

原子核の温故知新

NUMATRON 計画
東京大学原子核研究所将来計画の漂流平田光司、高岩義信
高エネルギー加速器研究機構

東京大学原子核研究所（核研）の将来計画として原子核物理の最前線を目指した高エネルギー重イオン加速器（NUMATRON）計画は、建設用地確保のため当時（1980年ころ）計画されていた名古屋大学重イオン科学研究所計画との合体を試みた。原子核物理が巨大領域である重イオン科学に埋没する危険性、逆に原子核物理学を高エネルギー重イオン核物理にのみ集中することへの疑問に加えて、建設予定地周辺からの異議により用地の取得が大きく遅れる見込みとなったことで、NUMATRON 計画は変更を余儀なくされ、その中止につながった。

1 はじめに

東京大学原子核研究所（核研）は日本学術会議の勧告（1953年）によって東京大学（東大）附置の共同利用研究所として発足した（1955年）。設置を推進する中心となったのは学術会議原子核特別委員会（核特委）であり、全国の核物理学（核実験、宇宙線、理論）研究者からの選出によって組織されていた。核研の運営も全国の研究者の総意に基づくことが原則であり、核研には多くの全国委員会が設けられていた。このような状況は今日では想像しにくいと思われるので、核研に関わる組織について付録で簡単に説明した（A 節参照）。本論で用いる資料についてもそこで説明してある。

核研は発足以来、FFサイクロトロン（1957年）、FMサイクロトロン（1958年）、電子シンクロトロン（1961年）を完成させ、全国の研究者にビームを提供し、核物理のセンターとして活躍した。並行して核特委は原子核研究将来計画を進め1962年に学術会議から「原子核将来計画の実現について」の勧告が出された。将来計画は紆余曲折を経て高エネルギー物理学研究所（KEK）（1971年）、大阪大学核物理研究センター（RCNP）（1971年）、東京大学宇宙線研究所（1976年）の創設につながった。核研も第2世代の核物理用加速器としてSFサイクロトロンを完成させた（1975年）が、すでに最先端とは言い難いものであり、核研の存在意義が問題となっていた。そこで提案されたのが高エネルギー重イオン加速器のNUMATRON 計画であった。

1968年に核研所長に就任した坂井光夫（敬称略、氏名は初出時のみ姓名を記し、その後は姓のみとする）はNUMATRON 計画推進の先頭に立ち、核研の変身（Meta Morphose）を所の内外に訴えた。核研の創立20年を記念する冊子の冒頭「核研二十年にあたって」[1]に以下のように書いている：

二十年を閲（けみ；引用者注）した原子核研究所は、人生に於けると同じく、一つの変貌の転機にさしかかっていると考えられる。われわれが今日高エネルギー重イオン加速器を中心施設とする核物質研究計画を全所一丸となって推進している所以は、正にこのような認識によるものである。

核研の進める計画に大きな懸案事項となったのが、用地取得であった。土地探しの一環として名古屋大学理学部を中心に進められていた重イオン科学研究所計画との合体が図られた。その交渉の経緯で、研究所の形態が問題となり、全国の研究者の合意によって運営される全国共同利用研究所の運営の難しさを浮き彫りにするものとなった。「NUMATRON 計画は TRISTAN 計画に負けた」と言われることが多いが、それは事実の一端にすぎず、主な要因は核研のおかれていた意思決定の難しさによるものだったと思われる。

2 NUMATRON 計画

重イオンは Lawrence Berkeley 国立研究所 (LBL) で早くから研究されており、反陽子を作った Bevatron(シンクロトロン) は素粒子実験が終了したのち Bevalac に改良され (1974)、重イオン核物理を先導した。重イオンを加速して物質と衝突させる場合、衝突エネルギーがさらに高くなれば原子核のもつダイナミカル (動力学的) な性質が見えてくると期待された。

原子力学会 日本でも 1971 年に原子力学会に伏見康治 [2] を主査とする重イオン研究専門委員会が設けられ、科研費を得て組織的な活動が始まった [3]。比較的小型の加速器を用いて行える研究計画も多い中で、重要とされる大型加速器としては (1) 核子当り数 10MeV の大強度加速器 (新型サイクロトロン)、(2) 核子当り数 100MeV の高エネルギー重イオン加速器 (シンクロトロン) であった。前者は理研のリングサイクロトロン (RRC) で実現し RIBF に繋がる [4]。後者を目指したのが NUMATRON 計画だったと言える。

核物理委員会 日本における原子核物理学の実験的研究 (低エネルギー物理学) を代表する核物理委員会は 1972 年に将来計画として「重イオン加速器の建設と KEK のブースター・マシン ($E_p = 500\text{MeV}$) による核物理実験のプロジェクト (の 2 つ; 引用者注) を速かにスタートさせる。これらの学問的、技術的経験をとりいれながら 10 年 range で世界第一級の装置の建設に着手する。同時に地域センターとして中規模の施設をもつ核物理の共同利用研を持つ」趣旨の決定を行なった [総 62, p.5(別添資料 2)]。1973 年 5 月には高エネルギー重イオン加速器の計画を重要計画に決定し、その推進委員を坂井 (核研・所長)、杉本健三 (阪大)、平尾泰男 (核研) に委託した [5]。

核研 1974 年 6 月には坂井が「個人のメモ」として「核物質研究所 (仮称)」を作成し 7 月 10 日の核研連で発表した (1974 年 7 月 10 日核研連における議題「核研の将来について」) [総 68, p.11]。11 月には核小委 (A 節参照) が坂井からの提案を受け、NUMATRON 計画を核研の将来計画として検討することとした [INS-Z-836]。

1976 年 2 月には核小委 [INS-Z-907] と核研教授会 (第 230 回教授会議事録) で、NUMATRON 計画が大綱について承認され正式な提案に進むこととなった。5 月 28 日には核研と共同利用運営委員会 (共運委、核小委から変更) の連名による核研の将来計画「原子核研究所改組拡充構想 (核物質研究計画) - 高エネルギー重イオン加速器の建設」が発表され [総 73, p.1] (掲載 [総 79, p.29])、これが核研としての正式な提案となった。その準備には多くの草稿が作られたことから、この文章は「定稿」と呼ばれるようになった。内容は多岐にわたるが要点は以下のようにまとめられる：

- シンクロトロンが必要である、
- 原子力学会、核物理委員会、学術審議会などからの支持がある、
- 計画の実施においては各研究部の主体性を尊重する。準備室を発足させ、加速技術、測定技術、物理を三つの柱とする。

同時に共運委の下に「核物質研究小委」が設けられ、また「核物質研究準備室」が発足し公募が行われた [INS-Z-923]。

準備室では平尾が中心となって NUMATRON 加速器の設計に取り組み、その成果は 1977 年に出版された [6]。NUMATRON は 2 つのシンクロトロンからなる二重リングであり、第 1 シンクロトロンは、高強度の重イオンを得るためのビーム蓄積を行い、その後イオンビームはストリッパセクションで完全にストリッピング（電子を剥ぎ取る）されて第 2 リングに入射・加速される。そこで例えばウランイオンは核子あたり最大エネルギー 1270 MeV まで加速されるという設計であった [7]。

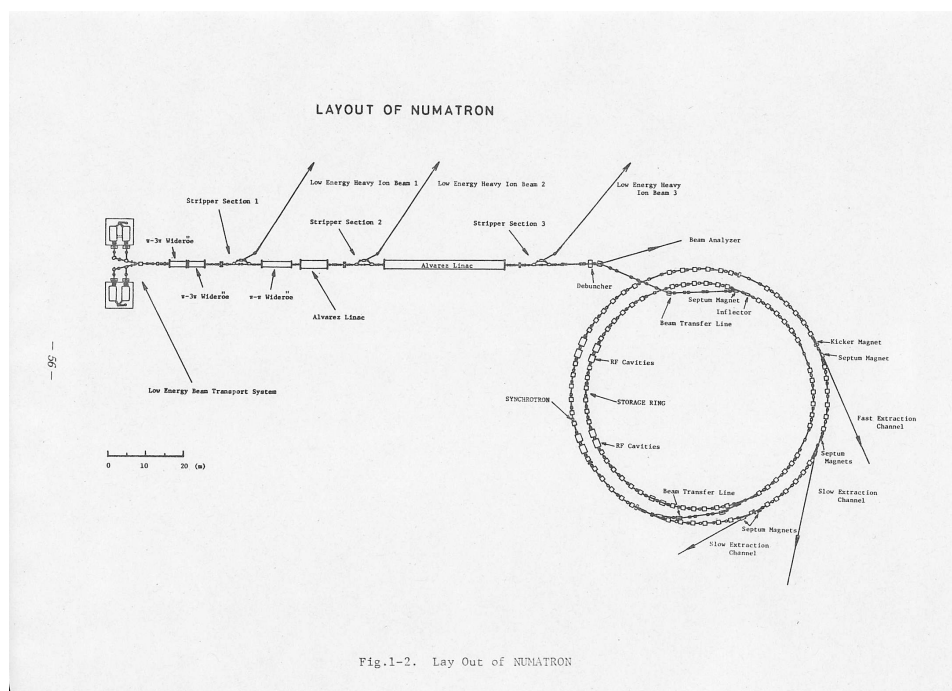


図 1: NUMATRON 概念図 [6]。第 1、第 2 リングはそれぞれ内側、外側のリング。

NUMATRON の準備は核研で進み、第 1 リングで行うビーム冷却技術を開発するための施設、TEST ACCUMULATION RING FOR NUMATRON PROJECT (TARN)、も作られた。核研の SF サイクロトロンを入射器としてビーム冷却を行うリングである [7]。加速器の開発は、ほぼ順調に進んでいた。準備室の活動は当面は NUMATRON 加速器の設計開発に限られていたので、核物質研究計画での「三つの柱」という公約が破られるのではないかと疑問が生じ得た。1977 年の理論専門委員会では「加速器の開発研究だけに日のめ（原文ママ）が当たる可能性もあ

る。定稿にあるようにニューマトロンを中心にした施設群として、低・高・理（低エネルギー・高エネルギー・理論; 引用者注）と準備室の調和のとれた将来計画にすべきだ」などの議論が行われるようになった [INS-Z-978]。

3 立地問題と重イオン科学研究所

何より、NUMATRON を建設するための場所が問題であった。計画によると入射のための直線部だけでも 100m を超える長さとなり、核研の敷地に建設するのは不可能であった。当初は東大の立川移転（1977 年の東大創設 100 周年記念に立川への移転が検討されていた）に伴って、立川に土地を求める可能性もあったが、立川移転が白紙撤回されたことで、具体的な案は無くなっていた。

そこで候補となったのが、当時名古屋大学が計画していた重イオン科学研究所との合体であった。この研究所はプラズマ研究所の第 3 次将来計画と並列に、別の共同利用研究所として同じ敷地に作られることが想定されていた。名古屋大学が作成した重イオン科学研究所の説明（1980 年）には NUMATRON が名称や図面まで含めて、そのまま紹介されている [8]。土地利用計画図まで添えられていた（図 2 参照）。名古屋大学が計画した重イオン科学研究所が想定した研究テーマは表 1 のようになっていた [8]。

(A) 重イオン物性および材料工学研究	(A1) 高密度照射効果 (A2) 表面照射損傷 (A3) イオン注入 (A4) 固体表面の分析 (A5) チャネリング効果 (A6) 固体内衝突の素過程 (A7) ウェイク・ポテンシャル
(B) 核化学の研究	(B1) 放射化分析への不定当量法の適用 (B2) 反応断面積の測定 (B3) 短時間に大量の化学合成を行う技術 (B4) 宇宙空間における核現象
(C) 重イオンによる生物学・農学の研究	(C1) 生物学 (C2) 農学
(D) 医学	(D1) 粒子線医学（診断と治療）(D2) 核医学（基礎医学）
(E) 宇宙科学	(E1) 超重核の性質 (E2) 高密度核物質 (E3) 特性 X 線 (E4) 測定器の較正
(F) 原子及び核物理学	(F1) 原子衝突 (F2) 核反応 (F3) 特異状態核
(G) 重イオン慣性核融合 (HIF)	
(H) 粒子線工学	(H1) 中性子工学研究 (H2) 核燃料サイクルに関する研究

表 1: 名古屋大学重イオン科学研究所の想定研究テーマ [8]。

このリストは平尾 [3] が紹介した原子力学会重イオン研究専門委員会の報告であげたものとはほぼ一致する。NUMATRON が当初目的としていた核物質研究は重イオン科学研究所の掲げるテーマ一覧の中ではほんの一部であり、NUMATRON の主な任務は重イオンを用いる各種のユーザーにビームを提供することとされていた。

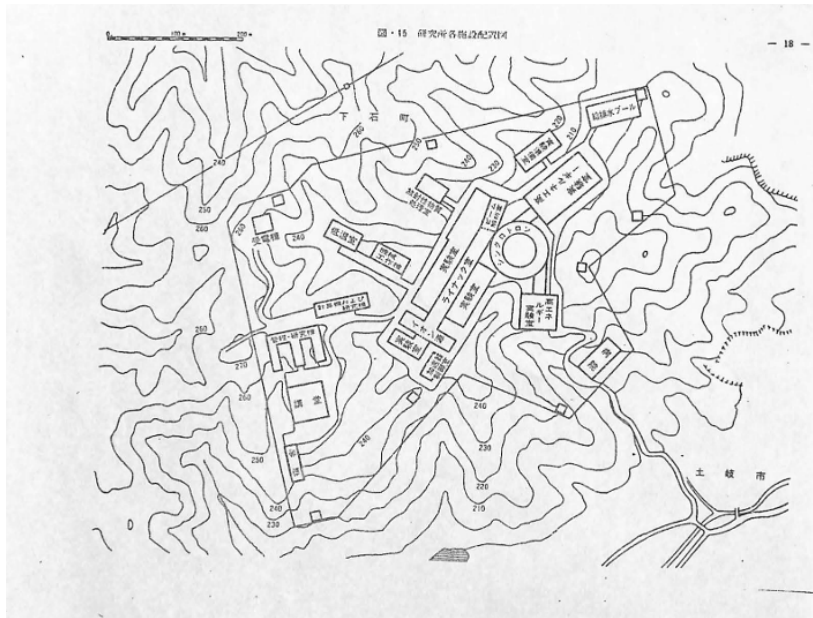


図 2: 重イオン科学研究所の構想。土岐市下石町の名称も入っている。NUMATRON の入る建物も書き込まれている（中央の丸い建物）[8]。

この説明パンフレット印刷の時点では土岐市がプラズマ研究所の受け入れを承認していた。名古屋大学では 1975 年からプラズマ研究所の将来計画を検討しており、その将来計画小委員会のメンバーに理学部長の早川幸男も入っていた。

すでに 1978 年の時点から核研連でも名古屋との関係について議論されており、関係者には知られていたと思われる。名古屋で建設する方向性が具体的にになってきた 1980 年の暮れには、核研理論専門委員会から早川に説明を求める文章が送られ、それへの返信が残っている [9]。早川からの返答には以下のような説明があった:

- 学術会議から勧告された原子力研究地区センター設立に応じて、名大では加速器センターの設立を検討してきたが、AVF サイクロトロンという当初の計画では利用範囲が限られているので、別の機種を検討した。ちょうどニューマトロンが土地の問題で困っていると聞き、それを受け入れるような案にしてはという案が出てきた。
- 1978 年にプラズマ研究所で研究規模を拡大するために新しい土地の要求があり、土地探しを始めた。
- 両計画を同じ土地で進めることは、研究の幅を広げられることと予算的なメリットがあると評価され、立案に至った。
- この案については坂井核研所長（当時）と話し合っており、高木核研連委員長にも報告した。

その時同封された重イオン科学研究所の説明パンフレットが前記資料 [8] である。その後の杉本核研所長から早川への手紙とそれへの返信は核研連の資料としても残っている [総 83,p.11 およ

び p.13]。そこに核研と名大（早川）の見解の相違が明確に現れている。両者のスタンスの違いは表2のようにまとめられる：

	核研	名大
位置付け	核研の全面移行、その後必要部門の新設	名古屋大学附置として出発し、必要部門の新設の後核研が全面移行する
対象領域	核物質研究を中心として、重イオンビームを利用する諸科学を（周辺に）置く	ニューマトロンの利用を中心として、原子核・素粒子研究を重イオン科学を含む広汎な科学に移行・発展させる。
組織	核研は平行移動して2部制（旧核研＋利用部）を敷く	研究部門は一体的に運用する

表2: 核研（杉本）と名大（早川）の意見の相違。

名大のスタンスは核研の性格を大きく変える方向性を含むものである。対象としているテーマの拡がりには伝統的な核物理の枠を遥かに超えるものであり、NUMATRONが核物理コミュニティーの関心を超えて利用され、そのコントロールを失って核物理の計画とは言えなくなる可能性をはらんでいた。核物理研究者が共同利用する核研が行うべきものであるか疑問が出ただろう。1981年2月の低エネルギー専門委員会では「予算や人員規模から、核研が埋没させられてしまい、核物理研究者はボイラーマン化してしまう懸念がある」との意見が表明された [ISN-Z-1119]。1981年6月の核研連では「プラズマ研の中で加速器が建設されることになると、核研のその他の研究はとり残されることになる、(原文ママ) そうすると、これは核研の分割案になってしまうが、このような点について名大側ともはっきりした了解はないように見えるので、その点についての懸念はないのか」という質問が出た [総 84,p.5]。NUMATRON 推進側の坂井の説明では「名大側との話し合いで初期の計画を実現するよう努力を続ける決心であるが、相手もあるので、我々の思う通り実現しないこともあり得るが、その際には、研究者レベルに相談してやって行きたい」というものであった。同年6月の共運委では「核研所長とプラ研(プラズマ研; 引用者注) 所長が非公式に懇談し、相互協力、相互尊重相互不干渉のもとに計画を推進し、それぞれが最終的には、独立の国立大学共同利用機関を目指すことで合意が得られている」との報告があった [ISN-Z-1125]。このように計画が進む中で、批判も強まった。NUMATRON の建設によって核研がその体制ごと転覆させられそうな危機感が広まり、特に理論グループは、理論が取り残されそうな計画の方向性に危機感を持ったようである。

核研首脳部は名大との折衝を繰り返し、徐々に合意も成立しつつあった。それは、さまざまな問題を顕在化させることでもあり、同時に批判も強まっていった。そのような状況の中で用地入手の早期実現が困難になった。

4 NUMATRON 計画の終わり

重イオン科学研究所との合同に対する反感のなかには、早川からの理論専門委員会への回答(前述)の中に、この件はすでに坂井所長(当時)と話し合ったことも書かれており、核研の共運委などを介さない「ボス交」と見えたことも反感を高めたであろう。1980年の秋、物理学会分科会(福島大学)で開催された理論懇談会では山口嘉夫(理論、東大理学部)が「共同利用研の精

神と研究者民主主義の存続にかかわる大事である」という趣旨の発言を行ったという記録がある [10]。

1982年1月には、名古屋大学の計画と合同する場合の（最低）条件を共運委がまとめ、「中京地区において次期計画を進めるための基本方針」を策定した [ISN-Z-1147]。大まかに要約すれば、重イオン科学研究所は核研部分（理論部は増員する）と新規部分が併存し、相互尊重、相互不干渉のもとに研究所を運営する、というものであった。これは表2に示された杉本核研所長の意見とほぼ同じものであり、核研における反応を予想していた杉本が、その意見を代弁して早川に伝えていたものと考えられる。当時の核研の構造をそのまま、量的に拡大するというものであった。

プラズマ研究所の将来計画の中にDT(重水素・三重水素の核融合)反応を含む核融合研究計画(R計画)も入っており、それが地域住民の反対運動にむすびついた。1981年6月には多治見市議会議長より垣花プラズマ研究所長宛に「多治見市議会が結論を出すまでボーリング調査の延期を求める」要望書が出され、地元への説明会などが頻繁に行われるようになった。(1985年にはR計画は取り下げられ、移転用地購入が終了したのは1987年7月(文献[11]のp26「参考資料5」)であった。

建設用地の問題が簡単には終わりそうもなく、早期実現が難しくなったことは1982年のはじめころまでには明らかとなったのであろう。2月には杉本から核研連に報告され、「当面は現在の土地でできる計画を考えたい」との説明があった[総85,p.1]。しかしその具体例は示されなかった。すでに理研ではRRC(当時はSSCと呼ばれた)の建設が始まっており(前掲論文[4])、同じような装置を作る意味はなかった。事実上計画が無期延期となったことを契機としてNUMATRONへの批判が激しくなる。

その一端と言えるのが核物理委員会の動きであった。1982年5月29日に核物理委員会が「原子核将来計画への提案」を発表した。提案は以下の4つを並行して進めることであった:

- 数100MeVから1GeV/u領域の重イオン物理は核研で。(立地については柔軟に進める。)
- ^{12}C 程度までで数GeV/u程度の核物理利用をKEKPSを利用して進められるよう望む。
- 中間エネルギーで軽いイオンはRCNPで。
- レプトンによる核物理は東北大で。

NUMATRON計画は依然として支持するが、全国の核物理コミュニティーの総意で運営される核研だからと言って、その計画が最優先するものではない、というメッセージとなっている。これは事実上NUMATRON計画の大幅延期または中止を示唆していた。9月16日の核研連の議論で[総86、p.37]、核物理委員会委員長の八木浩輔は以下のように発言した:

- Numatron(原文ママ)計画はhighest priorityを与えられ、他の計画がおさえられていた。その中で原子核研究の力はじりじり下っていった。
- KEKのPSを原子核研究に使おうという案が通れば、核研地区の計画がおくれてもactivityが上る。

1982年には核研の各専門委員会でNUMATRON計画の撤回、見直しを求める議論が行われた。4月の理論専門委員会での「核研次期計画の基本方針を変更せざるを得ない」[ISN-Z-1152]、低

エネルギー専門委員会の「数十 MeV～数百 MeV のエネルギー領域をカバーする重イオン加速器を田無地区で建設する計画を支持して行く」[ISN-Z-1154]、7月の電子シンクロトン委員会の「従来の計画の内容及びその進め方についての反省と責任を明らかにしておくことが必要である」[INS-Z-1164]、などである。11月終わりには上記3者の合同専門委員会が開催された。その結論が12月1日の共運委で紹介され、そこで NUMATRON 計画の撤回・新規計画の検討が決定された [INS-Z-1169]。1983年3月には任期を残しながら杉本所長は辞任し、4月からは山口が所長となった。

核研連の上記の提案のうち、KEKPSの核物理利用は提案の時点ですでに始まっており [12]、RCNPの400MeV陽子リングサイクロトン、東北大核理研の strecher ring も完成し、核物理委員会の提案は実を結んだと言える。

5 考察

1981年1月にKEKのTRISTAN計画が認められ予算がついた。NUMATRON計画の中止はTRISTAN計画との競争に敗れたからだと言われることが多いが、それは事実の一端にすぎない。むしろ1981年には名古屋大との調整が進み、概算要求提出は近いと思われていた。計画の進め方に対して全国の「低・高・理」コミュニティからの不支持・反対が強まり、核研のなかでも必ずしも支持されていない、という二重苦のなかで「近い将来に建設できる場所が無くなった」という状況がNUMATRONの中止をもたらしたものである。「民主的」な意思決定機構を持って作られた核研の制度的な弱点が露呈したものであったと考えることもできるだろう。

早川はプラズマ研究所第3期計画の策定とともに、名古屋大学重イオン科学研究所の設立計画を主導しており、将来的に両者が統合することを希望していた。彼は名古屋大学原子力大型計画準備委員会委員長として次のように書いていた [13]。

重イオン加速器には多様な研究者が関係するが、プラズマ研究所は20年の歴史をもつ全国的グループに支持されている。このような歴史と関係研究者層の違いは、今までに挙げた多くの利点にも拘らず、両者（プラズマ研究所と重イオン科学研究所；引用者注）を分離して設立する方に傾かせる。しかし氏素性にとらわれた研究組織が、研究の固定化を生み、元来一つである自然や総合的であるべき技術を人為的に分解する風潮をつくってきたことを思えば、安易な道に走るだけでよいであろうか。氏素性を超えた組織づくりは、巨大な加速器やプラズマ発生装置をつくるよりむづかしい建設事業かもしれないが、研究は人によって進められるという認識に立てば、金物の組み立て以上に重要な仕事というべきであろう。

これはプラズマ研究所とともに核研についても言えることであり、重イオン科学研究所が既存の研究者集団の殻を破り、新分野を開拓し、核科学の総合化、科学の総合化を目指す新しい潮流を作ることを早川は期待していたと言えるだろう。しかし「低・高・理」がそれぞれの「領地」を確保した上での将来計画に、このような分野融合の気運は生じ難かったと思われる。核研の制度的弱点の一因子を示すものであろう。

その後、核物理に関しては核物理委員会の決定の通り阪大と東北大の計画およびKEK-PSの利用が進められ、核研は独自計画（大ハドロン計画など）を検討する中でKEKとの合体（1997年）

をへて J-PARC の建設に向かった [14]。中エネルギー重イオン加速器では理研 RIBF が活躍している。高エネルギー重イオン加速器である NUMATRON が計画通り建設されていれば、BNL の計画に先行し、現在の高エネルギー重イオンブームを先導するものとして、日本の核物理の動向に大きな影響があったであろう。

本報告は科研費「22K00286」および「24K03620」の成果の一部である。名古屋大学坂田記念史料室および KEK 史料室の史料を活用した。また、KEK 名誉教授の永宮正治氏から貴重な情報と資料の提供を受けた。各位に深く感謝する。

A 原子核研究所の意思決定方式および本論における文献について

日本学術会議の原子核特別委員会は総会に直接提案のできる強力な委員会であり、仁科芳雄を委員長とする原子核研究連絡委員会を引き継いで 1952 年に朝永振一郎を初代委員長として発足した。理論、原子核、宇宙線の 3 つのグループがそれぞれ委員を選出した。下部委員会まで含めてほぼすべての議事が記録され公開されていた。これは核特委のもつ「民主的」な性格の現れであると言われているが、全国の研究者への活動報告を兼ねていたものだ。その多くが名古屋大学坂田記念史料室に保存・公開されている [15]。1961 年からは総合事務局報が発行されるようになり、各種委員会の記録が掲載されている。総合事務局報は核特委から後継の原子核研究連絡委員会 (核研連、1972 年発足)、物理学研究連絡委員会原子核専門委員会 (1985 年発足) に引き継がれ 1992 年の No.97 まで発行された。その第 x 号のページ y を [総 x,p,y] として示している。

原子核研究所を創設する案は核特委から出され、学術会議から勧告された (1953 年)。研究者の自治を主張する核特委と大学の自治を重要視する東京大学 (矢内原学長) の間での妥協の結果、核研には核特委が選出する核研小委員会 (核小委) が置かれ、核研教授会は自発的に核小委の意見に従うこととした。核特委側からみれば核研は原子核の共同利用研として核特委が代表する全国研究者の意思によって運営される。東大から見れば核研教授会が核研を代表する意思決定機関だが、教授会が核小委の意見をそのまま採用しているのかどうかは問わなかった、ということであろう。このような妥協の成立過程については文献 [16] を参照いただきたい。

核研には理論部、高エネルギー部、低エネルギー (狭義の原子核実験) 部、宇宙線部が置かれ、それぞれに共同利用研究調整のための専門委員会があり、本論で扱う 1980 年前後の期間には低エネルギー専門委員会、電子シンクロトン委員会 (高エネルギー専門委員会)、理論専門委員会などがあった。(1976 年宇宙線研究所が発足したので、宇宙線関係の専門委員会は無くなっている)。これら専門委員会にも全国の研究者から選ばれた委員がおり、核研の運営に関する会議の一部となっていた。これら核研の委員会の資料は [INS-Z-XXX] の番号が付けられており、そのように表記する。(教授会議事録など核研に関する膨大な資料群は KEK 史料室が保管している。)

研究者の自主的全国組織として原子核談話会、宇宙線研究者会議、素粒子論グループ、1964 年からは高エネルギー同好会があり、原子核談話会の執行部が核物理委員会であった。各グループは核特委と協力しつつ (場合によっては対抗しつつ)、独自の方針のもとに活動した。

参考文献

- [1] 東京大学原子核研究所「核研二十年史」(1978)

- [2] 伏見康治「重イオン科学の振興「重イオン」研究専門委員会*報告(昭和46,47年度)」日本原子力学会誌 Vol. 16, No. 1 (1974)
- [3] 平尾泰男「重イオン科学 – 「重イオン」研究専門委員会報告」日本原子力学会誌 Vol. 20, No. 8, pp.567-71 (1978)
- [4] 上坪宏通「理化学研究所重イオン科学用加速器建設計画- リングサイクロトロン設計について」理化学研究所報告 vol.57(6),pp.131-146(1981年11月)
- [5] M. Sakai, K. Sugimoto, Y. Hirao and K. Nakai “HIGH ENERGY HEAVY ION SCIENCE I Nuclear Physics” INS-NUMA-1 (1974年1月)
- [6] STUDY GROUP OF NUMATRAN“NUMMTRON – HIGH ENERGY HEAVY-ION FACILITY” (August, 1977)
- [7] T. Katayama, A. Noda and Y. Hirao “NUMATRAN and TARN”, INS-NUMA-17, Feb. 1980
- [8] 名古屋大学「重イオン科学研究所」(1980年5月)
- [9] 「名大理学部長からの手紙」(1980年11月6日) 早川から原子核研究所理論専門委員会幹事 坂東昌子、小川建吾あて
- [10] 並木美喜雄「素粒子論グループ懇談会雑感一核研将来計画をめぐって」素研62-4、p.163 (1981)
- [11] 寺嶋由之介、大林治夫、藤田順治、難波忠清、木村一枝、松岡啓介、花岡幸子「核反応研究計画「R計画」の経緯 – 松浦清剛先生との懇談の記録を中心に」NIFS-MEMO-47 (Jan. 2006)
- [12] 高岩義信(責任編集)「KEKPS-12GeV陽子シンクロトロンーその35年の軌跡」高エネルギー加速器研究機構(2006)の資料集A「採択実験課題一覧」など
- [13] 早川幸男(名古屋大学原子力大型計画準備委員会委員長)「名古屋大学原子力大型計画について」(1978年5月15日)
- [14] 永宮正治「私が見たニューマトロン計画からの四半世紀」『原子核研究』第69巻2号、pp.60-71(2025)
- [15] 名古屋大学理学部物理学教室坂田記念史料室委員会編『坂田記念史料室資料目録』(1989年)、同『坂田記念史料室資料目録 第二集』(2014年改定)
- [16] 平田光司、高岩義信「共同利用研究所における自治の相克」『科学史研究』第III期第59巻第293号(2020年)38-52頁(ネット上に無料公開されている。)