

【NOTE】

東京大学宮本研究室電子シンクロトロン関係資料

有賀暢迪¹・菊谷英司²・高岩義信^{1,3}・若林文高¹

¹ 国立科学博物館理工学研究部
〒305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

² 高エネルギー加速器研究機構 IR 推進室

³ 高エネルギー加速器研究機構史料室

Historical Objects and Papers Related to the Electron Synchrotron Constructed
by Miyamoto Laboratory at the University of Tokyo

Nobumichi ARIGA^{1,*}, Eiji KIKUTANI², Yoshinobu TAKAIWA^{1,3}, and Fumitaka WAKABAYASHI¹

¹ Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science
4-1-1 Amakubo, Tsukuba, Ibaraki 305-0005, Japan

*e-mail: n-ariga@kahaku.go.jp

² Institutional Research Office, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

³ KEK Archives Office, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

Abstract In the 1950s, during the early days of the postwar period, the Miyamoto Laboratory of the University of Tokyo built a strong-focusing electron synchrotron for the purpose of studying a new kind of particle accelerator technology. Some parts of the equipment were donated in 1972 to the National Museum of Nature and Science, and they had been on display there for about a decade. These objects, however, have never been scrutinized from the standpoint of the history of physics. This article describes the equipment parts as well as the documents attached to them in basic terms as a foundation for further studies. It also briefly discusses the position that the electron synchrotron of Miyamoto Laboratory occupies in the history of accelerators in Japan.

Key words: electron synchrotron, Miyamoto Laboratory at the University of Tokyo, history of accelerators in Japan

1. はじめに

国立科学博物館（以下、科博）が所蔵する科学技術史資料のなかには、日本における加速器科学の歴史を物語る装置や模型、文書などがある。これらは体系的・継続的に収集してきたものではなく、研究設備の更新や研究所の移転などの機会に寄贈されたものがほとんどであるが、今から振り返って総体的に見ると、加速器に関する歴史的コレクションになっていると云う。その中の一

つが、本稿で取り上げる東大宮本研の資料である。

東京大学理学部の宮本梧楼（1911–2012）の研究室では、1950年代に、加速器の一種である電子シンクロトロンの製作が試みられた。この装置の部品と関連文書が科博の所蔵資料となっている。本稿ではこれを総称して、「東京大学宮本梧楼研究室電子シンクロトロン関係資料」（以下、宮本研ES資料）と呼ぶ。このうち装置に関しては、受け入れ当時の科博の担当者であった木村東作（1913–1995）が解説を書いているが¹⁾、これ以外には本資料群について述べたものは見当たらない。本稿の目的は、宮本研ES資料の基本的情報を記述し、

その歴史的価値を確認することによって、将来の科学技術史研究の土台を与えることにある。

最初に第2節で、戦後日本における加速器科学の展開、特にシンクロトロン開発の試みを概観し、宮本研電子シンクロトロンの歴史的位置を確認する。次に第3節で、宮本研ES資料の来歴と過去の科博での展示について述べる。その上で第4節と第5節において、装置の部品と関連文書のそれぞれを記述する。最後に第6節で本資料群の歴史的価値を述べ、まとめとする。

2. 宮本研電子シンクロトロンの歴史的位置

国内外における加速器の歴史については、物理学者や物理学史家による成書がいくつかあるほか²⁻⁵⁾、日本加速器学会の学会誌『加速器』などに、加速器研究者による多くの記事が掲載されている(通史的なものを文献として挙げる)⁶⁻⁹⁾。また、とりわけ後述する東京大学原子核研究所とその流れを汲む高エネルギー物理学研究所(KEK)に関しては、研究所の歴史を記した文献がいくつかある^{10, 11)}。本節ではそれらに依拠して戦後日本の状況を大まかに述べ、次いで国内でのシンクロトロン開発の試みを原著論文その他の一次資料を挙げながら概観する。

2.1 戦後における加速器科学の再出発

第二次世界大戦後の1945年11月末、日本を占領統治した連合国最高司令官総司令部(GHQ)の指令により、国内にあったサイクロトロンが破壊・廃棄された。サイクロトロンは1930年代初頭にE・ローレンスにより発明された加速器の一種であり、日本では理化学研究所の仁科芳雄(1890-1951)の研究室と大阪帝国大学理学部の菊池正士(1902-1974)の研究室でそれぞれ建設されたほか、京都帝国大学の荒勝文策(1890-1973)の研究室でも完成間近となっていた。GHQはこれらすべてを破壊しただけでなく、核兵器の製造につながるとして、加速器を用いた研究全般を禁止した。この結果、日本の加速器とそれを使った実験研究は欧米に比較して大きな遅れをとることになった。

状況が変化したのは、上記のローレンスが1951年5月に来日し、日本での研究再開を支持する発言をおこなってからである。これを受けて、加速器の研究とそれを使った原子核研究が再開され

た。具体的にはまず、理化学研究所(当時は財閥解体により株式会社科学研究所となっていた)、大阪大学、京都大学の3拠点に、26インチのサイクロトロンが1基ずつ再建された。

しかし日本でサイクロトロンが再建されたときには、世界ではこれらは既に小型の部類になっていた。特にアメリカでは、大型の陽子シンクロトロンがつくられ、サイクロトロンの数百倍ものエネルギーが得られる加速器が完成していた(シンクロトロンについては後述する)。このため日本では上述の3拠点に加え、新たな研究所を設立して、大型加速器の建設を目指すことになった。この研究所は、結果的には東京大学の附置研究所の形態をとった原子核研究所として実現したが、全国の研究者が利用できる「共同利用研究所」として構想されていた。

原子核研究所(以下、核研)は1955年に設立され、その年のうちに60インチのサイクロトロンが東京の田無に建設された。シンクロトロンを建設しようとする意見もあったが、初代所長となった菊池の考えによりサイクロトロンから始めることになったと伝えられている。ただし同時に、将来に備えて電子シンクロトロンの建設も進めることとなった。

1958年ころから、次の将来計画として本格的な高エネルギー加速器の建設にむけた動きが全国の研究者によって始まった。1962年には日本学術会議の勧告として原子核研究将来計画が提示されたが、その目標には陽子シンクロトロンの建設が想定されており、準備研究予算がついた1964年に学術会議の「素粒子研究所準備調査委員会」が設置された。同時に核研には「素粒子研究所準備調査室(1966年からは準備室となる)」が置かれ、その設計が本格的に始まるとともに、将来の大規模な共同利用の研究所建設に向けた構想の検討が進められた。これが、のちの高エネルギー物理学研究所(1971年設立)、ひいては現在の高エネルギー加速器研究機構(KEK)の起源である。

2.2 シンクロトロン開発の試み

戦後まもない時期に、サイクロトロンよりも高いエネルギーが得られるシンクロトロンの原理が考案された^{12, 13)}。サイクロトロンでは加速によるエネルギーの上昇にともない、粒子の描く軌道の半径が渦巻き状に大きくなっていくのに対して、シンクロトロンでは軌道半径を一定に保つよう、

エネルギー上昇にもなって磁場を同期させて上げていく。同時に、加速のための高周波電磁場の周波数も同期して変化させていく。この加速周波数と磁場の「同期」が「シンクロトロン」の語源である。なお両者の中間で、周波数だけを同期させる加速器はシンクロサイクロトロンと呼ばれる。

日本で最初にシンクロトロンを手掛けたのは、東北大学理学部の木村一治・北垣敏男研究室である¹⁴⁾。木村と北垣は1952年から電子シンクロトロンの試作を開始した。初期加速のベータトロン加速は1953年に成功し、シンクロトロン加速も同年に40 MeVまで加速した。さらにこのシンクロトロンによって、日本で最初のシンクロトロン放射光(SOR)を観測した。また、北垣はこの研究をしながら、将来のより高いエネルギーの加速器に不可欠な「機能分離」(Separate Function)のアイデアを出した¹⁵⁾。

シンクロトロンの技術としては、加速粒子のビームの安定性を確保するいわゆる「強集束(強収斂)」(Strong Focusing)つまり交代勾配方式(Alternating Gradient Focusing, AGと略す)が、1952年にE・D・クーランとH・S・シュナイダーによって提唱されていた¹⁶⁾。しかし北垣の回想によれば、東北大では電子シンクロトロンを作り始めたあとで強集束の論文を知ったという¹⁷⁾。これに対して東京大学理学部の宮本梧楼研究室では、当初からクーラン-シュナイダーの強集束の原理を研究することを目標に、1953年から電子シンクロトロンの設計研究を始めた。

宮本研の電子シンクロトロンについては、1961年から63年にかけて全10冊からなる報告書がまとめられている(以下、宮本研報告とする)¹⁸⁾。それによれば、宮本研の電子シンクロトロンは1954年から建設が始まり、初期加速のベータトロンを1957年に成功させ、同年のうちに30 MeVのシンクロトロン加速に成功した。さらに高いエネルギーを目指して1960年代半ばまで研究を続けたが、最終的に140 MeV程度まで加速を成功させたものの、目標とした170 MeVにはついに至らなかった(表1)。なおこの目標値は、湯川秀樹が存在を予言した π 中間子を人工的に作ることでできるエネルギーであった。

他方、核研では前述の通りサイクロトロンの建設を優先することになったが、高エネルギー用の加速器として陽子シンクロトロンに比べて技術的に取りかかりやすい電子シンクロトロンも建設し

表1 宮本研電子シンクロトロンの研究開発過程の概略

年	月	事項
1953	6	AGシンクロトロンの設計研究に取り掛かる
1954	4	建設が始まる
1956	—	電磁石と入射装置が完成する
1957	2	ベータトロン加速に成功, 6 MeVのビームを得る
1957	5	高周波加速に成功, 30 MeVのビームを得る
		170 MeV用電源の設計と建設が始まるあわせて, ビーム強度を上げるための研究がなされる
1959	4	電源が完成し, 全力運転が始まるが, 98 MeVまでしか達せず 原因究明の結果, 110 MeVまでのビームを得る
1960	—	再びエネルギーを上げることに努力が払われる
1961	3	『報告』の最初のものが印刷される

出典：東京大学理学部物理学教室宮本研究室『東大強収斂電子シンクロトロン：報告』No. 1の記述をもとに著者作成

ようという計画が持ち上がった。これは1956年から建設が始まり、1961年には電子を750 MeVまで加速することに成功した。そして最終的には、1.3 GeVまで加速できるようになった。また、この加速器から出る放射光は強力かつ指向性の高い極紫外からX線領域の光であったために、物質科学の研究者にとっては研究のための貴重な手段となった¹⁹⁾。

以上のことから、宮本研の電子シンクロトロンは、日本で開発された最初期のシンクロトロンのひとつとして位置付けられる。とりわけ、初めて稼働した強集束型の電子シンクロトロンであった点が重要である。目標としたエネルギーには到達できず、この装置がその後の加速器科学の発展に直接寄与したわけではなかったが、戦後の再出発期における先駆的な試みとして評価できるだろう。

またこれに加えて、宮本研は優れた人材を多数輩出したことでも知られている。核研の電子シンクロトロンから高エネルギー物理学研究所の陽子シンクロトロンへと至る加速器の設計では、宮本研の電子シンクロトロンに関わった小林喜幸の貢献が極めて重要であった。あるいは、もともと理論物理学の研究者であった岩田義一は、宮本研のプロジェクトに当初から加わり、軌道解析の研究を専門とするようになった(この業績で仁科記念

賞を受賞)。同じく宮本研出身の富家和雄は、東大物性研究所が推進する放射光利用のために核研の電子シンクロトロンを利用する施設の整備に関わり、のちには放射光専用の加速器の建設提案を進めた。他方で、宮本研の主力メンバーは徐々に加速器から離れてプラズマ・核融合の研究に進んでいったが、この方面でも大河千弘に代表される中心的な研究者を数多く生み出した。このように周辺分野に及ぼした影響は、宮本研の特筆すべき点であった。

3. 資料の来歴と過去の展示

本節以降では、もっぱら宮本研で建設された電子シンクロトロンに関する資料(宮本研ES資料)について述べる。この資料が科博に寄贈(管理換え)されたのは、宮本研が報告書をまとめてから10年ほど後の1972年であった。推測であるが、1911年生まれの宮本が東京大学を停年退官するにあたり、大学構内に残されていた装置の引き取りを博物館に打診したのではないと思われる。

科博で資料の受け入れを担当し、展示も行った木村東作は、装置の解説を書いているだけでなく、関係文書一式を綴ったファイルを残している。このファイルの中には、装置の引き取りに向かった際に撮られたと見られる写真も含まれており、往時の実験装置の様子を伝える貴重な記録となっている(図1)。

木村の著した解説によれば、1972年に引き取られた装置の主要部分は当初、上野の2号館(現在の地球館の北側部分にあった)の1階で展示され

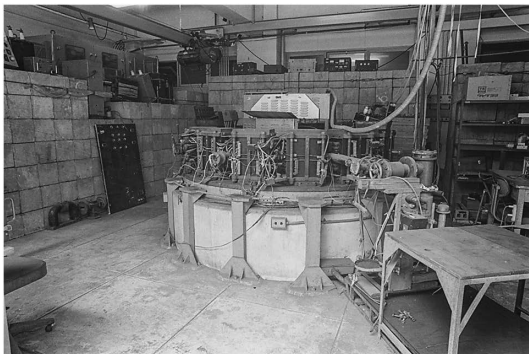


図1 宮本研電子シンクロトロンの全体像(1972年と推定)
出典:木村東作のファイルより

たという。木村のファイルにある写真には、この展示準備の様子と思われるものも含まれている。そこから判断すると、当初の展示は装置の大部分をほぼそのまま再現する大掛かりなものであったようである。

しかし、2号館の展示は数年後の1975年に更新され、宮本研ES資料の展示は大幅に縮小された。図2は、新しい展示の完成時に撮影されたと思われる館蔵の写真で、3階の「日本の科学者」の一角である。「日本の粒子加速器」と題されたコーナーの中央にシンクロトロンの部品が展示され、右隣にシンクロトロンの全体を示す模型(5分の1サイズ)が置かれている。この模型は展示更新時に製作されたものである。

本稿の主題からは外れるが、この展示写真で宮本研ES資料の左隣に置かれているのは、2.1節で触れた理化学研究所の再建サイクロトロンの加速箱である。この資料は1970年に科博に寄贈されており、現在は地球館地下3階「自然のしくみを探る」で常設展示されている。また、写真の中で理研サイクロトロンのさらに左隣にあるのは、核研で最初に建設されたサイクロトロンの模型である。この模型は1957年に展示用に製作されたもので、『国立科学博物館百年史』(1977年)の「加速器に関する資料」の記述から判断すると、科博が最初に収蔵した加速器関係資料であった²⁰⁾。なお現在の常設展示でも、これと同一の加速器の模型が理研再建サイクロトロンと並んでいるが、これは2000年になって核研の後身にあたるKEK田無分室から科博に寄贈された資料である*。後者の模型は、もとは1955年にアメリカ大使館から核研に寄贈されたという来歴を持つ²¹⁾。

「日本の粒子加速器」展示があった2号館はその後1985年に、ハンズオン(体験型)展示を中心とする「たんけん館」へと模様替えされた。展示されていた加速器関係の実物資料と模型はそのとき収蔵庫に移された。前述の通り、理研再建サイクロトロンの加速箱は2004年から再び常設展示されているが、宮本研ES資料は今日に至るまで、展示の機会を得ていない。

* 同時に、SFサイクロトロンの磁極モデルも寄贈され、収蔵庫に保管されている。

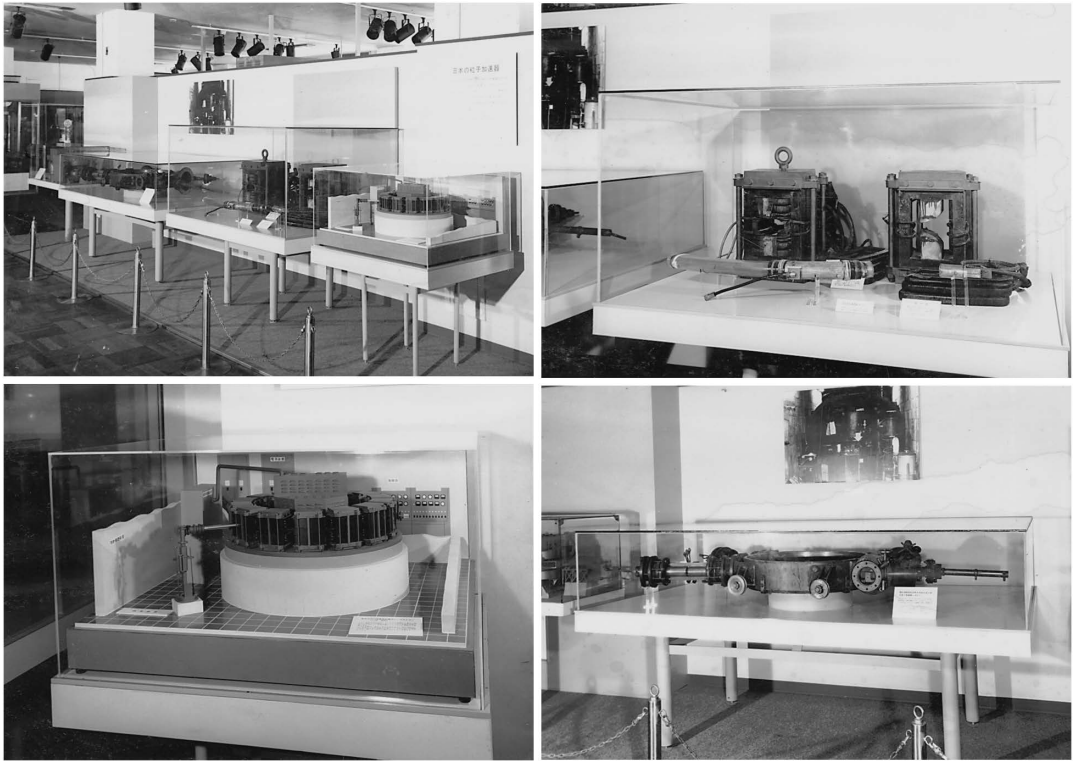


図2 国立科学博物館の「日本の粒子加速器」展示（1975年と推定）

左上：展示コーナー全体，右上：東大宮本研ES資料の展示

左下：電子シンクロトロンの模型，右下：理研再建サイクロトロンの加速箱

写真所蔵：国立科学博物館（アルバムA566）

4. シンクロトロン装置の部品

本節では宮本研ES資料のうち、現存する装置部品の概要を記す。装置は多くの部品で構成されており、ばらばらの状態で保管されている。本稿では特に、電磁石、真空容器、共振空洞、電子銃の4つを取り上げる。以下の記述は、宮本研報告（文献18）と木村の解説（文献1）から要点を抜き出し、現在の資料についての所見を加えたものである。

4.1 装置全体の概要

最初に、宮本研で製作されたシンクロトロン全体の概要を述べておく。2.2節で述べたように、この装置は強集束型（AG型）と呼ばれるものである。具体的には、磁界の勾配が正と負の2種類の電磁石を交互に並べることにより、ビームの集束力を大きくしている。また本装置の特徴的な点として、電子をまずベータトロン[†]で予備加速し、次

いで高周波電圧により加速する仕組みとなっていることが挙げられる。報告書には、ベータトロンによる加速を避けるほうが「大型加速器として甚だ望ましいが、経済的には全く不可能であった」と書かれている（宮本研報告No. 1, p. 9）。

装置は大きく分けて8つの部分から構成されていた。電磁石、電磁石電源、入射装置、ベータトロン加速、高周波加速、真空系、その他（運転制御系、放射線シールド、建物）である（この分け方は宮本研報告No. 2による）。装置の全体像としては、前掲図1の写真に加えて木村の解説の図が分かりやすいため、図3として転載する。同じく木村の解説には装置の諸元が表にまとめられているので、表2として転載する。この表は、宮本研報告にあるパラメータの一覧（No. 1, pp. 5-6）をもとに、分かりやすく書き直したものと見られる。

[†] 当時の資料では「ベータートロン」と表記してあるが、本稿ではすべて「ベータトロン」とした。

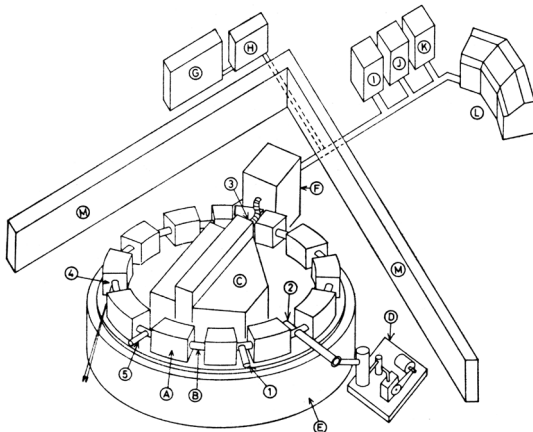


図3 宮本研電子シンクロトロン配置図

A: 電磁石, B: ドーナツ型真空容器, C: 電子入射装置 (インジェクター), D: 排気ポンプ, E: 支持台, F: 高周波発振装置, G: 蓄電池群, H: イグニトロンスイッチ, I: バイアス装置, J: 誘導加速電流装置, K: 電源装置, L: 制御台, M: 放射線遮蔽壁 (コンクリートブロック), ①電子銃I, ②電子銃II, ③キャビティ [共振空洞], ④内部ターゲット, ⑤挿入ターゲット

出典: 木村東作「強収束型電子シンクロトロン (170 MeV)」図1より転載

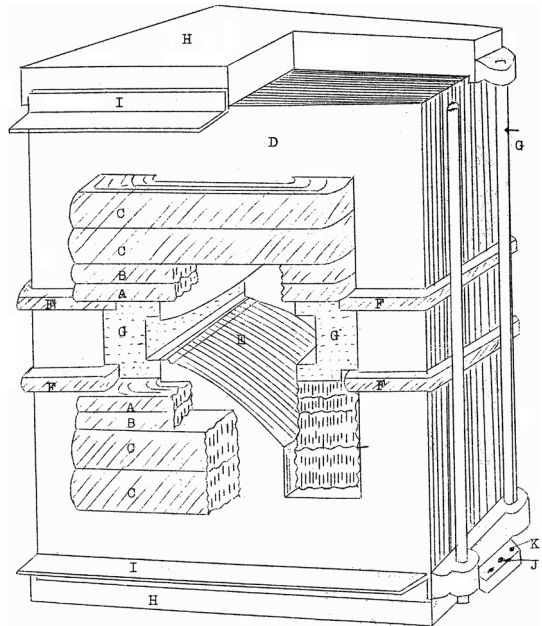


図4 電磁石の見取図

A: 直流バイアスコイル, B,C: 電磁石コイル, D: コア, E: 磁極, F: ベータトロン加速マイル (フラックスコイル), G, H: 締め金 (バックル), I: L-クランプ, J: ピン, K: アンカーボルト

出典: 東京大学理学部物理学教室宮本研究室『東大強収束電子シンクロトロン: 報告』No. 2, Fig. 2より転載

表2 強収束型電子シンクロトロン (170 MeV) 諸元

加速粒子	電子
最大エネルギー	170 MeV
軌道曲率半径	780 mm
平均軌道半径	930 mm
n 値 (磁界の勾配を表す)	$n = \pm 9.75$
電磁石配置 / ユニット	= (横集束電磁石) - (すきま) - (縦集束電磁石) - (すきま) -
電磁石ユニット数	7 (14 箇所, 1 箇所の重さ約 150 kg)
最大磁界	平均軌道上 7000 G [引用者注: 1 G (ガウス) = 10^{-4} T (テスラ)]
最大磁場エネルギー	21 kJ
繰返し	パルス運転 170 MeV で 1 回 / 秒 60 MeV で 10 回 / 秒
真空容器	硬質ガラス製内面電気伝導性 断面 楕円 内径 50 mm × 80 mm 肉厚 5 mm
入射装置	60 kV 電子銃
ベータトロン加速	6 MeV まで 300 V / 回転
高周波加速	第三次高調波 155 MHz 最高 1500 V / 回 ドーナツ型石英空洞
出力強度 (電子数)	10^8 箇所 / パルス

出典: 木村東作「強収束型電子シンクロトロン (170 MeV)」表1より転載

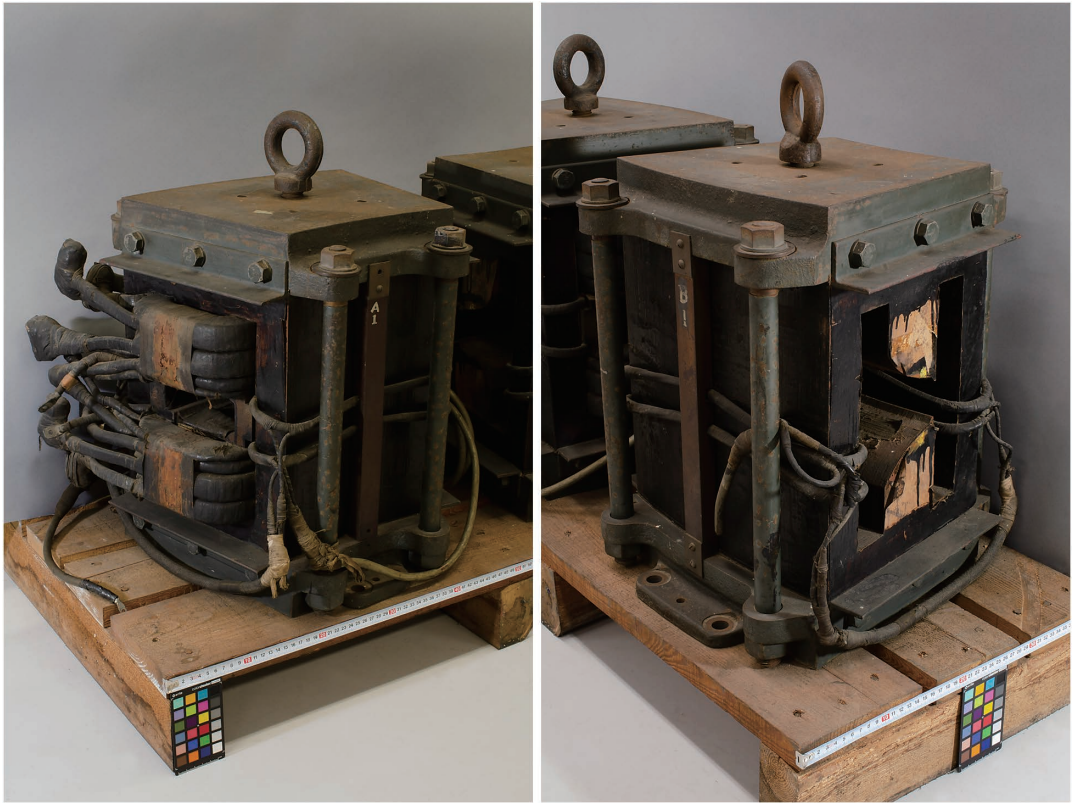


図5 電磁石の外観
左：横集束，右：縦集束（中心部のコイルを外した状態）

4.2 電磁石

電子の軌道を曲げるための部品である。宮本研の電子シンクロトロンでは、電磁石は2種1組のものが計7組（全部で14個）使用された。個々の電磁石の構造については、宮本研報告にある見取図が分かりやすいので図4として転載する。この図では向かって右手に加速器の中心があり、磁極(E)が中心のほうに向かって開いているので、横集束電磁石になっている。これと対になる縦集束電磁石では、磁極は外側に向かって開いた形になる。

実際の電磁石の外観を図5に示す。電磁石1個は概ね縦横400mm四方、高さ450mmに収まる大きさ（上面に付いているリングを除く）で、重量は約150kgとされている。なお、ここに写真を掲げた二つの電磁石にはそれぞれ「A1」「B1」と記されており、もとは対になっていたと考えられる。

4.3 真空容器

電磁石のあいだに置かれるビームパイプである。硬質ガラス製で、断面は内径50mm×80mmの楕円形をしており、肉厚は5mmである。形状（役割）の異なる7本の容器を組み合わせることで、平均半径930mmの円を構成する（ただし1本は次項で述べる共振空洞を兼ねる）。1本あたりの弧長は、実測したところ約830mmとなっている。容器同士のあいだは、厚さ2mmのテフロンパッキンを挟んで結合していたようである（宮本研報告No. 2, pp. 30–31）。

今回の調査であらためて確認したところ、現存する宮本研ES資料の中には、この部品が全部で15本含まれていた（共振空洞を除く）。本来必要な数の2倍ほどであるため、研究の過程で交換したものか、もしくは試作品の可能性が考えられる。また、15本の容器の中には明らかに見た目の異なるものがあるが、これは内面に電気伝導性を持たせるためのコーティングの違いである（図6）。内



図6 真空容器の外観
上：銀コーティング，下：NESAコーティング



図7 共振空洞の外観

面処理には、銀の化学メッキとネッサコーティング（NESA、塩化スズを焼き付けたもの）の2種類が使用された（宮本研報告No. 2, p. 30）。

4.4 共振空洞

真空容器の一部を兼ねており、「肉厚約5mm、長さ約275mmの石英ガラス、または特殊ガラスのパイプにシルバーペーストを焼付けてつくられ」ている。「発振器からの入力で空洞共振を行なわせて、最高1500Vで毎周加速を繰り返す。使用周波数は第3高調波、約155MHz」である（以上、木村の解説より）。

本資料は、真空容器と一体化した状態になっている（図7）。空洞部分の外観としては、横方向に多数の筋が入っているのが特徴的である。これは銀のコーティングに対して幅10mmごとに入れた切れ目であり、電磁石による渦電流を少なくするためのものである（宮本研報告No. 2, p. 28）。なお本資料にはキャプション板が付いているが、これ



図8 宮本研で開発された電子銃

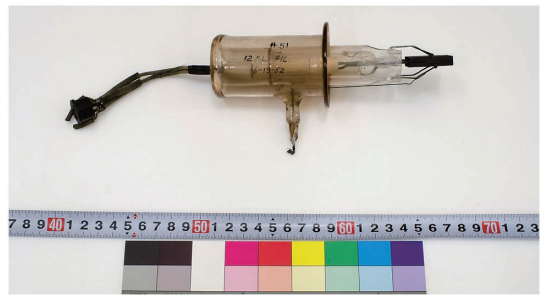


図9 カーストから宮本研に寄贈された電子銃

は3節で述べた1975～85年の展示時のものと見られる。

4.5 電子銃

真空容器に電子を供給するもので、出力は60kVである。ガラス管部分の先端付近には「GA5060NCT」と記されている。ベローズに取り付け、枝つき真空容器に横から差し込むと、先端のフィラメントが軌道中心付近に来るように設計されている。資料実物はベローズに取り付けた状態のまま保管されており、キャプション板が付いている（図8）。この電子銃は1975～85年には展示されていなかったと見られるため（前掲図2を参照）、1972年の最初の展示時のものと思われる。

電子銃は、これと別にもう一つ遺されている（図9、ガラスが一部破損している）。これは木村によれば、ベータトロン発明者のカースト（Donald William Kerst, 1911–1993）が宮本研究室に見本として寄贈したものである。本体に「#51 12 M.L.

表3 宮本研ES資料(文書類)の一覧

記号-番号	形態・数量	表題	年月	備考
I-1	東芝の表紙(和文)・1冊	「シンクロトロン用発振器, シンクロトロン用インジェクター及びパルス巾変換装置 御承認用図面」	1955.3	
I-2	東芝の表紙(和文)・1冊	「SS-1410A シンクロトロン用インジェクター 完成図」	1955.6	
I-3	東芝の表紙(和文)・2冊	「SS-1410A シンクロトロン用インジェクター 取扱説明書」	1955.6	
I-4	東芝の表紙(和文)・1冊	「シンクロトロン用インジェクター 試験成績書」	1955.6	
I-5	東芝の表紙(和文)・3冊	「シンクロトロン発振器試験成績表」	不明	
I-6	東芝の表紙(英文)・2冊	「TEST RECORD OF CONTROL CUBICLE OF MAGNET」	1959.2	
II-1	簡易製本・1冊	「シンクロトロン調整 No. 1 [から] No. 5 [まで]」	1955.5~8	
II-2	簡易製本・1冊	「Synchrotron調整 No. 1」	1955.6~7	
II-3	簡易製本・1冊	「シンクロトロン 磁場測定 [I]」	1955.9	
II-4	簡易製本・1冊	「シンクロトロン 磁場の測定及び調整 [II]」	1956.1	
II-5	簡易製本・1冊	「加速器I」	1956.5~57.3	
II-6	簡易製本・1冊	「シンクロトロン コントロール系」	1957.12	
II-7	簡易製本・1冊	「Magnet Power Supply」	1957.12	
II-8	簡易製本・1冊	「シンクロトロン Vacuum System」	1958.3	
II-9	簡易製本・1冊	「Synchrotron Betatron電源」	1959.4	
II-10	簡易製本・1冊	「Synchrotron Injection」	1959.5	
II-11	簡易製本・1冊	「Synchrotron Orbitのmatrixとbetatron振動数」	1959.9	
II-12	2穴ファイル・1冊	「シンクロトロン 電磁石」	1954.11	年月は2番目の資料(手紙)による
II-13	2穴ファイル・1冊	「シンクロトロン gun I injector cavity I oscillator」	1957.1	年月はp1に記載のもの
II-14	2穴ファイル・1冊	「ignitron 電源 図面」	1959.2	
II-15	2穴ファイル・1冊	「ignitron 電源 書類」	1959.3	年月はp1に記載のもの
II-16	2穴ファイル・1冊	「シンクロトロン cavity II gun II」	1963.10	年月は手書きノート部分の冒頭による
II-17	フラットファイル(青)・1冊	「CIRCUITS」	1959.1	年月はp1に記載のもの
II-18	フラットファイル(赤)・1冊	「Ignitron Power Supply」	1960.3	
II-19	フラットファイル(赤)・1冊	「Vacuum System」	1965.10	年月はp1に記載のもの
III-1	雑誌・1冊	「Physics Abstracts」 Vol. 60, No. 716	1957.8	
III-2	雑誌・1冊	「Physics Abstracts」 Vol. 60, No. 717	1957.9	
III-3	雑誌・1冊	「Physics Today」 Vol. 13, No. 1	1960.1	

出典：著者作成

FIL 6-19-52」と記されており、最後の部分は製造年月日(1952年6月19日)と思われる。宮本研では、これを参考にして電子銃を開発したと伝えられている。

5. 関連文書類

宮本研ES資料の中には、前節で記した装置部品のほかに、宮本研が作成・取得した文書も残されている。この文書類についてはこれまで紹介されたことがないと見られるため、今回あらためて整理をおこない、リストを作成した。表3にその一覧を示す。

資料は全部で28点(重複するものを個々に数えると32冊)あり、ここでは作成者によって3種類に分けた。第一は東京芝浦電気株式会社(東芝)によるもので、図面、説明書、試験成績書が含まれる。第二は宮本研究室関係者によるもので、装

置の調整や測定の記録などが含まれる(いずれも表紙に「宮本研」などと記される)。第三は物理関係の学術誌であり、宮本研との関わりははっきりしない。東大理学部から科博への管理換えのさい、どのような基準で資料の評価選別がなされたかは不明である。

ほとんどの資料には何らかの意味での年月日が記されているため、各類別の中ではその順に資料を配列し、記号・番号を与えた。資料の年代は、もっとも古いもので1954年、もっとも新しいもので1965年であり、特に1955年から59年に集中している。これを宮本研でのシンクロトロン研究開発の主な経過(前掲表1)と比較すると、本資料に含まれる文書の大部分は、シンクロトロンの建設開始から完成(170 MeV用電源による全力運転開始)までの時期のものと判明する。

6. おわりに

東大宮本研の電子シンクロトロンは、日本で開発された最初期のシンクロトロンのひとつであり、国内で初めて稼働した強集束型の電子シンクロトロンであった。この関連資料が科博に寄贈され、最初に展示された1972年という年は、高エネルギー物理学研究所(KEK)設立の翌年に当たる。また1975年には科博の常設展示内に「日本の粒子加速器」コーナーが設けられたが、その翌年にはKEKの12 GeV陽子シンクロトロンが筑波に完成した。宮本研ES資料は、日本における大型加速器の幕開けの時代に、そこへと至る努力の一つの証として科博に移され、展示されたと解釈できるだろう。

本稿では、宮本研ES資料にどのようなモノ・文書が含まれているかを記述し、それらを理解するための時代背景をあわせて述べた。以上を踏まえて個々の資料を詳しく分析することは、今後の課題として残されている。本資料は、加速器科学の歴史の上では、1950年代における技術開発の一端をうかがうことのできる貴重な材料となるに違いない。また科学技術史の一般的観点から見れば、出版物から知ることの難しい具体的な研究の過程、とりわけ装置開発の実践をモノと文書の両面から考察できる点に、本資料の大きな特色があると言えるだろう。宮本研ES資料に含まれる装置の部品と関連文書の内容を論文や報告書と突き合わせることにより、戦後初期の加速器研究の実態が明らかになると期待される。

参考文献

- 1) 木村東作, 1972年。「強収束型電子シンクロトロン(170 MeV)」『自然科学と博物館』Vol. 39: 133-135.
- 2) M・S・リヴィングストン(山口嘉夫, 山田作衛訳), 1972年。『加速器の歴史』みすず書房。
- 3) 日野川静枝, 2009年。『サイクロトロンから原爆へ: 核時代の起源を探る』(拓殖大学研究叢書) 續文堂。
- 4) 中根良平[ほか](編), 2006-2011年。『仁科芳雄往復書簡集: 現代物理学の開拓(第1巻~第3巻および補巻)』みすず書房。
- 5) 政池明, 2018年。『荒勝文策と原子核物理学の黎明』京都大学学術出版会。
- 6) 井上信, 2004-2005年。「日本加速器外史(その1~その4)」『加速器』Vol. 1: 149-157; 255-263; Vol. 2: 84-92; 224-232.
- 7) 木村嘉孝, 2004-2005年。「INS-ESからKEK-PSの誕生(I, II)」『加速器』Vol. 1: 186-192; Vol. 2: 2-10.
- 8) 上坪宏道, 2005年。「理研の加速器——1910年代から現在まで——(その1, その2)」『加速器』Vol. 2: 233-237; 370-378.
- 9) 高山健, 2017年。「現代加速器の歴史的進化」『日本原子力学会誌ATOMOS』Vol. 59: 135-141.
- 10) 東京大学原子核研究所(編), 1978年。『核研二十年史: 1955~1975年』東京大学原子核研究所。
- 11) 西川哲治, 1977年。「(研究の回顧と展望) 高エネルギー物理学の発展」『日本物理学会誌』Vol. 32: 826-834.
- 12) McMillan, Edwin M., 1945. "The Synchrotron—A Proposed High Energy Particle Accelerator," *Physical Review*, Vol. 68: 143.
- 13) Veksler, V., 1945. "A New Method of Acceleration of Relativistic Particles," *J. Phys. USSR*, Vol. 9: 153.
- 14) 北垣敏男氏資料(KEK史料室所蔵, kek0116).
- 15) Kitagaki, T., 1953. "A Focusing Method for Large Accelerators," *Physical Review*, Vol. 89: 1161.
- 16) Courant, E.D. and H.S. Snyder, 1958. "Theory of the Alternating-gradient Synchrotron" *Annals of Physics*, Vol. 3: 1-48.
- 17) 北垣敏男, 2005年。「Separate function strong focusing 誕生の話」『加速器』Vol. 2: 428-432.
- 18) 東京大学理学部物理学教室宮本研究室, 1961-1963年。『東大強収束電子シンクロトロン: 報告』No. 1~No. 10(KEK史料室所蔵, kek0124-011.020~029).
- 19) 佐々木泰三, 2005年。「光源加速器の誕生: SOR-RING建設のいきさつ」『加速器』Vol. 2: 433-442.
- 20) 国立科学博物館(編), 1977年。『国立科学博物館百年史』第一法規出版, 482頁。
- 21) 若林文高, 2001年。「資料紹介 旧東京大学原子核研究所加速器資料」『国立科学博物館ニュース』No. 383: 23.