレンス)
- ・線型加速器によるイオンの加速 (ローレンス)
- ・原子核の人工破壊  
(コッククロフトとワルトン)

## 大阪大学の創設と原子核物理学

大阪大学が創設されたのは、1931年であった。初代の長岡半太郎総長は、当時理研で電子線回折の実験に成功しノーベル賞級の業績を挙げた菊池正士先生を理学部教授に迎えた。少壯32歳の菊池教授は、電子線回折ではなく、生まれたばかりの原子核物理学の研究を始められた。

大阪大学理学部には、東京・京都・東北から湯川秀樹、中川重雄、渡瀬讓、青木(熊谷)寛夫、伏見康治、武田栄一、坂田昌一らの俊才が集まり、菊地研究室を中心にして、東京にある理研の仁科研究室に対峙する原子核研究の西のセンターを形成した。さらに大阪大学の第一期生である伊藤順吉、若槻哲雄、第二期生の山口省太郎ら卒業生がその中軸に加わった。こうして、優れた人材が集った菊池研究室は、後に原子核物理およびその周辺分野のリーダーを輩出した。

菊池研究室は、コッククロフト・ワルトン型加速器とサイクロトロンによる原子核研究を始めた。原子核研究が未開であった時代に行われた実験の中に、世界にさきがけて得られた成果がいくつもある。例えば、

(1) 菊池・青木・伏見による中性子の非弾性散乱の実験は、世界初のデータを生み出した。

今日の常識になっている原子核の殻構造模型が未だ全く考えられていなかった時代に、既に殻構造の根拠となる魔法の数の効果がデータの中に見られる。

(2) 菊池・渡瀬・伊藤による窒素-13のβ崩壊の実験は、フェルミによるβ崩壊の理論を世界で始めて実証するものであった。

(3) 菊池・若槻が行なった中性子散乱における「影散乱」の発見は、中性子の波動性を示す最初の実験として注目され、ベーテらによって解析されたが、後に原子核の光学模型として展開する重要な概念の原点であった。

これらの原子核物理を開く研究は、残念ながら太平洋戦争に向かって坂道を下り始めた日本の

世相にかき消され、戦後にアメリカで展開する原子核研究に成果を横取りされてしまった。日本は暗黒の世界につき進んだ。菊池研も戦時研究に突入し、日本海軍の電波技術の開発に参加した。

### 戦争の傷跡と復興の道

太平洋戦争は、広島・長崎の悲劇を生んで終了した。原子核物理学の輝かしい成果である核分裂の発見がこのような悲劇を生むことを知り、衝撃を受けない日本の原子核研究者はいなかつた。

日本中の国民にとって苦しい戦後の時代が始まっていた。

サイクロotronが大阪湾に投棄され、原子核の研究が全面的に禁止された直後のある日、大阪大学で日本の学術研究の再建について話し合った伏見先生と菊池先生の間で意見が分かれた。

菊池先生：「何よりもまず自分自身が率先して立派な研究をしてみせることだ」

伏見先生：「研究環境を整え、研究組織を築き上げるべきだ」

どちらの行動も大切であった。

まもなく 1949 年に湯川先生のノーベル賞受賞が発表された。

菊池先生の意見のとおり、このニュースは、戦後の日本を明るくし、多くの少年少女に「科学者になろう」という夢を与えた。男の子が生まれた親は、その子に秀樹という名前をつけた。



菊池正士先生



伏見康治先生

同じ 1949 年に伏見先生は発足したばかりの学術会議の会員となられた。学術会議は、日本の研究体制を建て直すようにという占領軍の助言がきっかけで、日本の研究者による数年間の準備作業の後、この年に発足した。日本の学士院は、いわば名誉授与機関のようなものであり、日本学術振興会は学術の振興に関する具体的な施策を執行する機関である。そこで、研究者の意見を集約する機関として学術会議が設置された。

伏見先生をはじめ多くの先輩が、学術会議を中心とした研究者指導型の意思決定システムを学術研究推進の基礎として育てられた努力が、20 世紀後半の成功をもたらしたと断言することができる。今日その成果は頂点に達し、科学技術基本法の制定によって、21 世紀につながる道筋ができたと言えよう。この時点での 20 世紀の発展の道を振り返り、21 世紀における学術研究の進め方、その理念と方策を考えることが大切であろう。



## 第1章 原子核・素粒子物理学の歩み

### ローレンスの訪日 一 日米研究者の友情

サイクロトロンを海に投げ捨て、原子核の研究を禁止する占領軍の乱暴な政策は直ちに米国の物理学界にも伝わり、驚きと共に批判が広がった。1951年になって、カリフォルニア大学バークレイ校教授でサイクロトロンの発明者として有名な E.O.ローレンスが来日した。日本に友人が多いローレンスは、来日すると早速占領軍の経済科学局に対し日本のサイクロトロンの再建を強く訴えてくれた。

嵯峨根先生は、1936年から2年間カリフォルニア大学バークレイ校の放射線研究所に留学し、ローレンスを始め多くの物理学者と親しい仲であった。帰国後、不幸にも太平洋をへだてて戦争を迎えることになったが、友情は変わるものではなかった。戦争の末期に、長崎に原子爆弾が投下された時、「三人の友人」から戦争終結を日本の軍部に訴える努力を求める嵯峨根先生宛の親書が一緒に落とされていた。「三人の友人」は、バークレイの友人アルバレ、ザーバー、とモリソンであった。日米の物理学者の友情は、戦前・戦中・戦後に関わりなく国境を超えるものであり、今もなお変わらない。

ローレンスの来日がきっかけになって日本の原子核研究者の間に再建の努力が始まった。ちょうど、その2年前に発足した日本学術会議の原子核研究連絡委員会が中心になって、原子核研究者が集まり、理研、京大、阪大のうちのどこにサイクロトロンを再建するか相談をした。委員長は始めは仁科先生であったが、1951年にお亡くなりになつたので、後を継がれた朝永委員長を中心に徹底的に議論を重ね、結局、文部省の予算では大阪大学にサイクロトロンを再建することを決めた。この頃から、研究者間の徹底的な議論に基づいて計画を推進する原子核研究者の伝統ができたようである。朝永委員長は、いくら時間がかかるてもみんなに言いたいことを言わせ、みんながくたびれた時に、委員長としての決断を下すという会議運営術を得意技としておられたということである。

こうして大阪大学に二代目サイクロトロンの建設が始まった。一方、京都でも民間の寄付金によってサイクロトロンが再建された。東京の理研では小さいサイクロトロンが工業技術院による半額補助を得て何とか再建されたが、それだけでは原子核研究者は満足できなかつた。もっと大きな、そして中間子が創れるような加速器が欲しいという意見が強まってきた。

### 原子核研究連絡委員会 一 全国共同利用研究所の提案

サイクロトロンの再建に続く大型加速器計画について、原子核研究連絡委員会を舞台にした熱い議論が始まった。原子核研究連絡委員会は、発足したばかりの日本学術会議の委員会の一つであったが、朝永先生を委員長とするこの委員会は原子核分野の研究者集団にしっかりと根をはつたものであった。研究者仲間の間では、原子核談話会という任意団体が形成され、公的組織であ

る学術会議の委員会と密接に結びついて、議論を重ね、意見の集約に努める形ができ始めていた。

大型加速器の計画は、一大学の枠の中に納まらない規模の事業であり日本全国どこにでも加速器を作るというようなものではなかった。そこで、全国の大学の研究者に開放された全国共同利用研究所という形態が適當であろうということになり、学術会議で議論の後政府に対して勧告を出すことになった。この頃、原子核研究連絡委員会は原子核特別委員会と名称が変わったが、研究者の意見を集約する体制は一層強固に育っていった。

全国共同利用研究所を設けて大型計画を推進するという考えは、政府当局にとっても都合の良い方策である。各大学が個々に建てていたのではとても実現できない大型計画を共同利用研究所に集中することによって実現できれば、日本の学術を推進する方策としてこれ以上のものはない。学術会議では、原子核特別委員会ばかりでなく物理学研究連絡委員会においてもより一層広い視点から討議を重ね、学術会議総会の議を経て 1953 年に勧告「共同利用研究所の設立について」がまとめられた。

勧告は、全国共同利用研究所を性格づける五つの条件を添えてまとめられた。それは、①大きな施設をもつこと、②全国共同利用の道を開くこと、③研究者の自主的運営が可能な組織をもつこと、④大学との交流を盛んにすること、⑤大学院学生の教育或いは研究をひきうけること、であった。

この時にまとめられた全国共同利用研究の精神は、その後 21 世紀後半の日本の学術研究を支える指導原理となった。

### 京都大学基礎物理学研究所 — 大学附置全国共同利用研究所の第 1 号

全国共同利用研究所としては、京大基礎物理学研究所が先輩である。ここで、京大基研創立までの素粒子論研究者の歩みを振り返ってみよう。

日本の素粒子研究も大阪大学から始まっている。大阪大学創設にあたり長岡総長は菊池研究室に湯川秀樹講師を迎えた。産業都市大阪の喧騒の中で、中間子論が生まれた。

1932 年に原子核は陽子と中性子で構成されているというハイゼンベルグの描像が固まると、次にその陽子と中性子の間に働く力「核力」を媒介する中間子の存在が湯川によって予言された。中間子の質量は電子の 200 倍くらいであると推算された。1934 年の末のことである。主題は原子核の問題であったが、これは素粒子物理学の誕生であった。

湯川中間子の予言の 3 年後、1937 年に米国のアンダーソンとネッダーマイヤーが霧箱に写る宇宙線粒子の中に、電子や陽電子の他に電子の 200 倍くらいの質量をもった粒子があることを発見した。アンダーソンはこれを「重い電子」であろうと考えた。ところが、オッペンハイマーが、日本の湯川が電子の 200 倍の質量の粒子を予言したという論文を発表したので一躍世界の注目を

集めた。この論文は、日本の湯川理論を世界に宣伝する役割を果たしたが、おかげで、中間子論はとんでもない迷路にはまりこんでしまった。核力を媒介する粒子は、当然相互作用が強いと考えられるので、地上まで降ってくるとは考えにくいわけである。

中間子論を取り巻く「壮大な謎解き」が始まった。謎は、坂田・谷川の二中間子論によって解明され、1947年にボリビアの高山でパウエルによって取られた二中間子の写真によって確実な答が得られた。二中間子とは、 $\pi$ 中間子とミュオン(実は中間子ではなく、電子の仲間レプトン)であった。

この「壮大な謎解き」によって日本の物理学者が得たものは「湯川先生のノーベル賞」ばかりではなかった。もうひとつの偉大なできごとは「素粒子論グループの誕生」であった。

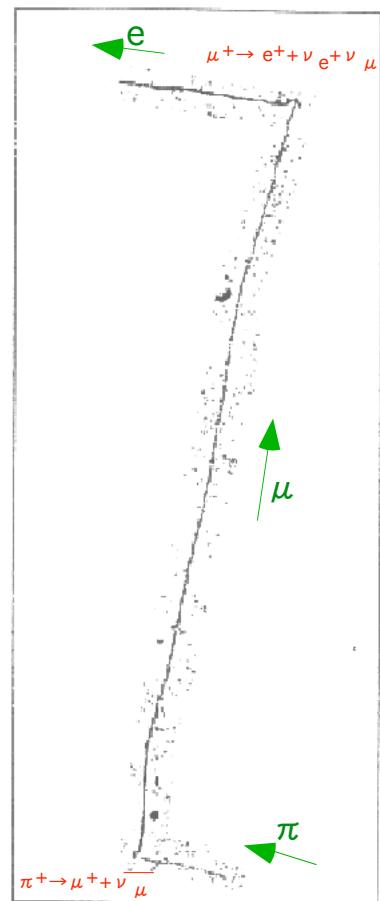
「謎解き」の途中で太平洋戦争に突入した日本は、国際的に孤立した。その中で、坂田・谷川・武谷・小林らの素粒子論研究者が、湯川先生を中心にグループをつくり「謎解き」に集中した。世界との接触がほとんどない状態であった。これを「栄光の孤立」と呼んだ人もあったが、それだけに日本の中で共同研究の重要さを示す結果となつた。

日本では、かつてラザフォードより早く原子核の存在を予言する長岡の原子模型が提唱された。このときは全く長岡先生の単独の努力で終わり、これを支えるグループがなかった。対照的にラザフォードは、ガイガーを始めとする実験物理学の弟子と、ボーアという理論物理学者の支援があって、量子力学の誕生とともに原子模型を完成することができた。長岡模型と湯川中間子論の対照は、研究者層の厚さと共同研究の重要さを示している。

素粒子論グループの形成には、また、朝永先生の御努力が大きかった。湯川先生がノーベル賞を受賞された記念に、京大に湯川記念館がつくられたが、これを単なる「湯川神社」にするのではなく素粒子論グループを中心に運営し、全国の理論研究者に開かれた全国共同利用研究所をつくることになった。基盤のお手本は、湯川先生が居られた米国プリンストン大学の高等研究所であった。研究所運営の大切な基本理念は「交流」にあった。いろいろな形の研究会の開催、ワーキンググループ、若手の育成、などいろいろな活動が組まれ、所員には任期がつけられ、人事は全て公募によるものとされた。



湯川秀樹先生



パウエルのグループが写真乾板で観測した $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$ の崩壊過程。

## 東大原子核研究所 ー 大型加速器の全国共同利用

全国共同利用研究所の設立を求める学術会議の勧告に対して、これをうけた文部省では研究所協議会で検討を開始し、原子核特別委員会もさらに計画を煮つめる作業を進めた。

結局、1955 年に東大附置の全国共同利用研究所として原子核研究所が発足したが、それまでに二つの大きな難関があった。この難関は、菊池・朝永両先生の御努力によって通り抜けることができたが、今日もなお考えさせられる本質的な問題であった。

その一は、全国共同利用研究所と大学の自治の関係である。

原子核研究所は、はじめ文部省直轄の研究所にするという考えもあったが、京大基研がすでに大学附置研として発足していて文部省の制度化が整った状態なので、東大の附置研とすることにした。ところが、研究者の中から東大附置研では学術会議の勧告にある 5 つの条件に対する保証がないという意見がでてきた。全国共同利用という考えには、大学の自治と本質的に相容れない要素がある。京大基研の場合は、大学との間で話し合いがまとまっていたが、原子核研究所について東大と交渉する必要があった。基研の場合と異なって、大きな予算による大きな装置を設け、しかも全国共同利用に供するという原子核研究所に対し東大は極めて慎重であった。矢内原総長は、一大学としての東大の管理能力を超えていたという意見であった。この問題は、菊池先生の粘り強い交渉によって解決できたが、問題は次の世代に残され高エネルギー物理学研究所の設立時には、文部省直轄の大学共同利用機関という制度が作られた。

もう一つの問題は、基礎研究と社会の関わり合いの問題であった。

原子核研究所を田無にある東大農場に建設することになったところで、地元田無の人達との話し合いが必要であった。ちょうど原子力予算の提案がきっかけとなって原子力開発に関する議論が始まり、またビキニの核実験により福竜丸が被爆するという事件がおこり

田無の町の人の中からも、原子力反対運動に結びついて研究所設置反対の声がでてきた。この誤解を解くために、菊池・朝永・熊谷の三先生が田無町民と繰り返し話し合い原子力開発と基礎研究の相違を説明する努力を重ねられた。これは、かつてローレンスが来日し、占領軍を説得した時と同様の努力であった。日本のトップに立つ三人の先生は、核兵器を作るものでないこと、放射線の危険には充分注意することなど、誠意を尽くして説明され町民の理解を深めることができた。

田無町民との話し合いの中で、最も基本に触れた問題は、戦後の貧しく苦しい生活を送っている人々がいる中で、基礎研究のために膨大なお金を使って研究所を作るのは如何なる考え方かという質問に答えることであった。サイクロトロンを作る前に、シャベルを持って地を耕し芋を作るべきでなかろうかという疑問は今日になってもなお残されている。

菊池先生は、基礎科学というものはすぐに役立つというものではない、しかし研究は長い目でみて幅広くしておかないと大変なことになるものだということを誠心誠意説明された。

菊池・朝永両先生の御努力により、研究者に対する説得、東大との交渉、地元に対する説明を重ねた後、原子核研究所は1955年7月に発足した。

原子核研究所には、高エネルギー部、低エネルギー部、宇宙線部、及び理論部が設けられた。加速器としては、先ず可変エネルギーのサイクロトロンの建設が低エネルギー部によって始められ、次いで高エネルギー部が電子シンクロトロンの建設にとりかかった。サイクロトロンは1957年、電子シンクロトロンは1961年に完成した。

1962年には電子シンクロトロンが日本で最初の $\pi$ 中間子を生成した。湯川予言から約30年、米国バークレーの巨大サイクロトロンで $\pi$ 中間子が人工的につくられてから15年が経過していた。サイクロトロンでは、そのエネルギーの可変性を活かした研究で世界の水準に並ぶ研究業績を次々と発表した。宇宙線部・理論部も優れた業績を挙げた。

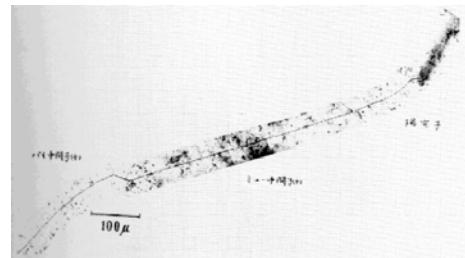
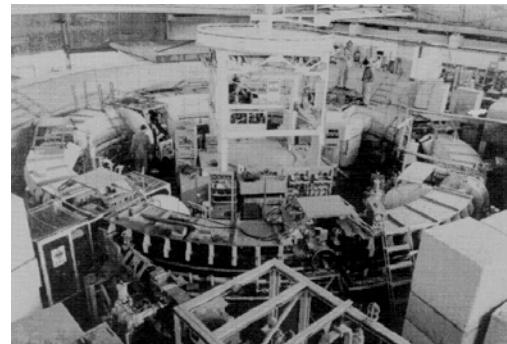
原子核研究所のもう一つの大きな業績は何よりも優れた人材の養成であった。東大総長、高エネルギー研究所長、宇宙線研究所長、核物理研究センター長など多くの人材を輩出した。

大型加速器を共同で持つという考えにたった全国共同利用研究所の東大原子核研究所は、その設立の動機において先輩の京大基礎物理学研究所とは一味違っていた。京大基研では、研究のソフトな面が強調され共同研究のセンターとして研究者の交流に力点をおいた運営が行われてきた。対照的に東大核研は、ハードな面が研究所設置の動機であった。しかし、運営に関して原子核研究所は、ソフトな面もハードな面も兼ね備えた理想的な形を求めてきた。研究交流のセンターとして果たした役割は大きく、京大基研と並んで日本の研究をリードし、多くのリーダーを輩出した。

全国共同利用研究所としての原子核研究所の成功は他の分野にも注目され、東大物性研究所・阪大蛋白質研究所・名大プラズマ研究所などが次々と生まれた。共同利用という言葉は学術の推進に必須であるように思われるようになった。



東大原子核研究所 (1990)



核研電子シンクロトロンと  
日本最初の人工 $\pi$ 中間子

## 高エネルギー物理学研究所 — 大学共同利用機関の第1号

東大原子核研究所を中心とした共同研究は、戦争で壊滅状態になった日本の原子核研究を復興し、国際的水準にまでもちあげた。共同研究を通じて育った多くの若手研究者は、欧米の研究機関で活躍し日本の実力を示した。始めのうちは日本の窮状に同情して招いてくれた欧米の研究者は、いつしか競って勤勉な日本の若手を招きその活躍を期待するようになった。こうして、日本にも国際的にひけをとらない人達が育ったが、この人達の活躍の場は残念ながら専ら外国であった。世界の加速器の進歩は早く、日本がこれに追いつくのは大変であった。特に高エネルギー物理学の研究は厳しい環境にあった。

原子核研究所電子シンクロトロンの建設が緒について間もなくの 1958 年に、原子核研究所の委員会で菊池所長が「高エネルギー分野では、次の加速器を考えるべき時期にきているのではないか」という提案を行った。これがきっかけになって原子核将来計画の議論が始まった。議論の舞台は、原子核特別委員会の中に作られた将来計画小委員会であった。将来計画の立案には、高エネルギー分野ばかりでなく、低エネルギー分野、宇宙線分野を含む各分野間のバランスのある発展を目指して、激しく真摯な議論が闘わされた。

長い年月をかけて密度の高い議論を重ねた後にまとめた原子核将来計画案は、学術会議においても支持を得て 1962 年に政府に勧告された。「原子核研究将来計画の実現について」という表題の勧告は、12 GeV 大電流陽子シンクロトロンの建設を含む原子核研究設備の飛躍的充実を求めるものであった。

政府側も学術会議の勧告に対応して検討を始めたが、共同利用の体制についての検討が大きな問題のひとつであった。従来の事業予算より 1 衍大きい規模の加速器の建設を大学附置研究所で扱うことは大変なことであり、他分野の研究を妨害すると考える人も多かった。原子核研究所の規模でさえ、東大附置の研究所とすることに対して矢内原総長が疑問を提起されたことは先に述べたとおりである。

学術会議の勧告を受け取る側の文部省では、先ず国立大学附置研究所協議会、次に学術奨励審議会において検討され、新しく設置された学術審議会で学術の振興という観点で広い視点で討論された。生物系や工学系の委員から巨大計画に対する厳しい批判が表明され、計画は難航を極めた。巨費科学であるという批判、巨大装置を作る技術があるのかという疑問などが続出した。この間、朝永先生、茅先生、伏見先生、小谷先生らによって物理学における基礎研究の必要性を説く努力が重ねられた。計画提案者のグループ側では、諫訪先生、西川先生をはじめとする多くの原子核分野の先生方が必死で対応した。

共同利用研究体制のあり方についてという大きな問題は、日本学術会議と文部省学術審議会において学術的観点と行政的観点に立つ検討が重ねられた。こうして、国立大学共同利用機関という従来にない新しい制度が考えだされ、その第一号として高エネルギー物理学研究所が生まれた。

後に、公私立大学の強い要望によりこれは「大学共同利用機関」と呼ばれるようになったが、高エネルギー物理学研究所の新設によって開かれた道は、大型研究の発展をうながす制度として、その他の分野にも広がり今日の成功に導いた。

高エネルギー物理学研究所の実現までには、研究体制の問題と並んでもう一つの大きな決断があった。学術会議の勧告の後、加速器計画についてさらに検討を深める中で、国際的な競争力などを考え、加速エネルギーを 40 GeV にあげようということになった。一方、文部省における検討では、予算規模が大きすぎるという批判が行政的観点ばかりでなく、文科系を含む他分野の研究者の委員等から強く、そのままでは計画の実現が危うくなつた。

そこで、計画の実現を図るため規模を 1/4 に縮小する伏見案が提案された。その精神は、とにかく高エネルギー研究を進める第一歩を踏み出すことが大切であり、「1/4 縮小案」を第一段階として、それを完成し技術を身につけて次の巨大装置の建設に進もうということであった。

こうして難産の末、1971 年に文部省高エネルギー物理学研究所が創設された。この時、同時に大阪大学に核物理研究センターも創設された。

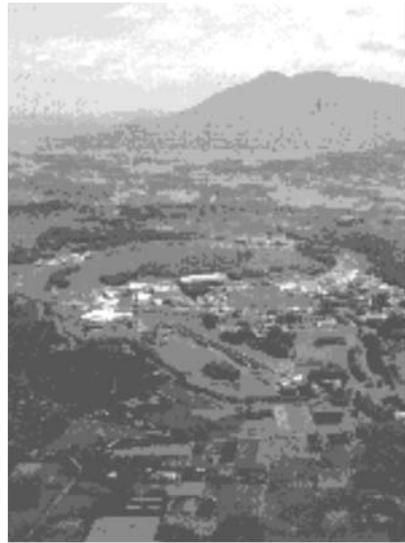
### 陽子シンクロトロンとトリスタン – 高エネルギー研究の第 1 ・ 第 2 段階

「1/4 縮小案」は真意が徹底するまでに時間がかかり多くの研究者を失望させた。しかし諏訪先生、西川先生を中心とした指導者の努力により、高エネルギー研究者は一致団結して、陽子シンクロトロンの建設を含む新研究所の創設に取り組んだ。ハードウェアの建設と共に、全国共同利用に伴うソフトウェアの整備も重要な要素であった。全国の大学から集まつくる共同利用実験者が提案する実験を審査し、採択した実験を支援して実行に移す体制が作られた。

「1/4 縮小案」に基づく陽子シンクロトロンの加速エネルギーは 8 GeV であった。西川先生を中心とした高エネルギー研の加速器グループは 5 年足らずの建設期間のうちに目標の 8 GeV 陽子ビームの加速に成功し、1976 年 4 月に完成記念式を行い一般に公開した。さらにその年の末には、加速エネルギーを 12 GeV にあげることに成功した。

陽子シンクロトロンは、日本の高エネルギー物理学の拠点として各大学からのユーザーを集め、日本で始めて国際級の実験が進められた。しかし、米国では BNL の 32GeV、欧州では 28GeV の陽子シンクロトロンが稼働している中で、12 GeV の陽子シンクロトロンを武器に競争することは容易でなかった。研究実験のテーマを厳しく選定し、選ばれたものに対しては研究所の全力を挙げて支援するという態勢が作られた。

実験課題を厳選し支援努力を集中するという方針で共同利用実験を運営することにより、世界



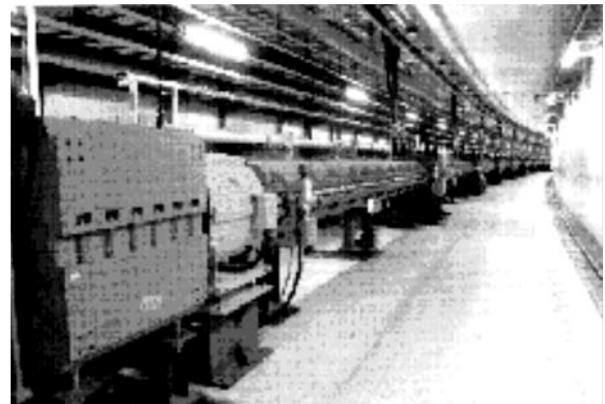
筑波山と高エネルギー研究所

と肩を並べる実験成果を生み出していたが、世界が待ってくれるわけはなかった。米国では FNAL で 500GeV の陽子シンクロトロン、欧州の CERN では 400GeV のスーパー陽子シンクロトロン(SPS) が実験を始め、また米国のスタンフォードで 4GeV+4GeV の  $e^+e^-$  衝突型加速器 SPEAR が新しいクォークから成る中間子を発見し、さらに 15GeV+15GeV の  $e^+e^-$  衝突型加速器 PEP の建設を始めていた。欧州でも、ハンブルグで 24GeV+24GeV の  $e^+e^-$  衝突型加速器 PETRA の計画が始まっていた。

陽子シンクロトロンの建設は日本の加速器グループの実力を示すものであった。これを用いた実験も実力のある若手研究者を育てる結果となった。そこで、高エネルギー研究の第二段階に入る準備が整った。第二段階の計画について再び議論が沸騰した。 $e-p$  衝突型加速器が候補に上がっていた。トリスタン計画と名づけられた。しかし先ず  $e^+e^-$  衝突型加速器を作ろうということになった。トリスタンのエネルギーは米国の PEP(15GeV+15GeV) 欧州の PETRA(24GeV+24GeV) より高いエネルギー領域をカバーすることをめざして(30GeV+30GeV)であった。

トリスタン計画の出しものは、トップクォーク  $t$  の発見であった。

1934 年の湯川予言による  $\pi$  中間子は  $u, d$  クォークとその反粒子からできている。1953 年に中野・西島・ゲルマンが導入したストレンジネスは  $s$  クォークが担っている。そして、牧・大貫、原の 4 元模型が予想した 4 番目の  $c$  クォークによる新粒子  $J/\psi$  が 1974 年に発見され、南部・韓が導入したカラーの自由度に基づく量子色力学の確立に向けて素粒子論が動き始めた。その少し前、つまりチャームクォークが発見されるより前の 1972 年に 6 元クォーク模型の小林・益川理論が提唱されていた。 $u, d, s, c, b, t$  の 6 つのクォークであった。 $b$  クォークは米国のフェルミ国立研究所で発見されたので、最後の  $t$  クォークを見つけたいという日本の素粒子実験の夢がトリスタン計画にかかっていた。



**トリスタン リング**

トリスタン計画は、素粒子論における日本の理論物理学者の活躍に対応して、日本の素粒子実験も世界に躍り出る機会を求める悲願であった。トリスタン計画はその狙いを見事に実現した。実は、トップクォークは予想に反して大きな質量をもつていて、トリスタン 加速器のエネルギー領域を越えているため発見できなかったが、この 50 GeV~60 GeV(全エネルギー)領域における素粒子現象を徹底的に調べた業績は大きい。30 GeV~50 GeV はドイツ、30 GeV 以下は米国の加速器がカバーしたのに対し、トリスタンでは、その上のエネルギー領域を調べ、国際的分担を果たした。

### トリスタンとニューマトロン

高エネルギー研究所という拠点を得た高エネルギー研究者は、第二段階として「トリスタン」計画を推進しようと考えるのは当然であった。「1/4 縮小案」を不本意ながら受け入れたとき以来の宿願であった。ところが、高エネルギー研究所の生みの親である東大原子核研究所から原子核研究者による高エネルギー重イオン加速器「ニューマトロン」の建設計画が提案され競争になった。

1930 年代に始まった原子核研究は 50 年を経て、まさに爛熟期にあった。日本の原子核研究者は東大原子核研究所と阪大核物理センターという二つの研究拠点を得て、国際水準に達する研究を進めるとともに、多くの研究者が海外に進出し、世界各地で優れた業績を重ね高い評価を得ていた。その中で、次の世代の原子物理学の発展を求める動きが芽生え、ニューマトロン計画の提案につながった。50 年の歴史の中で、原子核研究者は原子核を微に入り細に入って調べ、原子核の反応や構造における殻効果や変形効果を始め、低エネルギー現象の理解は完熟した。しかし、これらの低エネルギー原子核物理では、原子核の形や表面現象と捉えただけで、原子核を構成している核物質についての知識に欠けていた。核物質の圧縮率さえ未だに解っていない。

ニューマトロン計画による新しい原子核物理は、言わば核物質の物性物理である。今日に至ってもなお未開拓の興味ある主題である。しかし、具体的にどのような研究を展開するかということについては、はつきりした見通しを語れるものではなかった。これに対しトリスタンでは、トップクオークの探査という明確な目標があった。

ニューマトロン計画を原子核研究所の再建策として位置付けし、その推進を図ったのは所長の坂井先生であった。高エネルギー研究所を生み出した後の原子核研究所には新しいプロジェクトが必要であった。しかし、大学附置の共同利用研所で大型計画を推すことには限界があるとして大学共同利用機関の制度を作り、高エネルギー研究所を発足させた後で、当の大学附置研究所で大型計画を提案することは、後になって冷静に考えると滑稽なくらい矛盾に満ちた考えであった。坂井所長の後を継いだ杉本所長も必死でニューマトロン計画の実現に努められたが、結局、トリスタン計画が ゴーサインを得て、ニューマトロン計画はつぶれた。

ニューマトロン計画を推進していた原子核グループは、その間大阪大学核物理研究センターの次期計画をも犠牲にせざるを得なかつた。こうしてトリスタン計画が始まった頃の原子核研究は危機的な状況であった。しかし、トリスタン計画は原子核研究にも新しい可能性を開くものであった。素粒子研究がトリスタンを中心に展開するようになると、12-GeV 陽子シンクロトロンは原子核研究の主力加速器となった。関係者は、この機会を捉えて原子核と素粒子の壁を超えたプログラムを展開し、中高エネルギー物理の推進に力を注ぎ世界でもユニークな研究者集団を育てた。

## 高エネルギー研究所における学際的プログラムの展開

高エネルギー研究所は、原子核と素粒子物理の境界を超えたプログラムばかりでなく、更にもっと広い範囲の学際的分野を育てることに成功した。12-GeV 陽子シンクロトロンの入射器である 500-MeV ブースターシンクロトロンの余剰陽子ビームを用いた中性子物理、中間子科学、および粒子線医療のプログラムと、トристアンの入射器である 2.5-GeV 電子線リニアックおよび 6-GeV 蓄積リングの余剰ビームを用いた放射光科学の展開である。

高エネルギー加速器の陽子ビームを使った核破碎反応による中性子が中性子散乱の実験に有効であることは、早くから東北大学の木村一治先生が注目され開発的な研究をしておられた。この方法を高エネルギー研のブースターシンクロトロンに持ち込み中性子実験を始められたのは、石川義和教授をリーダーとする東北大グループであった。197x 年に高エネルギー研ブースター利用施設が設置され共同利用実験が始まった。加速器によるパルス中性子は、原子炉による中性子と異なる特徴があって、物性研究に新しい可能性を開くことを示す実験成果が次々と生まれ、やがて世界が注目し真似をするようになった。

同様に、高エネルギー原子核反応で発生する  $\pi$  中間子の崩壊によって作られるミュオンも物性研究に有効である。ミュオンは、スピンが  $1/2$  の素粒子であるが、そのスピンの向きはミュオンの進行方向に対して偏極している。この偏極ミュオンを物質中に打ち込みそのスピンの振る舞いを観察することによって物質の物性を調べることができる。これは、NMR や ESR に匹敵する物性研究の手段である。山崎敏光教授が率いる東大のグループは、 $\mu$ SR と名付けられるこの方法を、バークレイの LBL やバンクーバーの TRIUMF で開発してきたが。197x 年より高エネルギー研ブースターシンクロトロンで始めた。

ブースター利用施設で始められたもう一つの事業は、陽子線ビームを使った悪性腫瘍の治療である。これは、筑波大学の粒子線医療施設が取り組んだ。特に加速器の安定な運転を背景に、照射条件の徹底した制御、計画性の高い治療サイクルなど、従来の放射線照射方法より一步進めた治療計画によって、治療効率を画期的にあげることができた。

リング状高エネルギー電子加速器ではシンクロトロン放射によってエネルギーが失われるために、電子の加速エネルギーに限界ができる。この電子加速器の弱点を逆に利用して放射される光の利用をすればよいという考えはシュビンガーの提案である。当時コーネル大学におられてこの考えを聞き、逸早く日本に持ち帰られたのが大阪大学の澤田昌夫先生である。そこで、澤田研究室のお弟子さんであった小塩高文、佐々木泰三教授らが原子核研究所の電子シンクロトロンで放射光利用の実験を始められた。放射光の威力を発揮した実験を重ねるうちに、原子核研究所を母体にしてフォトンファクトリー建設の提案がまとってきた。放射光科学推進の機運は高まり学術会議の場で討論されて、放射光総合研究所設立の勧告が出された。

放射光総合研究所の設立は、土光臨調などの影響で研究所の数を減らそうという雰囲気の漂うなかでは困難で実現しなかった。しかし、高エネルギー研究所のトリスタン計画と結び付き、2.5-GeV の電子線リニアックと放射光を発生する電子蓄積リングが建設された。この装置は、フォトンファクトリーと呼ばれ全国の研究者の共同利用施設となった。研究所はできなかつたが、高エネルギー研究所のなかに放射光実験施設ができた。初代施設長には、ここまで努力を重ねられた高良和武教授が就任された。

このような高エネルギー加速器の学際的利用は、高エネルギー研究所西川所長のリーダーシップによって発展させられた。このような学際的プログラムの大々的展開は、欧米先進国の高エネルギー研究者には考えられないもので、日本独特の理念に根ざしたものであった。したがって、その成果は欧米人がみて驚くものが多く、彼らも真似をするようになった。例えば、加速器によるパルス中性子実験はイギリスの RAL で始められた。ただし、そうなると専用加速器を持たぬ日本はお株を奪われるという困ったことになった。

## 高エネルギー加速器研究機構 一 高エネルギー研究所と原子核研究所の合体

素粒子研究、高エネルギー研究の拠点として始まった高エネルギー物理学研究所ではあったが、素粒子物理の研究実験とならんで、高エネルギー加速器によって発展する学際分野の可能性と将来性を示す研究成果が次々と生まれた。

高エネルギー加速器による学際分野の開拓に努めたもう一人のリーダーは原子核研究所の山崎所長であった。山崎所長は、ニューマトロン計画が挫折し将来の見通しを失いかけた原子核研究所を建て直す柱として高エネルギー研究所との協力関係を強化し、中高エネルギー原子核物理と中間子・中性子を用いた物性物理の推進を軸とした将来計画である「大型ハドロン計画」の立案推進に努められた。

大型ハドロン計画の推進は、計画そのものの立案と共に高エネルギー研究所の 12-GeV 陽子シンクロトロンにおける中高エネルギー原子核研究の推進力となった。原子核研究者と高エネルギー研究者という近くで遠い関係にあった研究者集団が一つの加速器を共有し同じキャンパスで実験を始めた結果、二つの近接分野の間にあった深い溝は埋り、連帯意識さえ生まれてきた。トリスタン計画とニューマトロン計画が厳しく競争し、高エネルギー研究所関係者と原子核研究所関係者との間が険悪な関係にあった時代のことは昔物語となった。

高エネルギー研究所における放射光実験施設やブースター利用施設の将来計画と、東大原子核研究所の大型ハドロン計画を推進し、高エネルギー物理学と加速器科学の将来を開く基盤を固めるために、高エネルギー研究所と東大原子核研究所を発展解消して新たに総合研究機構を形成する構想が山崎核研所長と菅原高エネルギー研所長によって提案された。この提案は数年間に亘って両研究所と東大評議会の三者の間で検討された後、1997 年春に実現し、新機構が発足した。新機構は、高エネルギー加速器研究機構と名付けられ、素粒子原子核研究所と物質構造研究所と

いう二つの研究所で構成されることになった。新研究機構の課題は「B ファクトリー計画」の完成と、「大型ハドロン計画」の実現である。そして、これらの研究活力を背景に次世代の高エネルギー計画である「JLC 計画」のお膳立てをすることにある。

「JLC」の「お膳立て」で必要なことは、加速器開発を中心であることは言うまでもないが、もう一つの大きな要素は国際化の努力である。特に、アジア諸国の研究者の参加を促し、欧米諸国に負けない力をアジアの中に育てることが、日本の大切な国際貢献である。国際化の努力はトリスタン時代から重ねられてきたが、「大型ハドロン計画」もアジアの加速器として意義あるものにしなければならない。新研究機構には、国際協力に対応できるシステムの構成という新しい課題がある。

### 理研・原研・放医研 ー 多様な日本の研究体制の強み

京大基礎物理学研究所・東大原子核研究所から高エネルギー研究所・東大宇宙線研究所・阪大核物理研究センターそして高エネルギー加速器研究機構という全国共同利用研究所を中心として発展してきた素粒子原子核研究の流れは、着実に日本の研究水準を上げ、世界に伍して大型計画を推進する力を身につけた。この基本は、学術会議傘下の研究者組織における厳しい議論を通じてまとめた研究者の総意に基づく立案を、文部省が受け止めて実現するという形であった。学術研究においては、研究者の意思に基づく研究計画の推進が基本でなければならない。研究者の総意を固めつつ計画を進めることは能率が悪く忍耐強く進めることが望まれる。しかし、それが日本の研究を力強いものに鍛え上げた。

このような共同利用研究所を軸とした研究体制が主流を作ったが、これとは異なった個別的な研究の流れが、共同利用研究体制の弱点となる部分を補ってきた。

原子核研究の分野では、科学技術庁傘下の理化学研究所、放射線総合医学研究所、及び原子力研究所が、文部省系の研究所と競争しつつ相補的な役割を果たしてきた。

日本最初の宇宙線研究やサイクロトロン建設など、数々の業績と人材を生み出した仁科研究室の伝統を引き継ぐ理化学研究所は、1960 年末頃から熊谷寛夫先生のリーダーシップの下に重イオンサイクロトロンを建設し、重イオン科学を推進してきた。原子核研究所のニューマトロン計画が挫折した後は、日本の重イオン研究をリードし、原子核の研究ばかりでなく、天体物理学・物質科学・生命科学への原子核物理の成果や技術の応用など、新分野を開拓し世界の注目を集める成果を上げてきた。これらの成果を背景に、次期計画として RI ビームファクトリー計画を推進している。

ニューマトロン建設を目指した重イオンシンクロトロンの開発研究の努力は、放射線総合医学研究所の医療用加速器の建設として結実した。

原子力研究所は、原子炉開発と並んで、放射線利用を重要な研究開発の柱としてきた。

研究開発は東海研のコバルト 60 照射施設を用いた放射線化学から始まったが、工業利用に対する産業界の期待に応えて 1963 年に高崎研究所が発足した。高崎研究所では、AVF サイクロトロンと 3 台の静電加速器による多種のイオンビームを用いて、ダブルビームやトリプルビームなど

の複合ビーム照射も行えるイオン照射研究施設、材料科学、バイオ技術などの先端的研究開発が進んでいる。東海研究所のタンデム加速器も、原子核・原子物理の研究の他に、重イオンビームの物質科学への応用に特徴を発揮してきた。

原子核研究所の電子シンクロトロンに始まった放射光利用実験は、高エネルギー研のフォトンファクトリーによって開花し、日本全国に大勢のユーザーを育てたが、関西地方にも施設が欲しいという研究者の希望に応え、また各種の利用に対する産業界の期待に支えられて、原子力研究所と理化学研究所が兵庫県に大型放射光施設 SPring-8 を共同建設した。SPring-8 は、8 GeV の電子加速器を本体とするいわゆる第3世代の放射光施設でフランスの ESRF、米国の APS と並んで世界の3大放射光施設の一つとなった。高エネルギー加速器研究機構のフォトンファクトリーも、旧トリスタンの 6-GeV 蓄積リングを放射光実験専用器とすることになっている。今後、東と西の放射光実験の競争と協調が研究を一層活発にすると期待される。

日本の研究体制は、このように幅広く多様的に構成されている。効率のみを重視し絶えず整理統合を図る欧米の体制に比べると、日本には余裕があると羨ましがられ或いは批判もされるが、学問の推進には多様性を尊重した姿勢が重要であり、日本の強みを発揮する環境が作られた。学術における東洋的な価値観と方法論を確立することが、いまや日本の研究者に課せられた重要課題である。



理研・理研放射光施設 SPring-8

## 第2章 原子力研究の歩み

### 原子核研究と原子力研究

基礎物理学の一分野である原子核研究と異なって、原子力研究はもっと社会との結びつきが強く国策的要素が大きい。その推進にあたっては、学界・産業界・政界にまたがる総合的判断を求められる場合が多い。学界と産業界それぞれの方法論の違いを認識し、それを乗り越えた協力関係の中で具体的な発展を求める推進策が望まれる。

日本の原子力研究が始まった 1950 年代における論争の主題は、いまなお続いている。近年になって起こっているいろいろな事件の原因には、当時にさかのぼって考えさせられる要素が多い。常に原点に立ち返って考えることが必要であろう。

### 茅・伏見提案 — 原子力研究の生みの苦しみ

1951 年にサンフランシスコ講和条約が調印され、翌 1952 年に発効し日本の占領状態が終結した。占領政策から解放された日本にも、原子力の平和利用を目指す運動が始まった。口火を切ったのは伏見先生であった。先生は副会長の茅先生に働きかけ、学術会議による検討が始まった。

核兵器開発と平和利用は両刃の剣であり、原子力の国際管理と情報公開の必要性は戦時中から N.ボアによって繰り返し訴えられてきた。1950 年にボアは国連への公開状を書いて世界に訴えている。生まれたばかりの学術会議も「原子力に対する国際管理の確立」を求めるアピールを採択した。

原子力の平和利用に対する期待は、海外で情報公開が少しずつ進むにしたがって高まっていた。1953 年には米国大統領のアイゼンハワーが「原子力を平和へ」という演説を行っている。日本では、茅、伏見両先生の他に、菊池先生、藤岡先生ら指導的位置におられる物理学者が原子力研究推進の必要性を説いておられた。

「原子力の平和利用」は原子力発電ばかりではない。中性子による物質科学、放射化法による微量分析、理学・工学・農学・医学にまたがるアイソトープ利用、中性子線による癌治療、など限りなく可能性が広がっている。おそらく、当時伏見先生や菊池先生が考えられた以上の発展があった。

「原子力問題の検討について」という茅・伏見提案は、学術会議の内外で激しい議論を呼んだ。なかでも、伏見・菊池先生の属する原子核研究者仲間の中に反対の声が強かった。原子核特別委員会では厳しい討論が重ねられた。原爆被災国の原子核研究者に対する責任意識の差が強く反映する議論であった。

結局、茅・伏見提案は日の目を見なかつたが、この討論の中で原子力研究推進上の数々の問題点が明らかになり、次に述べる原子力憲章伏見案作成の基礎となつた。

## 中曾根予算 – 政治家による原子力開発計画

学術会議の中で原子力研究推進の是非について厳しい議論を重ねているところに、突如改進党の中曾根代議士が与党の予算折衝において、原子炉築造予算を計上した。

この唐突なできごとは、学界との対立を生んだ。科学研究の健全な推進には研究者集団の意志を尊重した意思決定が最も重要な要素であり、学術会議で討論中のところを政治的な決定で押し切ろうというやり方は反発を買った。その上、言うに事欠いて「学者なんか札束で頬をさすれば言うことをきく」と代議士が言ったと報じられた。これは、その後の原子力行政に拭いきれない影を落とす結果となった。後の宰相、中曾根代議士の若き日のひとこまであった。

学界の方にも問題がなかったとは言えない。学者が協力しなければ原子力開発は進まないとする傲慢な考えが、陰に陽に感じられる議論が多かった。この姿勢もその後の原子力研究に暗い影を落としている。

中曾根提案は唐突であったが、決して一政治家の思いつきで出されたものではない。筆者がバークレーの日本料理店'トラヤ'の主人から聞いた話では、1955 年に中曾根代議士が米国に調査に出かけられた時、帰国途上にバークレーの研究所を訪ねられた。その時、この主人が中曾根代議士を研究所に滞在中の嵯峨根先生に紹介し、一席を設けた。(この主人は中曾根代議士の親戚だといっておられた。) この席で嵯峨根先生は原子力開発の重要性を熱っぽく説明された、その姿が印象的であったと主人は話していた。この主人によれば、これが中曾根予算の由来である。(実は、その前に東部のワシントンで科学官として滞在中の向坊先生に助言を受けられたそうである。)

## 原子力憲章 – 原子力三原則 – 原子力基本法

政治家のイニシアティブで原子力開発が進むことに危惧を抱いた伏見先生は、原子力憲章の草案を作られた。武谷先生も、原子力憲章の制定を強く訴えておられた。学術会議では、朝永先生が委員長の原子核特別委員会と第4部会長の藤岡先生が委員長を務められる 39 委員会(後に原子力特別委員会となる)で原子力研究についてさらに検討を進めていた。

原子力憲章の伏見案は早速原子核特別委員会での討議にかけられた。続いて藤岡委員会でも討議され、1955 年春に学術会議総会が声明を発表した。これが、原子力平和利用に関する「公開・自主・民主」の三原則を謳った声明である。

1956 年になって、原子力関係の三つの法案が成立した。原子力基本法、原子力委員会設置法と日本原子力研究所設置法である。原子力基本法には、公開・自主・民主の三原則が盛り込まれていた。

## 原子力基本法 第一章第二条（基本方針）

原子力の研究、開発及び利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで国際協力に資するものとする。

## 原子力研究所 – 原子力技術の輸入から国産化

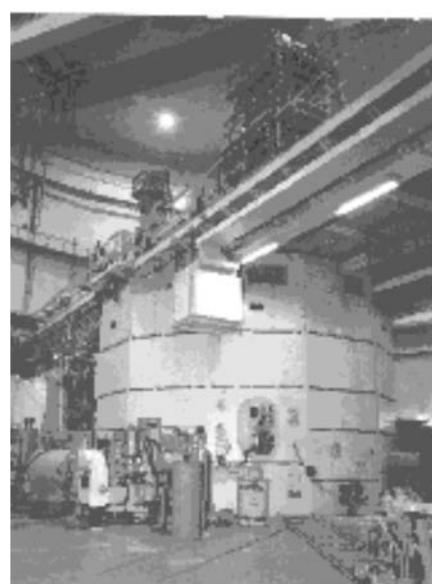
1956年、日本原子力研究所が特殊法人として発足した。原子力研究所の役割は、先ず諸外国の原子力技術を導入し、国産の技術を育てることにあった。原子炉は、先ずウォーターボイラー型と呼ばれる小型で50kWの濃縮ウラン軽水型一号炉「JRR-1」が米国から輸入された。1957年に運転が始まった時は小型のオモチャのような原子炉でも大変感激したものである。続いて、1960年に完成した濃縮ウラン重水炉である「JRR-2」も米国から輸入された。輸入原子炉の建設と並行して、純国産原子炉「JRR-3」の設計・建設が、国内のメーカー4社と共同で進められた。1962年に「JRR-3」が完成した時、日本の原子炉建造技術は世界に追い付いたと強く感じたものである。これらは、いずれも研究炉であったが、1963年には動力試験炉「JPDR」が完成し、東海村にわが国で最初の原子力発電による灯火が輝いた。

原子炉の他の技術も同様であった。技術の輸入から国産化、そして独自の技術の開発という流れが着実に進んだ。中性子核データの集積、放射線の計測と管理、放射性廃棄物の処理、関連応用技術の開発、などなど原研のレパートリーは広がった。

動力炉開発も原研の重要な使命であった。米国から輸入した動力試験炉「JPDR」の建設から始まった動力炉開発は、炉工学の研究、燃料開発や、高速炉の開発と進められた。しかし1962年に動力炉・核燃料開発事業団(動燃事業団)が発足すると原研の役割は変わり、安全性の研究、核融合研究、基礎研究等に重点が移った。



原研1号原子炉「JRR-1」



原研国産1号炉「JRR-3」

## 基礎研究と応用研究 ー 筆者の4年間の経験より

原子力研究が、伏見先生を始め多くの先生方のご努力によって始まり日本原子力研究所が発足したいきさつを前に述べたが、この時に残した大きな問題は今までなお尾をひいている。

原子力研究所が発足したとき、原子核研究者の多くは原子力研究の開始に冷淡であった。ほぼ時を同じくして原子核研究所が発足したことは大きな要因であったが、元はといえば、米軍によって原子核研究が禁止された時、ローレンスをはじめ多くの人が原子核研究と原子力研究の違いを強調し基礎研究の重要さを説いたことに遠因があると思われる。応用研究に対する考えが未熟であったといえよう。しかし何よりも大きな理由は「学者なんか札束で類をさすれば言うことをきく」という中曾根代議士の暴言であった。

原子力研究所の発足に際し優れた人材が集められるかどうか心配された。人集めのために、特殊法人である原研の給料は公務員の3割増しとされた。1957年に最初の人事公募が行われ、大学卒、大学院卒、或いは大学の助手級の人達約50名が入所した。筆者もその一人であったので言いにくいが、原子力開発に夢をもった優秀な若手の集団であった。

次の年もその次も同じようであった。原子核研究者に冷たくされても困ることはないように思えた。

日本の原子力の曙に接し、大きな夢を抱いた原研一期生の集団ははりきっていた。一緒に寮生活を送り論文紹介などの勉強会を定期的に持っていた。熱中性子炉は40歳代の人がやればよい、高速中性子炉は30歳代の仕事で、われわれ20歳代は核融合の勉強をしようと言ってスピーチツアーワークの教科書を輪講した。

しばらくして誰もがそれぞれの職場で気がついたことがあった。原子力研究所の使命は、世界からはるかに遅れている日本の原子力技術を向上させるため、ひたすら外国の技術を学ぶ或いは真似ることであった。若者が抱いた夢とはずいぶんかけ離れたものであった。

原研には、民間企業から来られた人や、国立試験研究機関から来られた人も多く、大学の雰囲気とはまるで違っていた。結局、若手の夢は壊れ国策としての原子力開発の中でその機械の歯車のように黙々と働く人達になった。或いは、雰囲気に馴染めないで大学に逃げ出す人も少なくなかった。その頃には大学にも原子力関連の講座等が設けられ、原研から飛び出した人達が活躍を始めた。

特殊法人原子力研究所の前身である財団法人原子力研究所の理事長をなさっていた石川一郎経団連会長が、若手数人を相手にして、基礎研究は無用の用というものであり大切にしなければならないと話をされたことがあった。国策事業を進めていた研究所においても基礎研究が大切であるというお考えに啓発されたことを思い出した。あの頃の原研には、基礎研究を進める余裕がなかったことは理解できるが、結果として若手研究者を失望させたことは否めない。

原子力研究所はその使命を果たし原子力開発における日本の遅れを完全にとりもどした。研究所を設立した目的は立派に果たされた。しかし、国策としての目的研究を使命とする研究所であるから、当然研究計画の決定に若手が参加する機会は少なく、常にタガをはめられたような研究所の雰囲気ができてしまった。外部の協力者も、それを原研の体質としてうけいれた。

目的研究を重視し基礎研究を軽視した結果原子力事業は優秀な人材を育てる力を失った。やがて、原子力開発が原子力発電会社や、動力炉・燃料公団などの手に移ると、その傾向はますます強まつた。その上、いわゆる原発反対運動の暗い影が優秀な若者を原子力から遠ざける結果となり、原子力事業に優秀な人が集まらなくなつた。最近の動燃の事故隠しなど原子力関係のトラブルの原因はそのようなところにあることを見逃してはならない。

日本の原子力研究は、再び人材について考える必要にせまられている。原研は創設当初の心配は乗り越え人材を集めてここまできたが、原子力が普及し、広がつてくるにしたがい、例えば動燃の手に移るようになってくると、優れた人材の不足が目だつてきた。質の面での人材不足である。石川経団連会長の言葉が思いだされる。

さて、原研自身は一気にかけ上つて世界に追い付いたところで、いくつかの新しい事業に取り組み、基礎研究の重視する方策に移行した。加速器科学、特に加速器を用いた応用分野の開拓を高崎で始め、また理研と共同で Spring8 の建設を始めた。原研の本来の強みを発揮できる中性子物理やその他の物質科学を中心プログラムとする先端科学推進センターも設置された。そして、何よりも原研の新しい目玉として核融合研究が那珂研究所で始まつた。これらの研究はいずれも、研究者の創意をかきたてるものである。

原研の手を離れた高速炉計画や、プルトニウム処理なども、政策的目的に振り回されずに優れた研究者の創意を活かす道を選ぶべきであるが、新体制が組めるか計画を縮小するかの分岐点に立つてゐる。

## 核融合研究

1958 年にジュネーブで、国際原子力機関主催の第 2 回原子力平和利用国際会議が開かれた。この会議で米・英・ソなど世界の各国は、それまで秘密裡に進めてきた核融合の研究を競って公開し、それぞれの国で大型の実験装置の建設に乗り出した。

核融合反応の研究は、核分裂反応より早く 1920 年代から研究が始まっていた。核分裂反応が発見された 1938 年を核エネルギー利用の可能性が開かれた年であるとするならば、その次の年 1939 年は、ベーテにより星の熱源が核融合反応であるという説明が提唱され、核エネルギーの重要さが示された年であった。

核分裂反応のエネルギーを用いる原子爆弾と同じように、核融合反応による膨大なエネルギーを人為的に利用した最初の例も残念なことに水素爆弾であった。軍事利用から始まる核エネルギーの利用は、いつも暗い影を伴い秘密主義に陥る。核融合研究の秘密主義は 1958 年までであった。ニールス・ボアはいち早く公開による核エネルギーの平和利用を唱えていた。

## 核融合開発計画の A・B 論争

第 2 回原子力平和利用国際会議の後、日本でも核融合研究への取り組みを始め、原子力委員会に湯川先生を部会長とする核融合専門部会が設置された。学術会議にも伏見先生を委員長とする核融合特別委員会が設けられた。日本の核融合研究の進め方として、A 計画と B 計画の二つの考え方について全国的論争が重ねられた。

A 計画とは、大学などの基礎的な研究と研究者の養成から次第に積み上げていこうという考え方で、B 計画では、外国と肩を並べるような大型実験装置を直ちに造って研究と技術開発を進めようという考え方であった。

A 計画・B 計画論争は、1960 年にまとめられた湯川部会の報告書で終結し、A 計画がとられた。つまり、大学などの基礎研究による積み上げを重視し、大型装置の建設を直ちに始めるという考えは後退した。大型装置を建設するとなると、日本原子力研究所が担当することになるが、その副理事長でもある嵯峨根先生が、核融合専門部会の委員として B 計画は時期尚早で研究者の育成が必要であるというお考えであったことが A 計画を選ばれた理由の一つであったようである。

学術会議の核融合特別委員会でも、伏見委員長を中心にして、別の立場から議論を重ねたが、激しい論争の後やはり文部省の下で A 計画を進めることとし、名古屋大学にプラズマ研究所を設置することとした。初代の所長に伏見先生が着任された。核融合研究のセンターができた一方で各地の大学でも、それぞれの小型核融合実験装置の建設が進んだ。

プラズマ研究所が発足し伏見先生が所長になられたところで、核融合特別委員会の委員長は嵯峨根先生が就任された。

伏見所長のもとに始まったプラズマ研究所の運営委員会の委員長も嵯峨根先生が引き受けられた。両先生のリーダーシップによる最初のお仕事は、全国共同利用研究所としてのプラズマ研究所の在り方を明らかにすることであった。第1章で述べた東大原子核研究所とは大いに違っていた。つまり、原子核研究所の場合は、加速器という大型装置を建設し加速器を全国の研究者が共同利用することが主眼であったが、プラズマ研究所の場合は、プラズマ装置建設の設計の段階から、製作・試験の全ての段階を共同で行うことであった。この指摘は極めて重要であった。

## 核融合開発 B 計画への道

A・B 論争の結果、B 計画は捨てられたわけではなく、先ず A 計画で出発し、情勢を見ながら B 計画に取り組むという認識であった。

A 計画の軸となるプラズマ研が発足し順調に軌道に乗り始めたところで、核融合特別委員会はその特別任務を終えたということで発展的に解消し、1966 年から原子力特別委員会の核融合部会に変わった。嵯峨根先生は引き続き部会長として核融合研究の推進に腐心された。

プラズマ研究所設立以後の核融合研究計画は、核融合研究者の組織である核融合懇談会を中心に熱心に討議された。その意向を受けて、1966 年に学術会議の核融合部会が第二次将来計画案を採択した。これは計画案をまとめた第二次将来計画小委員会(関口委員長)が"総合装置的アプローチ"という言葉で表わしたように、物理と装置技術を総合した大型装置を科学技術庁傘下の研究所に建設するというもので、B 計画案の精神に近いものであった。B 計画について時期尚早論を唱えられた嵯峨根先生であったが、この段階で時期が熟したと考えられたのであろう、原子力委員会に働きかけ、丁度 5 年目の改訂期を迎えていた原子力開発利用長期計画の中に採り入れられるよう努力を重ねられた。

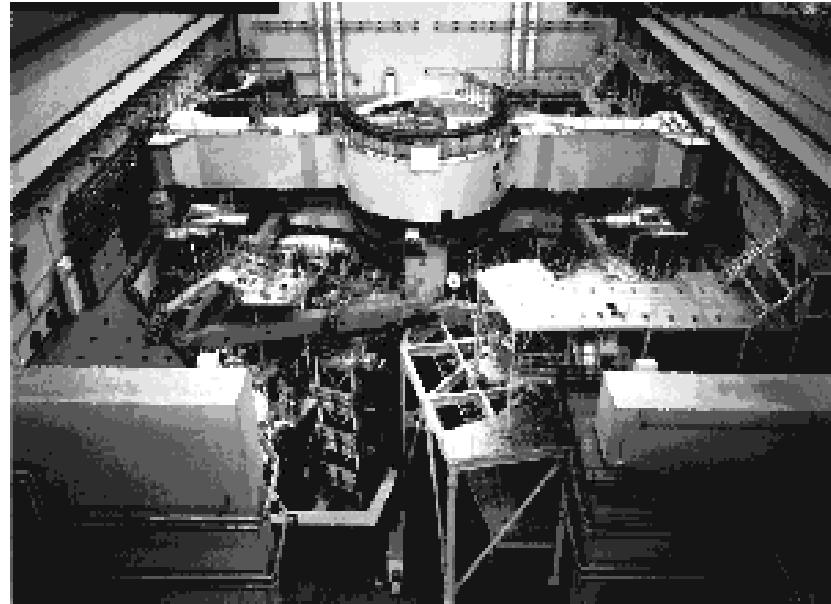
新しい「原子力開発利用長期計画」は 1967 年に決まり、1969 年から原子力予算の中に「原子力特定総合研究・核融合研究」が計上された。この総合研究計画の推進を担当するのは、当然日本原子力研究所であった。原研は直ちに、核融合研究をその主要事業としてとりあげ、研究実施に向けて体制を固めた。

原研はトーラス磁場装置の研究開発を主課題として、JFT-1(1969 年完成)、JFT-2 (1972 年完成) を建設し、最終的に 1975 年には目標値を超えて、電子温度 1,000 万度、イオン温度 200 万度を記録した。

原研がトーラス磁場装置 JFT-2 の建設を進めている最中に、世界の核融合研究に大きな変化が起こった。ソ連のトカマク型トーラス磁場装置(T-3A) が画期的な成果を挙げ、世界の核融合研究がトカマク方式を中心に動き始めた。お家元のソ連の T-15 をはじめとして、欧州連合の JET 計画(1972 年発足)、米国の TFTR 計画(1973 年発足)が始まった。

1975 年に原子力委員会は「第二段階核融合研究開発基本計画」を策定し、核融合研究を国のプロジェクトに指定した。基本計画の中心は、臨海プラズマ試験装置 JT-60 の建設であった。トカ

マク型装置 JT-60 の目標は、数千万度から一億度の温度で密度と閉じ込め時間の積を $(2\sim6)\times10^{19}$ 秒/m<sup>2</sup> のプラズマを実現することであった。この目標は 1987 年になってみごとに達成された。この成果は、欧洲の JET や、米国の TFTR と肩を並べ世界の炉心プラズマ開発のトップ水準に達するものであった。



原研核融合炉「JT-60」

次の段階は、世界のどの国も独自の力には限界が見えてきたので、国際共同事業として進めることが必要になり、日本・アメリカ・欧洲連合(EU)・ロシアの共同で進める国際熱核融合実験炉(ITER)計画に取り組んでいる。

### A 計画が培った日本の強み

1960 年に湯川部会が A 計画推進を決めたとき、委員であった菊池先生は日本の核融合研究の遅れを大変憂慮されたそうである。世界では、次々と大きな実験装置の建設が進む様子を見て焦りを感じる人は少なくなかったであろう。実際この決定は、日本のトップクラスの核融合研究者の海外流出をおこす結果となった。しかし核融合研究の進歩は、その時に焦りを感じたほど速くはなかった。30 年以上も年月を経た今になって考えると、プラズマ物性の研究を中心とした基礎的研究と人材養成に力をいれた A 計画の選択は正しかった。国際競争がとりわけ厳しかった核融合研究計画の中で、日本の核融合研究の実力をじっくりと培い、世界のトップの水準に躍り出た。

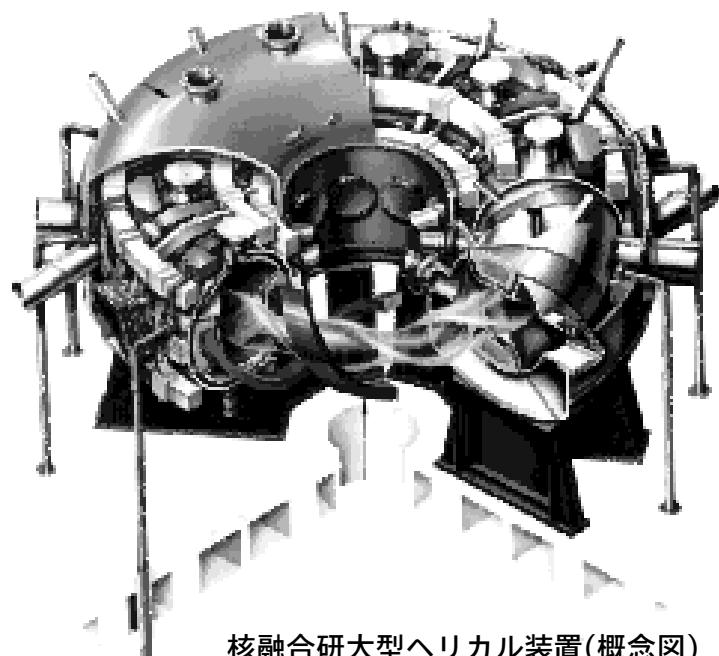
A 計画は日本の核融合研究に広さと深みを作った。科学技術庁の傘下で原子力研究所が JT-60 計画によって世界各国と肩をならべて国際的な競争と協力に参加している一方で、文部省傘下のプラズマ研や各地の大学では、基礎研究を進めると共にトカマク型以外の方式によるアプローチ

をも追及し幅広い研究体制を作ってきた。例えば、東大は逆転磁場ピンチ(RFP)方式、筑波大学はタンデム・ミラー方式、京大はヘリカル系というように、各大学が競ってそれぞれプラズマの磁気閉じ込め方式の研究に取り組んできた。

大阪大学では慣性閉じ込めのためのレーザー核融合装置「激光X II」の建設が進んだ。レーザー核融合の研究は、米国では悪名高い SDI 構想にのって進めたが日本は大学の基礎研究として進められた。この違いは大きいものであった。日本の研究者は自由に発表できるのに米国の研究は秘密主義の暗い陰を背負っていた。この強みにより日本の研究が世界を支配した。

世界の3大トカマクの運転開始が近づいた 1982 年頃から各大学の核融合研究者は大学における研究の在り方について検討を始めていた。熱心な議論を重ねた結果、トカマクの開発は次期計画をも含めて原研に任せるとして、大学側ではトカマク方式にない良さを潜在的にもつと考えられ京大ヘリオトロンなどで研究されていたヘリカル系の方式に力をいれることに決めた。その研究の強化のために、名大プラズマ研究所、京大ヘリオトロン核融合研究センター、広島核融合理論センターを統合して大学共同利用機関「核融合科学研究所」が設置された。

A 計画は文部省、B 計画は科学技術庁で進めるということになったが、この分担による研究開発の進め方は、プラズマ物性という最も基礎的な物理の研究と炉工学という最も工学的な開発研究にまたがる核融合科学の開発に理想的な形を作った。これは、日本固有の特徴となり、研究の多様性を尊重する日本の科学の強みを発揮する模範となった。



核融合研大型ヘリカル装置(概念図)

## [ II ] 大型研究を支えた研究体制

## 大型研究を支えた研究体制

### 新生日本の学術体制刷新の努力 — 学術会議の誕生まで

日本学術会議誕生の物語を聞くと、日本国憲法の誕生物語を思わせるところがある。憲法が、GHQ(占領軍総司令部) のイニシアティブにより理想に満ちた民主主義を植え付けたように、学術会議は GHQ 科学顧問のイニシアティブによって研究者民主主義の基礎を作った。

第一部の冒頭に紹介したように、戦後の科学技術に関する占領軍の政策は極めて粗っぽいものであったが、やがて米国内にも批判が生まれてきた。そこで、GHQ に本当の科学者を顧問として入れることが必要であるということになり、1948 年に H.C. ケリーという物理学者が GHQ の科学技術部に赴任してきた。

ケリー氏は、精力的に各地の大学を訪問し日本の学術体制について学者の意見を聞いてまわったそうである。北大を訪ねて化学科の堀内寿郎教授と話した時、同教授から日本にも学士院があるが単なる栄誉機関のようなものでアメリカの科学アカデミーのように積極的な活動はしていない、新しい組織を創る必要があるということを聞いた。

ケリー氏は、早速この問題に取り組むことにして、堀内教授の助言により東大植物学科の田宮博教授に学術体制の刷新策を建てるように求めた。田宮教授は、その頃北大から東大に移られた物理学科の茅誠司教授に協力を求め、また英語に強い人について欲しいというので同じ物理学科の嵯峨根遼吉教授にも協力を求め、田宮・茅・嵯峨根の「3 人組」を作つてケリー氏との交渉を重ねられた。

「3 人組」が中核となって科学渉外連絡委員会(通称 SL: Science Liason Group) を形成し、さらに工学系の EL、医学系の ML、農学系の AL ができたそうであるが、これらは GHQ のケリー氏側の刷新努力であった。一方文部省の側では、戦前から日本の研究体制を構成してきた学士院、学術研究会議、学術振興会を改組しようという動きが、学術研究会議の建議に基づいて始まっていた。学術研究会議や文部省でいろいろな議論を重ねたが、3 団体の改組は内部の反対にもあって進まなかつた。そこで、GHQ の方から改組案は白紙に還してもっと全国的な視野で民主的な審議をするようにという助言があり、SL などの渉外連絡委員会は文部省の世話で学術体制世話人会に移行し、さらに学術体制刷新委員会が作られた。会長は東大工学部の兼重寛九郎教授であった。こうしてできた学術体制刷新委員会が、学術会議の構想を固めた。

### 日本学術会議の誕生 — 研究者の意思決定機関

日本学術会議は 1949 年 1 月に発足した。

学術会議は、学者の集団から選出された会員が構成する政府機関であって、学術政策をはじめ学術上の諸問題について政府に建言するものである。総理府に直結し、政府予算で運営されるが、政府の中にあっても独立して学者集団の意志を代表し発言する機関として生まれた。創立時の理想に基づき、始めのうちは、学者集団の代表としての機能を充分に発揮したが、30年も40年も経つと、政府の機関であるが故に力を失っていく。

第1、第2章で述べたように、原子核科学の分野では研究体制の整備と大型研究計画の推進に学術会議が果たした役割は極めて大きかった。茅、朝永、伏見、坂田先生らの強いリーダーシップと研究者集団の強い団結によって、物理学の分野が突出した感じが強い。桑原武夫先生に「物理帝国主義」だと批判されても、なお、原子核分野の研究者は学術会議を研究者の意思を集約する場として重視し、研究者の意思に基づく研究計画の審議と推進に利用した。学術会議の総会や部会ではなく、研究連絡委員会あるいはその下部組織である研究者集団の段階で厳しい検討を進めてきた。

とりわけ、物理学研究連絡委員会とならぶ組織として、原子核だけ特別扱いした原子核特別委員会が設けられたが、朝永先生を委員長とするこの委員会の活動は、特別に活発であった。原子核特別委員会が特別であった理由は、やはり、原子核研究の成果が恐ろしい大量殺人の兵器に使われたということに対する反省が人一倍強かった物理学者の集団だったからである。学術会議は、原子核特別委員会のイニシアティブにより、核兵器反対に関する声明の発表や、原子力平和利用に関する三原則の提唱などに取り組んできた。

しかし、もう一つの理由は、朝永先生独特の議事運営術にあったと伏見先生は書いておられる。朝永議長は、全ての人に言いたいことを精一杯言わせて皆が疲れた頃を見計らって議長が決めてしまうというやり方で有名であった。この朝永流会議運営術は、徹底的に意見を述べあうという原子核研究者の習慣を育てたという点で重要である。この時以来、原子核研究者の社会では平気で下剋上がまかり通るようになった。そのようなことがあって、原子核研究者の社会は、ボトムアップの意思決定方式を何よりも大切とする学術の世界で理想的な発展を遂げてきた。

学術会議とその下部組織における真剣な討論を経て、共同利用研究所の体制が作られ、東大原子核研究所が生まれ、次には大学共同利用機関の第一号として高エネルギー物理学研究所が生まれたことは第1章で論じてきた。この流れは当然他の分野にも広がり、東大物性研究所、阪大蛋白質研究所などが、また、大学共同利用機関として宇宙科学研究所や、生物系の岡崎国立共同研究機構などが次々に生まれた。

## 学術会議の光と影 — 学術会議改革

学術会議は、発足に当たって表明した科学者としての決意に基づいて、戦前戦中の科学者の態度を反省し、文化国家・平和国家建設の基礎としての科学を通じ社会的貢献と責任を果たしつつ科学の向上発達を図り、学術の進歩を支えてきた。文化財の保護、科学情報の整備、大学の運営、科学研究費の獲得、科学者の身分保証など、戦後の日本の研究・教育環境を整える努力を重ね、

他方では、原子力の国際管理、原子力三原則、核兵器反対など科学者の良心に訴える声明を採択することにより日本の科学者の心の奥深くに科学の軍事利用に対する厳しい批判精神を植えつけた。

### 学術会議の声明：第1期から第12期まで

#### 1期

- ・日本学術会議の発足にあたって科学者としての決意表明
- ・原子力に対する有効な国際管理の確立要請
- ・大学等学術研究機関の人事については学問・思想の自由を尊重することを念とすべきことについて
- ・戦争を目的とする科学の研究には絶対従わない決意の表明

#### 2期

- ・科学者の生活擁護につき世論に訴える
- ・破壊活動防止法案の成行に重大な関心をよせる声明
- ・選挙において科学者の良心に恥じない行動を期待する声明

#### 3期

- ・原子力の研究と利用に関し公開・民主・自主の原則を要求する声明
- ・原子兵器の廃棄と原子力の有効な国際管理の確立を望む声明
- ・核エネルギーの平和的的利用に必要な国際的取り決め実現のため世界の科学者の協力を呼びかける声明
- ・わが国の政治のあり方についての日本学術会議の見解に対し、国民の支持を要望する声明
- ・原子力平和利用の研究開発に関する声明

#### 4期

- ・Appeal to Scientists throughout the World on Prohibition of Atomic and Hydrogen Bomb Test.
- ・Appeal to Scientists in the USSR on Prohibition of Atomic and Hydrogen Bomb Test.
- ・Appeal to Scientists in the USA on Prohibition of Atomic and Hydrogen Bomb Test.
- ・Resolution in Support of the Statement of the International Meeting of Scientists at Pugwash.
- ・科学技術者の待遇の根本的改善に関する声明
- ・Appeal to Scientists throughout the World on Prohibition of testing Atomic and Hydrogen Bomb Test.
- ・Appeal to Scientists throughout the World on Prohibition of testing Nuclear Weapons
- ・学問思想の自由を守るために一層の努力をつくすことを改めて誓う声明
- ・基礎科学研究の振興のために政府の有効適切な措置と国民の理解と支持を望む声明

#### 5期

- ・Reported Plan for Nuclear Test in Sahara
- ・基礎科学振興に関する5原則の確認とその目的実現のため一層力を尽くすことの声明
- ・科学の国際協力についての日本学術会議の見解
- ・Appeal to Scientists throughout the World on Suspension of testing Nuclear Weapons.
- ・米国の大気圏内核兵器実験再開決定に際し内外の科学者に呼びかける
- ・大学管理制度についての声明

#### 6期

- ・大学管理制度について
- ・原子力潜水艦の日本港湾寄港問題について

#### 7期

- ・軍事目的のために科学研究を行わない声明
- ・科学者の待遇改善について
- ・科学研究費補助金について

#### 8期

- ・大学問題について
- ・行政機関の職員の定員に関する法律(案)に関する声明
- ・日本学術会議のあり方を根本的に検討するにあたって
- ・いわゆる大学正常化に関する文部事務次官通達について
- ・大学問題について全国の大学および科学者に訴える
- ・大学の教員人事について全国の大学に訴える
- ・公害の激化にあたって科学・技術者に訴える。
- ・沖縄の自然保護と文化遺産の保存について
- ・学問・思想の自由を守る決意を新たにする声明

## 9期

- ・インドシナ地域における破壊的戦争行為について内外の科学者に訴える
- ・筑波大学に関する声明
- ・筑波大学新設に関連する諸法案について声明
- ・日中国交回復、特に学術交流の再開に際し、日本の科学者に訴える
- ・会員選挙に関する声明
- ・筑波大学関係法の成立にさいして
- ・在日韓国人科学者の人権の保証について
- ・科学工作者の地位に関するユネスコの国際勧告について
- ・インド核爆発実験について
- ・国土開発に関する提言

## 10期

- ・我が国におけるDNA分子組換え研究の進め方に関する日本学術会議の見解

## 11期

- ・原子力研究・利用三原則要求声明25周年に際しての声明
- ・科学者憲章について
- ・国際紛争の平和的解決の必要性について
- ・騒音問題の重要性を訴える
- ・放射性物質を使用する際に心構えについて科学者・技術者に訴える

## 12期

- ・国際障害者年に関する声明
- ・日本学術会議の改革について
- ・炭鉱災害防止のための研究体制の確立について
- ・国際地球観測百年記念に際して
- ・核戦争の危機と核兵器廃絶に関する声明—第2回国連軍縮特別総会にさいして
- ・日本学術会議改革要綱の決定に際して
- ・日本学術会議法の一部を改正する法律案について

## 学術会議が行った研究所・研究センター等設立の勧告・要望・申し入れ

- 1期 国立癡研究所、温泉研究所
- 2期 原子核研究所
- 3期 国立放射線基礎医学研究所、物性物理学研究所
- 4期 数理科学研究所、自然史科学センター、海洋総合研究所、プラズマ研究所
- 5期 国際地震工学研修所、極地研究所、宇宙科学研究所、関西原子炉実験所
- 6期 霊長類研究所、分子科学研究所、大気物理学研究所、固体地球科学研究所
- 7期 生物研究所、生物科学交流センター、古生物研究所、国語・国文学研究資料センター、結晶学研究所  
微生物株センター、総合地誌研究所、基礎育種学研究所、人間行動研究所、人体基礎生理学研究所  
高等生物センター、実験動物センター、基礎有機化学研究所、生物物理基礎研究所、構造工学総合  
研究所
- 8期 高エネルギー物理学研究所、社会資料センター、水資源科学研究所、生物活性研究所、錯体化学研究所  
第四紀研究所、複合材料研究所、原水爆被災資料センター
- 9期 混相流研究所、日本教育情報センター、システム科学研究所
- 10期 生体工学基礎研究所、生態学研究所、エネルギー工学研究所、鉱物資源・エネルギーに関する研究  
センター、ヨーロッパ語系人文社会研究情報センター
- 11期 基数理研究所、系統生物学研究所、医学教育会議、国立老化・老年病センター、  
発展途上国からの留学生を対象とする情報センター、医学情報センター、
- 12期 国際考古学博物館

日本学術会議は、こうして左手で科学者に道義をそして社会に正義を訴えつつ、右手で日本の科学の推進に必要な研究資金の獲得や研究環境の整備に努めてきた。各研究分野の研究者の意思を討論を通じてまとめ、研究所や研究センターの設立を政府に勧告、要望、或いは申し入れを重ね日本的研究の基幹を築いてきた。

この日本の研究者の姿勢は、例えば米国の研究者達と著しい対照をなしている。

米国には、原子核研究に対する政府の出資は戦時研究の成果に基づいていると信じてその恐ろしさを省みない研究者が少なくない。この人達が研究費を獲得する論理には、科学者の良心が全く見られない場合が多い。例えば、SDI に結びついて資金を得たレーザー核融合の研究である。トリチュウムの軍事的価値を唱えて研究所の保身を図る指導者もいる。日本では想像もできないことである。

日本の研究者は、戦後の荒廃の中から立ち上がる努力の中で、厳しく苦しい環境に耐え科学者の良心を守ってきた。そして、社会に対し核兵器の脅威を訴え、放射能についての知識を普及するなどの努力を重ねた。

日本学術会議の毅然とした姿勢は、声明として表明されることが多かったが、そのなかには政界・財界の耳に逆らうことも少なくなかった。破壊活動防止法案、大学管理条例など自民党政の政策を厳しく批判する声明は、明らかに自民党政の中の学術会議批判を煽った。総理府所轄の機関である学術会議が、政府批判を繰り返すことは困ったに違いない。

学術会議第2期のころ、吉田内閣が学術会議の文部省移管或いは民間移管を検討したことがあった。学術会議は第2期最後の総会で要望をまとめ、また、第3期の冒頭の総会でも政府に対する申し入れを採択して移管を回避することに成功した。

しかし、その後にも学術会議の足元を揺さぶるような立法・行政措置が続いた。

1956 年に科学技術庁が設置され、1959 年には科学技術会議が創設された。また、1967 年には文部省に学術審議会が発足した。特に、学術審議会が発足したことにより、学術会議における審議に基づいた勧告や要望の重みがなくなってしまった。

このような状況に対し、学術会議の中にもその「在り方」を検討し改革を進める努力が始まっていたが、学者の議論はなかなかまとまらなかった。そうこうするうち、1981 年になって突然に、鈴木内閣の中山太郎総務長官が改革問題に火をつけた。中山長官が、きっかけとして取り上げたのは国際会議への科学者の派遣問題であったが、会員の公選制に対する 政府自民党政の反発が背景にあった。会員の公選制により反政府的な左翼勢力の学者が学術会議を牛耳っているという考えであった。伏見先生は、この時の第 12 期会長として矢面に立ち想像を絶する苦労を重ねられた。

結局 1983 年の秋に「日本学術会議法の一部を改正する法律案」が国会を通過・成立し、学術会議は大幅な組織改編を強いられることとなった。直接選挙による公選であった会員の選出は、学・協会が選んだ候補者の中から同じく学・協会が指名する推薦人が選考し、内閣総理大臣が任命するというように変わった。

会員選出方式の変更が学術会議の性格を変えた要素は無視できない。しかし、何よりも政府自民党政の主導によって進められた改革は、研究者の総意に基づいて学術政策を立てるという精神を踏みにじるものであった。このことは、その後の学術会議の運営の中で陰に陽に反映し、創設当初の学術会議の理念が希薄になっていく原因となっている。

学術会議に影を落とす要因は、自民党政と左翼的研究者ばかりではない。むしろその他の要素を考える必要があろう。次のようなことが考えられる。

- (1) 研究者の意思決定機関として、学術会議に期待する研究者が少なくなった。学術会議会員であることを名誉職のように勘違いしていたり、例えば、国際会議の主催や代表派遣だけに多くの期待をもつ委員が多い。--- 分野による意識の差も大きい。
- (2) 大学関係者にとって重要な学術政策は、文部省の学術審議会が責任をとるので、学術会議の役割は明らかでない。--- 吉田内閣時代に文部省所轄にしておけばよかつた。
- (3) 学術会議が政府機関であるために、政府に対する独立性が保てなかつた。--- 民間移管により真に研究者を代表する機関となることも考えるべきであろう。
- (4) 全分野にまたがる組織であるために、総意をまとめられない。--- 特定の分野毎にアカデミーを構成することを考えるべきであろう。

このように考えてくると、各分野毎に分かれてアカデミーとか、リセウムのような民間の組織を多数作ることが健全な学術の発展に必要であるという気がしてくる。しかし、それはまさに原子核分野にある素粒子論グループ、高エネルギー同好会、原子核談話会、CRCのような組織である。これらの研究者集団における研究者の意見の集約を尊重する学術政策と、健全な討論に基づいて研究計画を推進できる研究者集団の自主的な努力が望まれる。

### ICFA - 大型加速器による共同研究を支える国際的研究者組織

日本に学術会議があり、その中に物理学研究連絡委員会があるように、研究者の国際的集団として世界の主要国が参加する ICSU(International Council of Scientific Unions)があり、その中に IUPAP(International Union of Pure and Applied Physics) がある。IUPAP の中には物理の各分野に対応して C1 から C19 までの Commissions がある。その一つ、C11 Particles and Fields' は、高エネルギー物理のコミッショナである。

1977 年に、C11 の提案によって ICFA(International Committee for Future Accelerator) が IUPAP の下部機関として設立された。委員会の任務は、次のように定められた。

- ◆ 国際協力による超大型加速器「VBA(Very Big Accelerator)」に関する諸問題の研究のためのワークショップを企画するとともに、その建設と利用についての枠組みをつくること。
- ◆ 地域的施設の将来計画に関する情報交換のための会議を組織し、共同研究や共同利用についての助言をまとめること。

高エネルギー加速器が次々と大型化し、一つの国では支えきれない規模の超大型加速器が必要になることは目に見えていた。そこで国際協力による加速器建設の道を開こうということが ICFA の一つの狙いであった。しかし、この考えは米国とソ連の大主義が罷り通っている時代には難しいことであった。

1983 年に米国のフェルミ国立研究所で開催された ICFA の会議では、米国の SSC 計画が主な

トピックスとなり、これは ICFA が考える VBA の規模であるから ICFA で議論して国際協力で計画を進めようという考えが出されたが、米国は自国の計画であると言わねば国内で政治家の支持が得られないという事情があり、また、ヨーロッパの委員は CERN の LEP の次期計画である LHC 計画と競合するということを心配したので、SSC を VBA として国際協力で推進するという考えは成立しなかった。

ICFA は、このような困難を抱えていたが、それでも高エネルギー研究の国際協力態勢を着実に固めてきた。ICFA セミナーや、ICFA ワークショップを主催して、物理の勉強の他に、超伝導技術や計算機科学など加速器・測定器に必要な先端技術の開発に関する情報の交換や共同研究の話し合いを進めた。

ICFA の活動が生んだもう一つの重要な成果は、大型加速器の共同利用に関する「ICFA ガイドライン」の設定である。ここには、国際協力の原点ともいえる基本理念が込められている。

### 「ICFA ガイドライン」－大型装置国際共同利用の基本理念

1980 年に CERN で開かれた ICFA の会議で、大型加速器の国際的共同利用について次の「ガイドライン」が採択された。

将来、高エネルギー研究のための主要な実験施設、特に大型加速器と衝突型加速器は、少数しかなくしかも異なった形式のものが世界の異なる地点に分かれて点在することになると考えられる。そして、世界各地の研究者はこの数少ない実験施設を利用して研究することを望むと考えられるので、これら各地域の実験施設の他地域の研究者による利用について、実験施設を運営している研究所が共通して以下の方策をとることを提案する。

- (1) 実験の採択および優先順位は、実験施設を運営している研究所の責任で決定する。
- (2) 実験の採択および優先順位の決定の基準は次の通りとする。
  - (a) 学術的価値、(b) 技術的実行可能性、(c) 実験グループの能力、(d) 必要な財源の入手
- (3) 実験の採択および優先順位の決定は、グループの国籍や所属機関などによって影響されるべきではない。
- (4) 実験に必要な財源の入手については、実験の採択審査の際に調べられる。実験に必要な経費の出資については研究所とグループリーダーの間で取り決める。
- (5) 研究所側は、実験グループに対して加速器や実験装置の運転経費を要求しない
- (6) 実験施設を有する研究所が、他地域からの実験グループの参加が多すぎると判断した場合はその参加を制限することができる。

このガイドラインは、高エネルギー加速器の共同利用を対象にしたものであるが、学術における国際協力推進の基本となる理念を唱っている。

例えばトリスタンや陽子シンクロトロンには、アジアから多くの研究者が参加している。このアジアからの研究者達にビームを提供するのでビームの代金を支払うよう要求するとどうなるであろうか、国際協力など成り立つわけがない。学術研究に国境があつてはならない。学術における

る貢献は、ビームの提供もその一つであろうが、研究を通じて積み上げられる知的貢献の大きさは図りしれないものである。ビーム代を払ってもらうことよりも立派な研究成果を挙げてもらうことのほうが、はるかにありがたいものである。

このガイドラインの基礎となっている崇高な考えは、高エネルギー研究にとどまらず、もっと広い分野に適用されて然るべきものである。ICFA ガイドラインの生みの親の一人でもあった山口嘉夫先生は、第 22 期 IUPAP の会長としてガイドラインの精神を物理学の全分野に広げられた。

## SSC、LHC と B ファクトリー計画 — 日本の国際貢献

1990 年代の始め、日本の経済的成功が世界各国に注目されるようになると、物理学の世界でも日本の国際貢献を問うできごとが次々と起こった。

SSC 計画については、研究者のレベルで討論を重ね日本の取り組みを考えているところに、米国政府から日本政府に協力を求めてきた。日本では学術会議を舞台にして真剣な討議が続いた。米国の国家計画であると言ながらも、日本の協力を求める姿勢に反発が強かつた。しかし、厳しい議論を重ねるうちに、物理の内容と物理を進めたいと考える日本の高エネルギー研究者に対する理解も深まり、結局、学術会議は SSC 協力に前向きの姿勢で臨むことになった。但し、次の付帯条件がついた。

- (1) 学術分野における国際貢献の推進には、国内の研究教育が世界的水準に保たれることが必要である。
- (2) 学術研究の国際化には、国際協力のための新しいシステムの創設が必要である。
- (3) SSC 計画参加のための費用は、国内の活動に対する基本財源と別に考えるべきである。

いずれも、国内の研究教育を優先するべきであるという考えにたっていたが、SSC 計画に協力することを拒否するものではなく、むしろ積極的な対応を支持した。SSC 計画は米国内の事情でキャンセルされ実現しなかったが、国際協力・国際貢献についての基本理念を固めるいい機会であった。

日本の国際貢献を問う「外圧」は欧洲からもあった。CERN の理事会等で、日本からのユーザーが年々増えているのに対し日本から資金の提供を求めるべきであるという意見が強くなった。日本は ICFA のガイドラインにしたがって共同研究を進めているつもりであったが、日本の国際貢献は充分かという疑問も生じた。また、日本の大型国際協力事業が対米国に偏りすぎているという批判と反省も生じた。

核物理分野では、カナダがバンクーバーの TRIUMF に大強度陽子加速器を建設する計画であった KAON 計画に対する出資を求めてきた。外国の研究者達の間には「東京銀行」から金を取ればよいという感覚ができていた。

日本が果たすべき真の国際貢献とは何かという反省にたって考え、ICFA ガイドラインの精神に立ち戻って考えると、言うまでもないが、真の貢献は外国にお金を配ることではなく、日本国

内に立派な装置を建設し世界の研究者の共同利用に開放することがもっとも大切であるという結論に達する。トリスタン計画の後、その役割を果たすものとして、B ファクトリー計画が発足した。自国に国際水準に達した加速器を建設し海外からの研究者に開放する努力をすれば、日本の研究者が CERN などの施設を利用するときに「ただ乗り」のように言われることはない。

今後の日本の大型計画は、日本が果たす国際貢献としての意義が一層大きくなることであろう。B ファクトリーの建設に続く大型ハドロン計画も、原子核物理・物質科学・生命科学の分野で国際的にもユニークな加速器として注目を集めている。世界に開かれた共同実験装置として大きな国際貢献をすることが期待されている。

更に、高エネルギー物理学の研究では、ヒッグス粒子や超対称性粒子の探索を目指して 1TeV の  $e+e$ -直線型衝突加速器 JLC の建設が次のけいかくである。この計画は国際協力が必須であり、特にアジア諸国との協力を強化していくことが大切になる。B ファクトリー計画や大型ハドロン計画を通じてアジアの友人を作り、併せて国内の受け入れ態勢を整える努力を重ねている。

世界的規模の ICFA に対し、欧州では各国が協力して ECFA を設置して欧州における国際協力計画に関して研究者集団の意見をまとめている。一足おくれてアジアでも ACFA が形成された。学術の研究に国境はなく国際協力は全世界的規模で進めるべきであるという考え方の一方で、学術の世界における競争の重要性も忘れる事はできない。地域的協力を進めてお互いに価値観の異なる東洋と西洋の競争による学術の発展を求めてアジアの友人を作ることは大切な課題である。

20 世紀の繁栄は、西欧的価値観、特に米国風価値観と方法を学びこれを追いかけてきた。これでは、西欧に追いついてもこれを乗り越えることはできないであろう。21 世紀には、この西欧的価値観から脱却して新しい価値観と方法論を固めることが望まれる。東洋の文化に根ざして、東洋の価値観、東洋的方法論を確立することが、21 世紀の課題であろう。

## 20 世紀研究体制の反省 - 21 世紀への教訓

日本学術会議を軸とした研究者の意思に基づく研究推進の体制、とりわけ全国共同利用方式による研究体制の確立は、20 世紀後半の日本の研究を支え大型研究推進の力となった。特に、第一章で紹介した原子核・素粒子物理学の発展は、日本独特のボトムアップの理念に立った理想的な進め方によるものであった。しかしながら、研究計画の大型化を支えたこの全国共同研究体制も、大型化の進行に伴つていろいろな問題点が目立ってきた。

とりわけ、大学と共同利用研究所の関係は重要である。大学と研究所は、密接な交流のもとに一体となって学術の推進に努めるべきものであるのに、両者の間に溝を作る要素が目だってきた。共同利用研究所には、全国の大学に属する研究者の交流のセンターとしてのソフトな機能と、大型装置を大学の研究者に開放して共同利用に供するというハードな機能がある。学問を進めるという観点にたてば、前者のソフトな機能がより普遍的に重要であるのに、ともするとハードな機

能に重点がおかれてソフトな機能は疎かにされている。

これは、行政当局・財政当局の無理解に因るところが大きいが、研究者の中にも問題がある。大学と研究所の連携が必要であるのに、研究環境を提供する研究所と、教育・人材養成を担当する大学の機能を切り離す考えが強い。研究所と大学の機能を分離して管理する考えは行政当局の中に強いが、研究と教育が一体でなければならないということを繰り返し強調し理解を得ても、具体的な施策にはなかなか反映しない。

研究所の研究者は学生との接触を求めて大学との協調を求めるが、大学における研究者は他分野の研究者との競合もあって大学本位の主張が強い。研究資源に恵まれた研究所と、人的資源に恵まれた大学の連携によって、研究の活力が生まれることを忘れてはならない。近ごろのように、各大学・各研究所の活性化を求め、各個の評価を高めようとする動きが生じると連携意識を失う。ほんとに評価すべきことは、各大学研究所の連携的努力によって挙げる学問的成果である。

もう一つの大きな問題は、共同利用研究体制の基本理念そのものにある。本来、学問は個人的な活動であり、個性と独創性が尊重され自由な発想が許される環境が必要である。

共同研究は、どのような規模であれ個を犠牲にする要素があるが、殊に大型化すると個性が殺される要素が多くなる。共同研究の推進に当たっては、この点に対する反省が常に必要である。

宇宙の奥底を極める、あるいは自然の基礎をなす究極の素粒子を探すために、どうしても大型計画を進めなければならない場合は、各研究者が自己犠牲をも覚悟の上で取り組んでいる。しかし、その必要のない分野では、徒に大型化を求め自己犠牲を強いることは学問を進める姿勢ではない。大型研究の危険な要素は巨費を必要とすることではなく、巨費を扱うことによって大きな責任が生じ、自由な研究の環境を失うことがある。研究予算の巨大化により知的世界が乱されてしまう。

21世紀に本当に巨費を投入する研究は何であるか、知的資産の蓄積という文化的価値に照らして真剣な検討が必要である。

### [ III ] 21世紀を迎える科学の光と影

## 科学技術基本法が開く新時代 - 期待と不安

20世紀の終わりを数年後にひかえ、日本の社会・経済は大きな転換期にある。科学に対する期待も大きく変わりつつある。

20世紀は、良くも悪くも科学が社会・経済、ならびに文化にも、強い影響を与え、科学の力を社会に示した時代であった。そして、これまで科学の成果を受け身で捉えてきた社会が、いまや積極的に科学の成果を期待して社会の発展に取り入れようとし、科学者も社会にサービスすることを強く意識するようになった。こうして、科学も21世紀に向けて大きな転換期を迎える。

わが国の科学行政は、科学技術基本法・基本計画の制定により新しい方向が示された。20世紀に零から出発して積み上げてきたわが国の科学技術を基礎に、科学を重視する国策を明示したこの基本法には大きな期待が寄せられている。

「科学技術創造立国」を目指す科学技術基本法の精神と、基本計画の具体的な内容は、わが国の科学研究環境を画期的に改善し、研究を活性化するものである。研究基盤整備、人材養成、国際交流、産学官交流、私学助成等に対する積極的な取り組みを提起し、5ヶ年計画を重ねることによって具体的な実現を期している。基本計画には、平成8年から12年までの5年間に政府による17兆円の研究開発投資が必要であると明記されている。既に、具体的なプロジェクトも始っている。また、奨学制度の充実や私学助成など、研究基盤の強化につながる新しい動きも始まっている。

科学技術基本法が開く新しい時代、21世紀には、研究環境の充実と科学の社会的地位の向上が期待される。その一方で、科学者の社会的責任が強く問われることになることも明らかである。

「17兆円を使った後で、なにも遺産が残らぬとしたら、われわれの責任が問われる」 そういう心配する科学者は少なくない。決して杞憂であるとは言えないであろう。失敗すれば科学者に対する期待と信頼の失墜を招き、次世代に負の遺産を残すことになる。科学者は、自信に満ちた実行力と共に、常に謙虚な姿勢

### 科学技術基本計画の要点

#### 基本的方向

- ・社会経済的ニーズに対応した研究の促進
- ・基礎研究の積極的振興

#### 新たなシステムの構築

- ・柔軟で競争的なシステムへの改革
- ・産学官全体の研究開発能力の向上
- ・国民、社会・経済への成果の還元

#### 研究開発システム改革の方策

- ・任期制の導入等による流動化の促進
- ・奨学制度、ポストドク制度等の拡充
- ・研究支援機能の強化
- ・私立大学の研究基盤の強化
- ・民間の創造的研究開発の支援
- ・産学官の人的交流
- ・地域における連携交流の促進
- ・国際交流の促進
- ・分布型メガサイエンスの推進
- ・厳正な評価の実施

#### 政府による研究開発投資の拡充

- ・研究期間(5年)内に17兆円の投資
- ・ポストドクター等1万人支援計画
- ・研究開発基盤の整備

で自省を忘れてはならない。誤っても 21 世紀は科学の世界であるなどと思うものではない。

基本計画には、「厳正な評価」の実施が必要であるとされている。これに基づき評価の大綱的指針も定められた。当然のことであろう。しかし「厳正な評価」を行ったとしても解決にはならない。科学者の意欲と責任感を呼び起こすことにはならないからである。

### 基本計画に対する科学者の意欲と責任感

科学技術基本法の精神に応えて期待どおりの成果を挙げるには研究者の意欲と責任感が必要である。計画推進の重要な条件は、科学者の参加意欲である。それには研究者コミュニティの意思を充分に汲み上げた計画でなければならず、そのための体制とメカニズムが必要である。

科学技術基本法をまとめるまでに作業に参画された科学者の努力は並々ならぬものであったと想像される。深く感謝すべきである。しかし、この基本法・基本計画の作成には学問的動機より政治経済的視点に基づいた政治家と官僚のイニシアティブが強く感じられてならない。政治家や官僚の努力にも感謝すべきであろうが、残念ながら研究者コミュニティの総意に基づくイニシアティブが欠けていると言わざるを得ない。立案段階における日本学術会議の参画も、一般研究者と遊離したトップの交渉にとどまり、研究者コミュニティの参加意識はほとんどなかった。学術会議の体質が変わり研究者コミュニティの代表としての機能が低下したことは、今後の基本計画の運用に暗い影を落とすことになる。

豊かな研究環境を整え創造的研究を育てようとする努力も、研究者の意欲的で積極的な取り組みがなければ空回りになり、研究資源の「バラまき」で終わってしまう。それでは、20 世紀に先達が築いた日本の科学の進路が心配である。

この時点での 20 世紀のわが国における科学の発展を振り返り総括することが大切であろう。とりわけ、20 世紀後半の原子核科学の発展は多くの教訓を残すものであった。

第二次世界大戦において原爆被災を経験した日本の原子核科学者は、科学の成果による大量殺戮の恐ろしさを身近に知り、科学者の社会的責任、科学の倫理について一人一人が深く考え悩みつつ、戦後の荒廃から立ち上がって世界を追いかけ、追いついた。

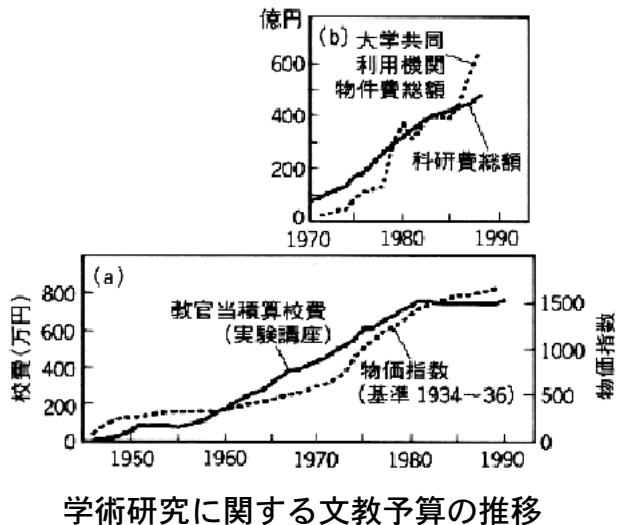
科学の倫理・社会正義を訴えつつ研究計画を進め、欧米の研究と太刀打ちできるだけの大型計画を推進してきたわが国の原子核科学者の研究体制は、研究者の一人一人の意見から積み上げて計画を進める「ボトムアップ」の体制であった。他分野の識者からは「物理帝国主義」と批判され、また「左翼思想」として自民党の政治家に嫌われた。その批判が当たっていた面も少くないが、日本の原子核研究者が築き上げたこの体制は、国際的にも歴史的にも他に類例のない独自のもので、欧米の研究者も評価するところとなつた。

## 戦後の学術研究が歩んだ道

太平洋戦争の敗戦により、日本国民の全てが失望の中にあったなかで細々と始められた教育と研究は、復興の大きな鍵であった。戦地に或いは戦時研究に動員された日本の頭脳と力は大学に戻り、溢れる情熱をもって研究活動に入った。その最中に起こった湯川博士のノーベル賞受賞は、日本の科学者を勇気づけ、少年に夢を与えた。

その頃の大学の研究を支えたものは教官当たり校費であった。少額ではあるが、何も注文をつけず、結果の評価をすることもなく、均一に配分されたこの校費が、日本の科学研究の底力を育て、国際舞台で活躍できる研究者を育てた。

1970 年代に入ると次の発展が始った。研究資源の均一配分から重点配分への転換である。重点推進策の骨格をなすものは、科研費（科学研究費補助金）の拡大充実とならん、大学共同利用研究機関の設立であった。



学術研究に関する文教予算の推移

共同利用研究体制は、湯川中間子論の研究過程で育った素粒子論グループに端を発し、戦後の原子核研究の発展の基礎をなしていた。菊池・湯川・朝永・坂田・伏見らの原子核物理学者による優れたリーダーシップのもとに、京大基礎物理学研究所・東大原子核研究所が、全国の研究者に開かれた研究所として、着実に成果を挙げ優れた人材を輩出した。

共同利用研究体制は、大型研究推進の原動力となり、次に大学共同利用機関の第一号として文部省高エネルギー研究所が誕生した。この道筋は、核融合研究や宇宙科学、生物科学にも広がりそれぞれの分野に共同利用機関が続々と生まれた。

共同利用研究は必然的に、研究計画の立案、採択、実施、結実の各段階において「評価」を重ねつつ進められる。評価の重要性が近年になってにわかに強調されるようになったが、原子核研究は早くから経験の豊かな評価の先進分野である。

とりわけ、共同利用研究体制に基づいて進める大型計画の立案・選択は、計画の事前評価にほかならない。この段階で原子核研究者は徹底した議論を重ね、研究者コミュニティの意思を確認しつつ大型計画を進めた。研究者コミュニティ→学術会議→行政というステップを踏むことによって、研究者コミュニティと行政の連携を固めて、計画を成功に導くことができた。

研究の大型化は、国際化と平行して進行すべきものである。大型計画の評価には国際的視点が特に重要である。国際的な競争と協力が必須の条件である。原子核科学の分野では、国際化は極めて自然に進んだ。始めのうちは、海外の研究施設に出向いて研究に参加していた国際協力は、

いまや海外の研究者を日本の施設に迎えるようになり、国際的な研究者コミュニティにおける日本の研究者の発言が重きをなす時代となった。

こうして原子核物理学者は日本の大型研究推進のモデルを固めた。これを 20 世紀型と呼ぶならば、21 世紀はもっと異なったものであるかも知れない。しかし、研究者コミュニティのイニシアティブで科学を推進する基本理念は、21 世紀に伝え活かしたいものである。科学技術基本法が開く科学の新しい時代への転換には、期待と不安が入り乱れる。

## 科学と政治・経済の関わり

「私は SSC 計画を支持する。何故ならば、この計画は経済を刺激し雇用を推進するからである。」クリントンが、1992 年の大統領選挙キャンペーンの際に表明した意見である。SSC 計画は物理学の基礎に関わる研究のために提案されたもので、決して雇用拡大のためではない。クリントンの言った効果は大きいし重要である。しかし、副次的効果を計画の主要目的と混同する政治家の支持は極めて危険であると思ううちに、果たして SSC 計画はクリントン政権によって潰された。

政治・経済的動機により道路を整備し港湾を開設する。公共事業に対する投資が豊かな国民生活を築きつつ日本の経済繁栄をもたらした。しかし、それは結局「バブル」の形成にほかならないことを学んだ。同じような動機で科学技術政策が建てられ、それに科学者が飛びつくようでは、科学技術における「バブル」の発生である。

米国の科学者の中には、軍事に結びついて研究費を獲得することに何の恥じらいも感じない人がいる。「死の科学者」である。日本には戦後の苦しい状況の中にあっても「死の科学者」が生まれることはなかった。

「原子爆弾を作るならば研究にお金を出してやる」そう言われて飛びつく原子核科学者は日本にはいない。戦後半世紀の歴史のなかで物理学者は確信をもってそう言える研究者集団を育てた。日本が世界に誇れることである。原子核科学者の強い倫理観は、日本学術会議や日本物理学会における数々の声明や決議を通じて日本の科学者に浸透し「死の科学者」の出現を許さなかった。しかし「死の科学者」の危険は軍事研究ばかりではない。科学が政治・経済に踊らされ「病める科学者」を生みだす可能性にも注意が必要であろう。

**日本物理学会  
第33回臨時総会決議 3**  
**日本物理学会は今後内外を問わず  
一切の軍隊からの援助、その他  
一切の協力關係をもたない。**

「投機家はリスクを好む、リスクは大きい程楽しい。科学者に対する投資程リスクが大きく楽しいものは他にないだろう」。NHK がカリフォルニアのシリコンバレーの近況を伝える特集番組を組んでいた。この地では、毎日のように投資家と科学者のミーティングが開かれ、投資家が研究費を出す優れた企画を探しているということであった。その中の 1 シーンに現われた米国の投機家の言葉である。驚いてあきれた、と言うよりは

恐ろしくなった。このような投機家に踊らされる米国の科学者のこころは病んでいる。この病気を日本の科学者にうつして欲しくないものである。

## 科学と社会

科学技術基本法は、基礎科学の振興と並んで、社会的・経済的ニーズに対応した研究開発の推進を重点として置いている。21世紀には、科学と社会の結びつきは一層深まるであろう。社会に対する貢献を強く意識する科学者が現われ、「サービスとしての科学」が重きをなすようになった。科学の進歩の重要な局面である。しかしながら科学と社会の結びつきは、新しい問題を起こすことにも注意すべきであろう。

科学の発展が急速であるとき、ともすると社会のモラルやマナー、あるいは正義感が追いつかない事態が生じる。最近の情報科学、遺伝子工学、医学の進歩は、多くの問題を提起している。社会は、科学のように素早い対応ができないものである。

過去の忘れられない経験は、原子エネルギーの開放という革命的な事態であった。世界の物理学者は、原子爆弾の出現、広島・長崎の被爆、に自らの進める科学の結末の恐ろしさを知った。これほど深刻に科学の責任を考えさせる機会はないであろう。今日、起こっているいろいろな問題も、恐ろしさにおいては原子爆弾の出現に勝るとも劣らない。しかし、分かり難いが故に軽視されがちである。

原子科学の推進にあたっては、多くのリーダーの努力が忘れられない。ボア、AINシュタイン、ベーテを始め多くのノーベル賞学者が警鐘を鳴らし、特に、日本では湯川・朝永・坂田・武谷・伏見らの先達が原子力開発の正しい姿勢を示した。伏見の努力により原子力基本法の制定には自主・民主・公開の三原則が盛り込まれた。

急発展する科学の各分野では、このような努力が強く望まれる。

リーダーの努力よりもっと大切なことは、研究者コミュニティの意識である。原子核物理学者は、日本学術会議の役割を重視した。学術会議における研究者の討論を通じて、学術的内容を高め大型計画の推進を図ると共に、常に科学者の倫理を声明などで世に訴えた。

学術会議が、科学の社会的責任を訴える声明や勧告を重ねることについて、好感を持てない政治家が政府自民党の中にでてくることも自然であった。「赤い学術会議」に見えたに違いない。遂に、中山総務庁長官が学術会議の改組を手がけた。この時から学術会議は弱体化し、研究者コミュニティからの遊離が目立つ存在になった。このことは、中山長官の責任ばかりでなく、また自民党が悪いということばかりではない。研究者の側にもある原因を更に詳しい分析する必要があろう。少なくとも、学術会議が総理府直結の政府機関であること、異質の理念・哲学をもつ分野を全て含む組織であること、などの理由による困難が目立つ。21世紀にむけて、日本学術会議の在り方を考える必要があろう。

「象牙の塔に籠る学者」が社会に出て、「役に立つ科学」を心がけるようになった。  
 「社会の役に立つ」というのはどういうことであろうか？ 例えば、

災害研究、がん研究、環境科学、－－－などは人々の危機を救い、社会を守る。  
 材料科学、情報科学、生命科学、－－－などは産業経済を支え、人々の生活を向上させる。  
 宇宙科学、素粒子研究、考古学、－－－などは人々に夢を与え、若者を鼓舞する。

「目的研究」から「基礎研究」まで、連続的にいろいろな科学があり、その進め方は夫々異なっているはずである。戦術が大切な場合と戦略が大切な場合、創造性を重視するべき場合と創造性や個性を犠牲にしても緊急に対応しなければならない場合、など様々である。

阪神大震災の時に、学者が報道陣に対し「自分達には何の権限もなかった」と言い訳をしている場面を見た。災害研究は、学問的研究にとどまらず具体的な権限に強く結びついて進める必要がある。軍事研究のような要素を持っている。エイズ薬害事件でも「学者」の責任逃れが目立った。この種の科学研究では、強い指導力に基づくトップダウンの体制が必要であろう。問題は、トップに立って強いリーダーシップを發揮できる人が学界に育っているかということである。政治家や官僚がトップに立つ前に、学識豊かで学者離れをしたリーダーを育てる努力が必要であろう。

トップダウンの研究体制は、大学になじまない。大学の自治という大原則に逆らうし、自由な研究の場としての大学の体質を乱すことになるからである。また、大学の先生方には任せておけない問題である。国立研究所など国立の機関が推進母体となるべきであろう。

対照的に基礎研究は大学や大学共同利用研究機関が舞台である。知的好奇心に支えられ、ロマンを追求する精神は、新鮮な若者の高揚心を呼び起こし次の世代の科学者を育てる。それには創造性と個性が最大限に發揮できる研究体制が必須である。研究者の個性が尊重され、研究者のイニシアティブで進められる研究体制が必要である。

宇宙の謎、生命の謎、自然の基本法則の探究などは、若者の知的好奇心を刺激し昂揚心に訴える。しかし、知的好奇心や昂揚心に訴えるものはそればかりではない。災害科学やガン研究にとっても、それは重要な要素である。人類をガンから救いたい、人々を災害から守りたい、という気持ちは誰にもある。科学を志す大きな動機である。しかし、トップダウンの体制ではその気持ちを裏切ることが起こり得る。同じ災害研究であっても、大学におけるそれは、研究者のイニシアティブを尊重されるべきで、緊急時に応える体制とは距離を置くことが望ましいであろう。

大学を中心として進められる基礎研究の社会に対する貢献は文化である。21世紀に日本が世界に誇れるものは、力でもなく、富みでもなく、文化でありたい。文化の基本は人々の心の昂揚を求める気持ちである。若者の昂揚心に応え、昂揚心を育てるものは、学問と芸術である。科学の文化的意義にもっと注目すべきである。

科学技術基本計画には「厳正な評価」が重要な項目として掲げられている。それに基づき評価指針の大綱が科学技術会議の委員会でまとめられたが、この過程の中で「評価」の目的は何かと改めて考えさせられた。例えば大蔵の官僚にとって「評価」とは一種の業務監査である。国民の税金から多額の投資を受ける業務について監査することは当然であり、必須である。しかし、それを研究評価と混同している人が多い。創造性豊かな科学を育て活力ある研究を育てるためには、業務監査のような「評価」は的外れであるばかりでなく、弊害でさえある。

創造性豊かな科学を育て活力ある研究を育てるための評価の目的は「悪い研究」を排除することではなく、「優れた研究」を見い出してこの研究を勇気づけ推進することでなければならない。評価の結果が研究者のかころに与える影響が大切である。

「事業の鍵はひとである」というが、研究も事業である。「ひと」とは人のこころである。

動力炉燃料公団（動燃）の事故が問題になっている。事故そのものを軽視することは許されないが「事故隠し」の方が大きな問題である。この事件を聞いていると、20年ほど前に聞いたワイスコップ教授の「科学者の社会的貢献」という講演を思い出した。教授は「汚染」をテーマにして次のように話された。

「汚染」には、「物質的汚染」と「精神的汚染」がある。

前者は、化学汚染、放射能汚染などの物質的汚染である。このタイプの汚染は技術的に解決する道があるはずで、科学技術よりも政治・経済の問題が大きい。誠実な政治、良心的な経済政策によって解決が得られる問題であろう。

後者の精神的汚染はもっと恐ろしい。若者は自己昂揚心を失い刹那的な悦びを求めて麻薬など非社会的な行為に走る。若者でなくとも人生の目標を見失った人達は家庭を忘れ、職場における士気を失う。結果としていろいろな物質的汚染にも結びつく。

人類を精神的汚染から守るものは「学術」と「芸術」である。人類が他の動物と異なる点は、自己の昂揚を求める気持ちである。この気持ちを失っては、個人も、家庭も、社会も、全てが乱れてしまう。若者が憧れ、人々に夢を与える知的な世界を築くことが「学術」の最も大切な社会貢献である。

科学者や技術者が、仕事に熱中する動機は、自己昂揚心であり、知的好奇心である。つまり、かころの問題である。ワイスコップ先生はさらに言葉を加えて、「物質的汚染」に反対する力が「精神的汚染」を起こしていることを指摘された。

かつて、原子力研究は花形であった。優れた人材が集まつた。しかし、動燃が発足したころから原発反対運動が盛んになって、原子力開発に従事する人は肩身が狭くなってきた。これでは有能な人材が集まらないはずである。おまけに、放射線事故防止のために厳しい規制が敷かれた。小さな事故や規則違反でも大きく新聞沙汰になった。有能なリーダーが得られなかつたところでは、自分達の事業の重要さを社会に訴える前に、無事故・無違反を絶対に守ろうとした。こうして失敗を許さない体制ができあがると、事故を隠したくなるのは自然なのかもしれない。作業者の士気が低下することほど恐ろしいことはない。

科学者のこころを忘れた「厳正な評価」「厳格な規制」は、逆効果を生んでいることに早く気づくべきである。動燃の問題は、科学・技術の舵とりが政治家や官僚の手に委ねられた時、どうなるかということを実験したようなものである。官僚が集めた科学者による科学行政が破綻した例を見せてくれた。研究者コミュニティのイニシアティブによる科学行政が強く求められる。

大学の自治の名のもとに大学の主体性を尊重してきた学術行政には、もどかしい感じがあったとしても、その基本に研究者コミュニティの意志を尊重する精神が築かれてきた。いわゆる科学技術行政とは大きな相違が感じられる。21世紀の科学技術はどちらの道に進むのであろうか大きな岐路にたっている。

[付録 1] 年譜：原子核科学の主なできごと

## 付録 年譜：原子核科学の主なできごと

年	世界のできごと	日本のできごと				
		原子核・素粒子物理研究	原子力研究		研究体制	
			原子炉	核融合	学術会議	行政等
1895	X線の発見					
1896	放射能の発見					
1903	長岡：原子模型					
1911	Rutherford：原子模型					
1932	中性子の発見、原子核の描像 サイクロトロンの発明					
1934	湯川：中間子予言	理研、阪大サイクロトロン完成				
1938	核分裂の発見					
1939	核融合による星の熱源の説明					
1945	原子炉、原子爆弾の出現 シンクロトロンの原理	サイクロトロン投棄	広島・長崎被曝			占領軍原子力研究禁止
1947	π中間子の発見					
1949		湯川ノーベル賞受賞			学術会議発足	
1950	ボア：国連への公開状				原子力国際管理の要請	
1951		ローレンス来日、原子核研究再開				
1952	講和条約発効					
1953	中野・西島・ゲルマンの理論 アイゼンハワー：原子力演説	京大基研発足			共同利用研設立勧告	全国共同利用研発足
1954			ビキニ事件			
			中曾根原子炉築造予算			
1955	バーべー：核融合開発予言	東大核研(INS)発足	原研・原燃発足		原子力三原則(公開民主自主)	
1956						原子力基本法成立
1957		INS 160 mサイクロトロン完成	原研：1号炉「BR-1」運転開始			
1959						科学技術会議発足
1960				核融合研究A・B計画		
1961		INS電子シンクロトロン完成		名大プラズマ研発足		
1962			原研：国産1号炉「RR-3」完成			原子核将来計画実現の勧告
1963		原研高崎研発足	原研：動力試験炉「JPDR」臨界			
1964	クォーク理論		原電：東海商業発電炉臨界			
1965			原研：高速実験炉「CA」臨界			
1967		理研重イオンサイクロトロン	動燃事業団発足			学術審議会発足
			原研大洗研発足			原子力開発利用長期計画
1968	ソ連トカマク装置の成功				研究所設立と体制確立について申入れ	
1969				原研：JT-1完成		
1970						
1971		高エネルギー研(KEK)、東大宇宙線研(CRP) 阪大核物理センター(RCNP)発足				大学共同利用機関発足
1972				原研：JT-2完成		
1973		RCNP AVF サイクロトロン完成				
1974	J/ψの発見					
1975			原研安全試験研究センター設置			核融合研究の推進
1976		KEK 12-GeVPS完成		阪大レーザー核融合研究センター発足		
1977						
1978		KEKブースター利用施設発足		原研：JT-60建設開始		
1979	米スリーマイル島原子炉事故					

年	世界のできごと	日本のできごと			
		原子核・素粒子物理研究		原子力研究	
		原子炉	核融合	学術会議	行政等
1980					
1981					
1982					
1983	Z, Wの発見	KEK放射光実験施設完成 原研タンデム加速器完成		阪大：激光XII号完成	学術会議法の一部改正
1984					
1985				原研那阿研発足 JT-60完成	
1986	ソ連チェルノブイリ事故	トリスタン完成 高エネルギー将来計画(①SSC, LHC②Bファクトリー) カミオカンデ完成		JT-60臨界達成	
1987		超新星ニュートリノ検出		核融合研発足	
1989					
1990					SSC計画協力要請
1991					SSC計画に関する会長声明
1992					米政府：SSC計画を中止
1993		原研先端基礎研究センター発足			
1994			高速増殖原型炉「もんじゅ」臨界		
1995	トップクォークの発見				
1996		スーパーカミオカンデ完成			
1997		高エネルギー加速器研究機構発足			科学技術基本法
1998		ニュートリノ質量の検知	原研理研：SPring-8完成		

## [付録 2] インタビュー 原子力開発の現場を歩んで

能澤正雄氏（財）高度情報科学技術研究機構

## インタビュー「原子力開発の現場を歩んで」

- 高速炉開発、核融合方式評価、軽水炉安全研究、そして原子力船「むつ」 -

話し手 能澤正雄氏（財）高度情報科学技術研究機構

聴き手 ◆ 中井、平田

1999年1月13日 東海村

### インタビューの趣旨

◆本日のインタビューは、神奈川科学アカデミー理事長の長倉先生が主宰しておられる プロジェクト「科学と社会」の活動の一環としてお願い致しました。

一つのケーススタディーとして、原子核科学の歴史を取り上げることになり、高エネルギー物理とともに、原子力、核融合について調べたいということになりました。先日、中井が「原子核科学の半世紀」をまとめたものをお送りしましたが、何人かの方にお話を伺ってポリッシュアップしたいと考えております。

原子核科学の発展を考える中で、高速炉周辺の話は特に教訓的なところが多いと思いますので、能澤さんにお話を伺いたいということになりました。というのは、日本で高速炉開発を一番最初に手掛けた方だし、一番情熱を燃やされた方である、そして「もんじゅ」事件について、残念な思いもされているのではないか、と思ったからです。また、核融合開発とか原子炉の安全性についても、能澤さんは大切な仕事を重ねて来られたことも良く存じあげております。

ここに、能澤さんがお書きになった想い出話（日本原子力学会誌, vol. 40, No. 8, p. 617, 1998）を持って来ましたが、日本の原子力開発について詳しいので、今日はこの線に沿ってお話を伺っていきたいと思います。能澤さんは、高速炉開発のあと、原子炉の安全性というものすごく大切なこともやっておられます。御自身では地味であまりやることなかったと書いておられますか・・・

能澤：軽水炉の安全性も、高速炉も、核融合も、それぞれ、外国の文献によく引用される論文があります。高温ガス炉についてはないんですけど・・・。そういう意味では非常にラッキーだと思います。安全性でも、そこにちょっと書いてあったような仕事は大変なお金を使っています。だけど、基本的な問題はこれで解決していく Nozawa-Tong-Meinander の日米独の三人で、解決してくれて、大変有り難いというペーパーがあるんですよ。

◆ 「私は専門家でないので良く説明してくれなければわからない」と言って外国の研究者とやりあったと、想い出話に書いておられますか、いかにも能澤さんらしく、原子核実験の分野の研究者共通の率直で飾らない姿勢が現れていると思いました。高速炉の話を聞こうと思っても動揺のその辺の人に聞くより、能澤さんに伺うのが一番良いと思ったわけです。

## 高速炉開発の目ざすもの

◆さて、私のおぼろげな記憶ですが、まだ私が原研にいた頃に原研副理事長の嵯峨根先生が石油の埋蔵量が思ったよりたくさんあって、原子力開発は少しペースダウンせざるを得ないと言つておられたことを覚えてるんです。昭和30年代の中頃のことですが、埋蔵量を見直したっていうのは何年頃だったでしょうね。

**能澤**：埋蔵量というのはその時代の技術で採掘できる量ということですから、技術が進むと埋蔵量は増えるんですよね。それをたどつてきて、だいたい30年から50年というのは、いつもかわらないんですよ。技術の進歩と経済性もあります。その当時は30年と言われていました。ウランについても変わってます。今、日本で使っているのはほとんどがオーストラリア産です。オーストラリアにウランがあるとは誰も思っていなかつた。あそこは何でもほとんど露頭ですから、深い所を誰も探していなかつただけの話です。

◆ウランの量には限界があるから増殖しなければならないという理由で、最初高速炉開発の目的増殖炉だった。それが、ウランがもっとあるということが分かつたため、ブリーダー(増殖炉)からバーナー(燃焼炉)に移つていったわけですね。

**能澤**：いえ、まだ変わっていません。日本の現在の核燃料サイクルについて、原子力委員会が決めたことも、変更したとは言つていません。日本でやろうとしているプルサーマルも、プルトニウムを持ち過ぎると、核兵器を作ろうとしているのではないかという疑惑が出てくるために、核管理政策の立場から、手持ち量を減らしたいというのが原子力委員会の見解ですね。それは、テンポラリーであって、基本的には六ヶ所村の再処理工場を動かして高速炉でリサイクルし、ウランの潜在的な能力を全部引き出すという方針です。御承知のように、プルサーマルをやっても、3回くらいやると質量数の大きいアイソトープが増えてきてほとんど反応度がプラスにならない。つまり、ウラン239はいいけれど、ウラン240になると、ファースト・フィッシュョン(高速中性子による核分裂)はあっても、吸収もある、さらに、ウラン242になるとまた吸収が大きくなつて質量数の大きいアイソトープが増えるわけです。ところが、高速炉でやると、ファースト・フィッシュョンが大きいので、質量数の大きいアイソトープの増加が比較的少ないので、落ち着いた形で続くわけです。熱中性子炉でプルサーマルをやっても、2回か3回で終わりというのが常識です。

◆高速炉をブリーダーとして使う場合と、バーナーとして使う場合では何かが違つていたでしょう？

**能澤**：いえ、違いはありません。ブリーダーとして使うにはブランケットが必要です。しかし、一つにはブランケットのコストがかかるから、ブランケットをステンレスにしよう、ということです。それで、中性子を追い戻すだけにして、そこでウラン238を239に転換するのをやめるというのがあります。それをバーナーと称しています。

◆反応度に余裕がある、といった議論ですか？

能澤：ブランケットには軸方向のものと、円周方向のものがありますが、劣化ウランばかりでいくわけです、コストを下げようというのが、技術が確立すればブリーダーに切り替えるのは簡単です。今はバーナーだけで、技術を成熟したものにしようということです。

◆ブリーダーにするのかバーナーでとどめておくかは、経済性の問題ということですか？

能澤：はい、そうです。

◆能澤さんがやってこられたのは、あくまでブリーダーを目指したということですね。バーナーを目指した高速炉など、ナンセンスということですね。

能澤：バーナーを目指すなど、ナンセンスです。ゴールとしてバーナーを目指すなら高速炉をやる必要はない。天然にウラン 235 は 0.73% しかない、ウラン 238 は 239 に転換して使えるとよいわけですが、高速炉にすればそれを全部使えるわけです。普通にはウランの 50 倍とか 30 倍とか言われています。

例えば、軽水炉だけでいくとすればウランの埋增量から考えて 50 年から 100 年くらいですが、一挙に 30 倍伸びるだけで 3000 年になるですから、当分心配しなくてもいい、という資源論はいまだに生きています。

実験物理学者による高速炉開発のアプローチ

◆高速炉の仕事には、武田先生がお呼びになったのでしょうか？

能澤：原研東海には指導者がいなくて、非常勤の研究室長がたくさんできていました。その非常勤室長をしておられた武田栄一先生から高速炉グループをスタートさせてくれという話がありました。

高速炉の概念は、もともとは E. フェルミが言い出したものです。それで最初にできたのが EBR1 です。それはアイダホの Argonne West にありました。EBR1 はボーイング(燃料棒の熱による彎曲)を起して熔けるという事故を起しました。中心は温度が高いので、燃料が中心に片寄って反応度があがってしまう。その後は、そんなことがおこらないよう注意して設計するようになりました。そんな時代でした。後でわかったことですが、能澤をつれていけと武田先生に薦めたのは伏見先生でした。

◆能澤さんは、もともとエンジニアリングのセンスと才能の高い方だったので、高速炉をやられたのは、まさに適材適所だったと思います。

能澤：もともと工業学校の出身ですから。大阪市立の都島工業学校でした。この学校では、1 年

から3年までは普通の中学校と同じことをやって、4年から6年は実地をやる。非常に特殊な教育をしていました。2年生から始まる実習で木型、鋳物、旋盤、ガス溶接、板金、週のうち7時間くらい実地がありました。面白い教育をしていました。卒業生には大学の実験物理の先生が多く、光学・レーザーの田幸さん、NMR・低温物理の益田さんなどが先輩です。私の家は鉄工所で、ものつくりのカンがはたらいて役に立ちました。

◆グループの人事は能澤さんが決定できたのでしょうか？

能澤：与えられた格好でやりました。たまたまい人が集まつた。ただ、人は育てかたではないでしょうか。

◆昭和32年の原研発足当初、原子核分野の人がみなそっぽを向いていたので能澤さんのような方が他には居られず、静かで上品な人が多過ぎたことに問題があったと思いますが。

能澤：そうだと思います。リーダー格の人が皆、ちょっと人格的に問題でした。selfishだった。問題をおこしたくないという感じ。余計なことをして、しんどいめに合いたくない。人の面倒を一生懸命見るということをしない。そんな人達でした。

### FCA(高速炉臨界実験装置)

◆高速炉の仕事は、FCAの設計からはじまったわけですね？

能澤：あの頃は半均質炉は臨界実験装置ができつつあった。高速炉だけなにもなかつた。そこで、手始めに臨界実験装置を作りました。

◆高速炉の臨界実験装置では何がポイントだったのですか？

能澤：熱中性子炉の時は外国でいろいろできていましたが、高速炉ではそうではなかつたのです。高速炉の場合、炉が大きくなると濃縮度をかえないといけない。軽水炉では全部同じです。燃料棒、冷却材、減速材の組み合わせのユニットセルで決まってしまいます。高速炉の場合、炉の大きさ、中に入れるもの（酸化物燃料、炭化物燃料、金属燃料など）によって濃縮度も変わるし、いろいろな特性がかわるので臨界実験装置をもつてないと最適な設計ができません。熱中性子炉であればアルミとかジルカロイとか被覆管にそれ以外を使うとニュートロンエコノミーが悪くて、うつかりすると臨界にならない。高速炉では高濃縮を使うからそう言う問題はない。しかし、パラメータが多すぎるし、全部が分かっているわけではない。

◆あの頃、熱中性のクロスセクションはブロックヘブンで系統的・網羅的に測ったのがありました、高速中性子については、ほとんど測れていなかつたわけですね。

能澤：しかも、合うデータがなかった。アルゴンヌに留学したときでも、臨界質量の予測が 30% 以内でした。私にまかされた実験では予測値と実験値の差が 0.5% でしたが。

◆あの頃のことですが、予算のヒアリングで菊池先生に説明にあがった時、何でもデータを全部そろえてやろう、という感覚ではダメなんだ、ということを先生がおっしゃついて、もっとグローバルな捉え方が必要だとおっしゃったことがありました。その後いつまでも頭に残っています。

熱中性子炉の時は技術的な積み上げができましたが、次ぎに高速炉に進む時は、そんなやり方ではいけなかつたのではないか。それが高速炉を始められた時の大きな問題ではなかつたかと思っていますが、いかがでしょうか？

能澤：ですから、理論計算だけでは炉心の設計ができない。いろいろな材料を持ち込むにしても臨界実験装置を持っている必要がある。そのときの最大の問題点は 90% の濃縮ウランを手にいれるのが大変むずかしかつた。そのうちにアメリカが売ってくれるようになり、最初に 120 キロくらいの予算をもらって、FCA の臨界質量になってきました。

◆FCA というのは材質をいろいろ変えてみるようなこともできるようになつていていたのでしょうか？

能澤：そうです。それはアルゴンヌの真似をしました。構造安定性の問題があるわけで、肉厚 1 ミリで断面が四角いのステンレス管を積み上げるので、どの程度強度があるのか。ウランのメタルなど挿入すると比重が 1.9 ですから重いわけです。ナトリウムの入ったカンといろいろな酸化物をいろいろまぜて入れるわけです。アルゴンヌに行ったとき、すでにそういう試験がしてあつた。そのデータをもらって全部に本国に送りました。

◆冷却は？

能澤：FCA は冷却しません。500W くらいまでだと自然放熱で温度はあるていど上がっても一定になつていて、そのかわりナトリウムの成分を入れるためにナトリウムをステンレスの管に入れなければならない。

## ナトリウム技術

◆そのころ、もうナトリウムと決めていたわけですか？

能澤：そうです。ドイツがヘリウム、ナトリウム、蒸気の 3 つの冷却材を平行してスタディーしたが、結局はナトリウム冷却に落ち着いたのです。

◆ナック (NaK) は？

**能澤**：液体だと常温にしたとき、かえってメンテナンスに問題があることがわかつっていました。ナトリウムは常温で固まるので、パイプを切ったときに楽でした。EPR 1 はナックでした。EPR2 をナトリウムにしたのはその理由でした。ナトリウムで直径 1.5cm くらいのパイプだと、冷やしておけばオープンしておいてももれてこない。融点は 98 度ですから。サンプルをとりだして、また、通せる。我々もそれを勉強していたので、はじめからナトリウムでいこうということになりました。

◆固体になると体積が減るので安全ということもあるわけですね。

**能澤**：それと、やわらかい。ビスマスの最大の欠点は固く、冷やすとくっついてステンレスが割れてしまいます。いま高速炉では、ナトリウムは燃える、というので鉛冷却がいいのではないかといわれています。ポンピングパワーは損ですけど、燃えないで、「もんじゅ」のようなことにはならないわけです。

◆その頃、ナトリウムの問題について、技術そのものはもう研究しなくてもいいくらいにつめられていたのでしょうか？

**能澤**：ベーシックデータはそろっていました。問題は、工学的にハンドリングできるかということでした。それは、日立製作所がやっていて、あとは機器のコンポーネントをどう扱うかということでしたが、これは実際作ってみて試験すればいいというわけです。

フランスでは、道具を作ってナトリウムコンポーネントを大々的にテストし、そのデータを使って本物を作るというので、当時は非常にうまくいっていました。ラプソディーという名前ですが、大きくするといろいろ問題が出てきました。その原因は、よくわからない不安定性にあって、反応度が急に下がります。ラプソディーは 20 メガワットで作り、あとで 40 メガワットにし、ずっと順調でした。その次ぎのフェニックスは 25 万キロの発電所でしたが、それが時々ぱっと反応度が下がる。原因がわからないということが起こりました。

EBR2 は 60 メガワット、6 万キロで発電していて、タンクタイプと称して 大きなタンクの中に炉心とポンプとか中間熱交換器など全部包含してしまって、非放射性の熱交換器を通して熱だけ外にとりだす。実は常陽の設計の時タンクタイプにするか、エンリコフェルミのように普通のループタイプにするか、大議論をやった。タンクタイプは遮蔽の問題があつて、2 次ナトリウムまで僅かに放射化してしまう。それがいやで、ループタイプにすることを主張しました。フェニックスもスーパーフェニックスもタンクタイプです。タンクタイプは 2 次ナトリウムの大きなタンクの中に炉心その他のいろいろなコンポーネントが入っていて、1 次ナトリウムがちょっとだけまわる。そのタンクの肉厚を経済性を考えて薄くしたが、それが不安定性の要因を作っているようです。軽水炉の BWR だと 70 気圧、PWR だと 160 気圧、温度 290 度 C から 350 度 C くらいで、頑丈な構造にする。高速炉の場合、高圧にしませんから、肉薄にできる。それが利点でもある。それが彼等の場合、不安定性をもつてゐるみたいでした。タンクタイプの欠点ではないかと思います。

再現性がなく、1年に1回くらいしか出ない。フェニックスでは5回くらい報告されています。これは大きくしたための問題でしたが、スーパーフェニックスは経済性の問題で中止になりました。安全側だが気持ちは悪いものです。ループタイプのドイツがうまくいいっていえば「もんじゅ」と協力してできたのに残念です。ロシアはずっとループタイプです。

## 世界の高速炉開発

### ◆各国の対応が違うのは何故でしょうか

**能澤**：一番早くやめたのはアメリカです。クリンチリバー計画で、オークリッジのそばに作る予定でした。カーター政権のときに、予算を使い過ぎるということで、カーターがストップをかけた。カーターは自分は原子力を知っているという意識があるので、よけいそうなったのでしょうか。民主党は大きなプロジェクトを潰すのが好きだ。1973-4年ころです。

その次がドイツです。カルカーの州政府がSPD(社会民主党)の勢力が強く、SPDが反対でした。シュミット首相は原子力に賛成だったが、やめたら全部反対にまわるだろうといわれていましたが、そのとおりになりました。原子力発電をもやめるといっています。その後、電力はフランスから買うのではないでしょうか。いま、オーストリアもイタリアも電力をフランスから買っています。ドイツ人はいい面でもありますが、極端に走り、研究でもとことん追い詰めます。またドイツは地方分権が強いので、州政府の反対でSNR300(Snelli neutronen Reactor)計画を、中央政府はどうにもできなかつた。ドイツがやればうまくいったでしょう。

イギリスはPFR(Prototype Fast Reactor)という20万キロのものをドーンレイの近くに作り、運転していましたが、蒸気発生がしょっちゅうトラブルを起こしました。高速炉とは関係ないところで事故をやっています。

### ◆70年代は反科学みたいのがあった時代ではないかと思いますが。イギリスは何でも簡単にとめちゃうお国柄ですね。

**能澤**：サッチャーの経済優先という要素もありました。PFRはこのとき止められました。定格出力の2/3で運転していたが、トラブルは多いし、コストもひきあわない、ということでやめたわけです。

### ◆北欧では、高速炉ははじめから手をつけなかつたのでしょうか？

**能澤**：やっています。アルゴンヌからの帰りにスエーデンの高速炉臨界実験装置を見に行きました。アルゴンヌで日系二世の加藤さんという人のところにいましたが、当時、日本の経済力はまだ弱い頃でした。スエーデンでやっているなら日本でもやれるだろう、ということで見に行つたわけです。加藤さんには、日本で高速炉開発をやるのは難しいだろう、完成品を買ってくればいいと言わっていました。

◆スエーデンは FCA どまりだったわけですね。

能澤：そうです。

◆能澤さんの想い出話に、周りの人達から「アメリカのまねをすればいいのに、何故こんな苦労をするのか」という批判を受けたと書いていらっしゃいますね。

能澤：「アメリカのまねをすればよい」というのではありません。原子力には電力会社の影響が大きいわけですが、日本の重電の習慣というのは「何から何まで自分で作れるわけがない。1号機は買ってくればいい、それから次第に自分の力で作るようにする」という考えが支配的です。軽水炉はそうでした。また、火力発電もそうだったということです。

◆その技術導入のポリシイは正しいと思いますね。

能澤：1960年ころから、日本では自分でも開発したいという気分がありました。産業界にもありました。高速炉は当分実用化できそうにない。日本が今から始めて、まだ国際競争に間に合うという気持でした。

原研から動燃の手に

◆動燃ができた時、外から見ていると、原研の原子炉開発の重点が高速炉から高温ガス炉に移され新しい原研が生まれたように感じましたが、大事な事業を動燃にとられたということでしょうか？

能澤：丹羽理事長は、実験炉については最後まで原研が主導権をもってやるというつもりでした。

◆JPDRが運転を始めた頃、原研労組がストライキをやったりして、原研が嫌われたのでしょうか？

能澤：そうだと思います。自民党には嫌われました。

◆原研の人は随分がっかりしたと思いますが。

能澤：私自身は動燃から呼ばれたが、天野副理事長に相談したら叱られました。天野さんは、一貫して、いい人は手離さないという方針でした。

原子燃料公社は、アメリカの政策が変わったことで意義が薄れた。どちらかつぶきなればならない状況で特殊法人になった。原研は自民党の評判が悪く大予算はつけられないので、動燃に事業を移した。

◆原燃や動燃に研究組織のようなものはあったのでしょうか？

**能澤**：原燃には研究組織はなかった。ただ、中には優れた人がいました。プルサーマルをやろうとしていた中村康治さんは、非常に優れていた人でした。しかし、全体としてはウランを供給する工場でした。そのことがアスファルト固化施設の火災爆発につながっています。下請けに全部やらせて、自分たちは工場運営をするという体質ができたからです。

◆発足当初、原研は人集めに努力した。そのとき、原燃の人達はさえなかった。

**能澤**：そういうのを母体にしたために、それが尾をひいていると思います。動燃ができたときには、原研から 60 人くらいが移った。高速炉設計室からも何人か行きました。「常陽」の設計の最後の段階でメーカーから 30 人くらい、助けにきてもらいました。原研もいれて 50 人くらいでやった。その時のメンバーが、メーカーに帰って「常陽」の建設を手伝いました。そういう所は陰になって、よく見えませんが大きく役立っていると思います。

**原研の「常陽」から動燃の「もんじゅ」へ**

◆その人たちは「もんじゅ」には繋がっていないのですか？

**能澤**：つながっていません。「常陽」はいわば原研勢がやりました。動燃はメーカーの人の出向が多かった。電力中研から来た三木良平さんとかが、原形炉 (Prototype) 計画の副本部長でした。その人にどうして「常陽」の経験をいれないのかと聞いたことがあります。「常陽」は実験炉である。「もんじゅ」は電気を起こすので、電力の経験をもっている人しかできない、という返答でした。公式にはそうですが、原研勢に対する一種の対抗意識があったと思います。ただ、そういうことを見過ごしていた理事長、副理事長がけしからんと思います。

「もんじゅ」をやる人が「常陽」を勉強していない。トラブルが起きたのはすべて「常陽」の設計からはずれた所でした。動燃の初代の理事長は中部電力の会長だった井上五郎さん、日立からいかれた清成さんが 2 代目、次ぎが通産官僚の瀬川さん、あとは関西電力、中部電力の副社長だったようなひとが理事長をやっていました。副理事長が核燃料と動力炉で二人いらしたが、東京電力の人とか、研究開発の経験のない人ばかりでした。

◆この問題は、原研で国産 1 号炉を作ったときにも似た問題がありました。メーカーのイニシアチブが強いので、原研がそれについて行かなければならぬ時がありました。天野さんが大変苦労しておられました。ほんとに立派な方で、国産 1 号炉を作ったのは天野さんであったといえると思います。

天野さんはもともとメーカーの人だから、うまくやれたのかも知れません。

**能澤**：今度、都甲さんが核燃料サイクル機構の理事長になられます。大学畠出身の理事長は初めてです。かつて動燃は、大山さんが東大の現職教授であったのにをやめさせて迎えながら、副理事長にもしなかった。こういう点、動燃はけしからんと思います。

◆SSC と良く似ていますね。

**能澤**：動燃 30 年史を送ってきたのでみると、「もんじゅ」が事故を起した時、私がその調査委員会の主査を頼まれたのに、名前がでていない。しばらくして誤植があったというので訂正通知がきましたが、私の名前を落としたことについて一言の挨拶もなく。文句をいうとあやまりに来ましたが、そういうことに気がつかないというのは組織の弱さです。非常識な面がある。それが、動燃の体質なのです。

◆科技庁にそういう体質があるように思います。文部省の官僚を見ると、きちんとしていて、さすがに歴史があるなという感じです。一方、科技庁の方が、一人一人がのびのびできて、大きな仕事ができるところはあるようです。

**能澤**：通産官僚より、科技庁のほうが、言うことを聞いてくれます。

**能澤**：やっと、都甲さんが理事長になって良かったと思います。「もんじゅ」の建設段階の理事長は科技庁で次官をしていた人で、8年も理事長をやらせておくというのは、科技庁の問題点です。官僚OB が理事長席にすわるというのはまずいと思います。

### 新生原研の原子力開発：「核融合」「高温ガス炉」「安全炉工学」

◆高温ガス炉は、動力炉が電力会社の手に移り高速炉は動燃にとられてしまった後、原研として特徴あることをやろうというので始めたものだと理解していますが、そうでしょうか？ これは出来上がったのでしょうか？

**能澤**：そうです。臨界になりました。大洗にあります。まだ出力上昇試験中だと思います。

◆これと半均質炉との関係は？

**能澤**：半均質炉の開発とは、あまり結びついていません。コーテッドパーティクルが基本単位で、1500 度くらいで焼いて酸化ウラン、または炭化ウランを高温分解炭素で包んで粒にしますが、それが大量生産できます。この時、いろいろな条件を変えると、強度がかわったり、シリコンカーバイドをつけたり、フィッショングロダクトを閉じ込めることができます。フリューダイズドベッドという方法でやるのですが、イギリスでコールダーホールをやった連中が開発しました。メタルでは高温にできないので、セラミックでやりたいということで、開発したものです。1mm くらいのを沢山あつめてグラファイトで固めて最小単位にします。半均質のアイデアはウランから飛程 7 ミクロンくらいで飛び出してくるのを最初につかまえてその再処理を楽にしようということでした。これはフィッショングロダクトをグラファイトに吸わせることが目的です。そのため、半均質にまぜる。高温にしたときに、核分裂生成物をどう閉じ込めるかという意味では全然アイデアがない。再処理コストはごくわずかであって、それにそんなに重点を置いたというのはちょ

っとおかしい。全然発想は違う。

◆そうするとこれをやりだしたのは、半均質炉をやっていた人達とは違うわけですね。

**能澤**：鉄鋼会社から高温ガス炉の熱を直接使って製鉄をするという要求があつて、その研究を始めてくれという要請があつたからです。ドイツが始めたようです。石炭がなくなったときの製鉄法を開発しようということでした。

◆原子炉の新しい使い方を開いたようなものですね？原子エネルギーを電力に換えないで直接用いるという発想は素晴らしいと思っていました。

**能澤**：そうですね。応用目的はその他にも高温を利用して水素を作る。電気を介さないでガスタービンも使え、総合熱効率が50%くらいになります。

◆国際的に見て、日本の位置はどんなものですか？

**能澤**：ドイツは30万キロの実験炉を作ったが、大きくすると球状燃料体の流れがうまくいかない。トラブルが重なるうちにやめてしまいました。いま、中国、南アフリカが関心をもっています。日本が最初になります。これがいいのは、炉心がグラファイトのセラミックですから炉心熔融が起こらない。フィッショングロダクトは出てきますが、熱容量が非常に大きいので、過渡状態がゆるやかで、安定性がいい。高温で熱をとりだすので効率が大変良い。などの特徴があります。

◆これは核融合と組み合わせると役に立つのではないでしょうか。

**能澤**：核融合でも実際に電力をとりだすところは高温ガス炉と同じ技術でやると言うアイディアもあります。

◆原研として、そういうねらいもあるわけですね。うまくいくといいですね。核融合でも、如何に熱を取り出すかという問題があると思いますが。

**能澤**：パルス運転なので、核融合は熱効率があがらない。プラズマ加熱の高率が低く30%がやっとでしょう。

◆ところで能澤さんは核融合計画についても、影響力の大きい仕事をなさっていますね。

**能澤**：私の仕事は評判が良くなかった。余計なことをしてくれたという人が沢山います。

◆Technical Assessmentのことですね。アメリカの政策の基礎になる論文を書かれたと知って驚きました。核融合のことは、もっぱらアメリカでなさっていたわけですね。

**能澤**：核融合については、ミシガン大学の先生が書いた教科書の最後のページをお見せしましょう。私の仕事を全部丸写ししたもので、能澤-Steinerと引用しています。私は、帰国するとき、Steinerが出版してくれたと思ったので、論文を置いてきました。この研究では、パラメーターに対する Sensitivity を調べ、いろいろな核融合の方法を比較・評価しました。そして、エネルギー的には、トカマクが最善と結論しました。この仕事を見て、米政府はミラーなどの計画を切ったわけです。

◆原研の JFT というのはトカマクではないのでしょうか。

**能澤**：JFT-3 はトカマクです。それ以前は違いますが。

JT-60 というのは、始め JFT-4 と名づけられるところでした。プラズマ体積が重要であるから名前に入れようと提案し、計算してもらったら 60 立方メートルという値でした、それが臨界になるのが昭和 60 年だというので JT-60 と言う名前に決まりました。

◆核融合の研究は専らアメリカでしていたのですね。

**能澤**：というか、高温ガス炉にあまり僕が文句ばかりいって、当時の副理事長に解任され、アメリカに移って核融合の研究をしました。

◆何故高温ガス炉が、いやだったのですか？

**能澤**：高温ガス炉そのものより、こんな連中とつきあつていられるかという気持になったからです。その後、核融合と軽水炉の安全性の研究ではそういうことはなかったのですよ。

◆こんな連中というのは、原研を作った時に集めた人たちですね。

**能澤**：そうです。核融合をやったのは 1 年 4 ヶ月だけですよ。その前は高温ガス炉をやりました。高温ガス炉は、新日鐵からのはたらきかけです。

◆新生原研ということですね。高温ガス炉と核融合、それに加速器ですね。最近、原子炉中心というのは世界的にもだんだん薄れてきて、加速器を用いた中性子のプロジェクトを始めたりしていますが。

**能澤**：原研も、基礎研究に力を入れています。伊達さんを呼ぶアイデアは更田さんが思いついたものです。

◆原子炉だけで頑張っていられないで、加速器をやろうという動きは感じていました。本来は原研は高温ガス炉などをやったほうがいいと思いますが。 加速器に重きを置き過ぎるのはどうかと思います。

**能澤**：伊達さんのところは加速器とあまり関係ない。中性子、ウランやその化合物などをもっと実の有るものにして役に立つことをしたい、ということです。

### 原子力船「むつ」問題の收拾

◆さて、最後に安全性に関するお仕事ですが、私は、能澤さんのお仕事の中で一番大切なところだと思っています。能澤さんの想い出話の中で御自身は地味な仕事であったと書いておられます

**能澤**：それより、その中で書かなかつたことに原子力船「むつ」のことがあります。私は理事としては技術担当でしたが、当時の船長に泣きつかれ地元説得を試みました。安全性研究の仕事をしていたし、当時の藤波理事長が菊池先生と海軍でのつながりがあって、菊地さんの弟子だということでこの難しい問題を担当する理事を頼めると考えたようです。「むつ」は技術的問題ではなく地元説得が主な仕事だったわけです。自民党からは期限が設定されていて、それを超えると廃船にするといわれていました。

最初に取り組んだのは、瑕疵担保が切れている問題でした。科学技術庁が頼んでも1年しかのばせないものを、メーカーに頼み込んで瑕疵担保の期限を5年のばしてもらいました。みんなが驚きましたが、人どうしの信頼関係が解決の鍵でした。

◆「むつ」の話は、まさに科学と社会の問題点だと思います。出発点で問題になったことは、大したことではなかったのに、馬鹿騒ぎをして大問題にしてしまった。原子力船の開発が止まってしまったわけですね。

**能澤**：当時の森山科学技術庁長官が、もうあと1週間待ってくれれば漁民達を説得すると言ったにもかかわらず、出港を強行することで、地元の県漁連の副会長を怒らせてしまったのが原因でした。毎月合わせて20回くらい通って説得に努力し、やっと気持の通う人間的な関係にたどり着き、4者胸底(科技庁、県当局、県漁連、原子力船開発事業団)で一切の船内廃棄物を陸揚げしないという条件で佐世保港から大湊港へ船を回航でしたが、これらの陸揚げを黙認してもらいました。これで廃材の陸揚げをして、蓋明け点検がきました。

◆何故、放射線に限って問題が必要以上に大きくなってしまうかということを考えると、やはり啓蒙活動の不足でしょうか？ 世間には、そんな不合理なこと、不条理なことがあるかと憤慨することが一杯あるわけですが、特に放射線が絡むと頑張れるというのもおかしなものですね。

**能澤**：放射線だけが特殊扱いですね。マスコミがそれに乘じて売らんかなという姿勢なので、そ

の要素が大きいと思いますね。

◆マスコミばかりでなく、当の原研職員でさえ悪乗りしていて、労組が原子炉の起動式にストライキをするというも同じです。非科学的要素があまりに多いと思いますね。

**能澤**：しかし、今、原発が作れるのは世界の先進国の中で日本だけです。

◆「むつ」の成果というのは？

**能澤**：あの設計でよかったです。タービン直結です。電気は介在していません。これまでに 10 万キロくらいは航海しています。「むつ」の船長は非常にレスポンスが良くて、いい船だといっていました。

今、世界中どこも原子力船の開発から撤退しているのは、経済性の理由です。将来、例えば、潜水艇が深海の開拓に活躍するなど平和利用が広がる可能性は大きいと思いますが。「むつ」の成果はレポートになって残され、将来の役に立てばよいと思います。

## 「感想」 - インタビューを終えて

中 井

## 技術開発が物理学者の手を離れたとき

原子力に関わる開発は、先ず物理学者が始め、その途上で工学的技術として展開するという道程を歩んだ典型的なケースであろう。

原子炉を発明したのは、大物理学者フェルミである。その原点は、有名なフェルミの「たらい桶」の実験であった。中性子が発見されて間もなくローマ大学で始めた中性子と物質の相互作用の研究で、フェルミは相互作用が中性子の速度に反比例するということに気づき、たらい桶に入れた水で中性子を減速させて実験を始めた。やがてハーンとストラスマンが核分裂を発見し、連鎖反応によって核エネルギーを取り出す可能性がしめされると、フェルミは中性子の減速・拡散理論をたて原子炉を建造した。

原子炉には、醜い双子の兄弟がいた。原爆である。原爆も物理学者が作った。もしナチスの手で創られたら恐ろしいことになる、という恐怖感に導かれた物理学者達は原爆の製造に力を結集した。AINシュタイン、オッペンハイマーらの努力は純粋な動機に基づいていた。しかし、原爆が完成する過程のなかで、その技術は物理学者の手を離れていた。軍部や、政治家、或は社会の意識は、物理学者から離れていた。そして、もはや必要でなくなっているのに、広島・長崎に原爆が投下され、悲惨な事態を招いた。

わが国の高速炉開発について能澤さんのお話を伺っているうちに、ここにも、もう一つの例があると思った。

高速炉もフェルミが始めた。日本の高速炉開発は後発であったが、能澤さんが始められた。因みに能澤さんは、かつてフェルミのローマ大学に対抗して、大阪大学で中性子実験を始めた菊地研究室の一員であった。

能澤さんは原子核構造の研究を投げ捨てて原研に移り、若くて意欲的な仲間を集め、FCA の建設、実験炉「常陽」の設計を進められた。ここまで能澤さんのやり方は、都島工業高校、阪大菊地研で身に備わった実験物理学者としての素養が最大限に活かされたものである。ところが、ここで能澤さんが原研で

育てた高速炉開発グループは、その夢を動燃に奪われてしまう。

高速炉開発の夢を原研から奪った動燃は、次の「もんじゅ」の建設にかかる。そこで物理学者の手から離れた高速炉開発は、電力業界のやり方で進められる。

そのとき「常陽」までの原研で進められた技術開発が全く無視されたと聞いて驚くより、憤怒の感を抑えられない気持になった。電力業界のやり方による結果は、「もんじゅ」の事故である。事故そのものは大したことにならないで良かったが、それよりも高速炉開発に大きな停滞を招き、将来の展望を暗くしたことが許せない。能澤さんはよく我慢したものだと思った。

## 「物理帝国主義」と「研究ブローカー」

「常陽」までの技術開発と「もんじゅ」の建設における指導原理の違いは、技術開発における大きな問題を含んでいる。能沢さんがリードされた常陽までの道は、実験物理学者の典型的姿勢であった。菊池研究室の先輩はみなそうであったが、他人のすることには常に批判的で、どんな小さなことでも自分が納得するまで考える。そんな教育を私も受けた。この物理学者の姿勢は実験や教育に限らず、日常生活や社会活動においても發揮されている。学術会議の創設の過程や初期の活動の中にも、その姿勢が見える。それで桑原先生が「物理帝国主義」と言われたのであろう。何もかも自分でできると思っていて、何もかも自分でないと気持ちが悪い、物理学者のそういう気持ちを表すには「物理帝国主義」という言葉はみごとである。能沢さんのやり方には、そんなところが感じられる。

一方、インタビューで能沢さん自身も話しておられるが、電力会社に象徴される産業界は、そんな能率の悪い方法はとらない。他人を信じ、任せることろは任せるという合理主義が徹底しないと事業は成り立たない。原子力産業の出発点はまさにそうであった。外国の技術を最大限に学び、日本の産業界を育てた。ここで研究所の役割は、研究者の基本的姿勢とはかけ離れたものになっていた。私は原研にいた頃、しばしば、研究所のやっていることは「研究ブローカー」ではないかと感じた。いまでは、それは若気のいたりであることも良くわかった。研究ブローカーであっても日本の原子力開発に寄与できれば幸せであったと思いまして。

しかし、やはりこのブローカーの体質に問題があり、動燃の事故のもとになった。任せることは任せるという考えが、下請け依存の体質を作り、無責任な態勢を作った要素を無視してはならない。科学技術基本法によって開かれる新しい科学技術の展開にとって最も重要な教訓である。

## 科学の発展に対する社会の支持

能澤さんが、原子力船「むつ」の担当理事をひきうけてその敗戦処理に当たったことは知らなかつた。この問題に対する能澤さんの努力は大変なもので、とても紙面に書けないようなものであつた。ここでも、原子力船の開発に情熱を燃やした人達の夢と努力が、政治家や官僚のミスで無になつた姿が見られる。幸い能澤さんの努力で最悪の事態は避けられたが、日本の原子力船の建造は不可能に近い状態に陥つた。

インタビューの中で気づいたことであるが、将来、宇宙開発に対峙して海底開発が始まった時、原子力船はその重要な鍵を握る道具になることが予想される。その時のための準備ができる雰囲気ではない。

科学と社会の接点で生じるいろいろな不合理や不条理を考えると、純粋な科学者の夢を受け止め、人類に役立つものにする器量を持った社会を育てることが必要であると強く感じる。インタビューで学んだことは大きかつた。