

初期のサイクロトロン覚え書き

井上 信

2008.10.24

太平洋戦争の終りまでの日本にはサイクロトロンが理研に大小2台、阪大に1台、京大に1台（建設中）あったが、いずれも戦後占領軍によって原爆製造に関係あるとして破壊撤去されたことはよく知られている。中でも理研については知る人も資料も多く、阪大のものもかなり知られているが、京大のものは完成してなかったこともあって記録があまり残っていないのでそれほど知られていない。最近になって米軍が接収したノートが出てきたり、接収されずに残っていたポールチップの存在が知られるようになったり、米軍が撮影した破壊されるサイクロトロンの写真が米国立公文書館で発見されたりして、やや注目されてきた。筆者が日本加速器学会誌に日本加速器外史という雑文[1]を連載したためなのか、加速器、特にサイクロトロンの歴史に詳しいのではないかと買いかぶられて、質問を受けることも多くなった。おかげで、様々な方との交流でこちらも勉強になった。これらを中心として、初期のサイクロトロンについて個人的な興味でメモにまとめた。

目次

1. 米国のサイクロトロン略史と理研のサイクロトロン	2
(理研の大サイクロトロン建設—バークレイの設計図は入手したか)	9
2. ローレンスの184インチサイクロトロンとウラン分離用カルトロン	11
3. 日本のサイクロトロンの占領軍による破壊	13
(理研サイクロトロン等の海洋投棄)	14
(阪大サイクロトロン破壊)	15
(京大サイクロトロン磁石解体)	17
4. 戦時中の原爆研究とサイクロトロン	19
(米国ハーバード大学サイクロトロンの場合)	19
(理研の場合)	20
(阪大の場合)	21
(京大の場合)	21
(湯川の「F研究」)	22
5. 京大サイクロトロンのポールチップ「よみがえる京大サイクロトロン」	23
6. 京大サイクロトロンのもう一つの残された部品—磁石のベース	24
参考文献	26

尊敬する偉人、恩師、先輩のお名前を敬称なしに記すのは心苦しかったが、敬称なしで統一させていただいた。

1. 米国のサイクロトロン略史と理研のサイクロトロン

ローレンスの最初の頃のノートには多数の線形加速器を曲げて蚊取り線香のように並べた絵が描いてある。ローレンスはヴィデレー(Wideroe)の論文[2]にヒントを得てスローンと共に線形加速器を作ったが当時使える高周波の周波数では線形加速器が長くなりすぎるので何とか小さくできないかと考えたのであろう。ヴィデレーの論文はドイツ語で書かれていたためかベータトロン の原理など磁場を使う加速器のことも書かれていたがローレンスもベータトロンを作ったカーストも十分には理解してなかったように見受けられる。



写真1 Wideroe の Ray-transformer の概念図 (左) とより詳しい説明図(右) (1923 年)

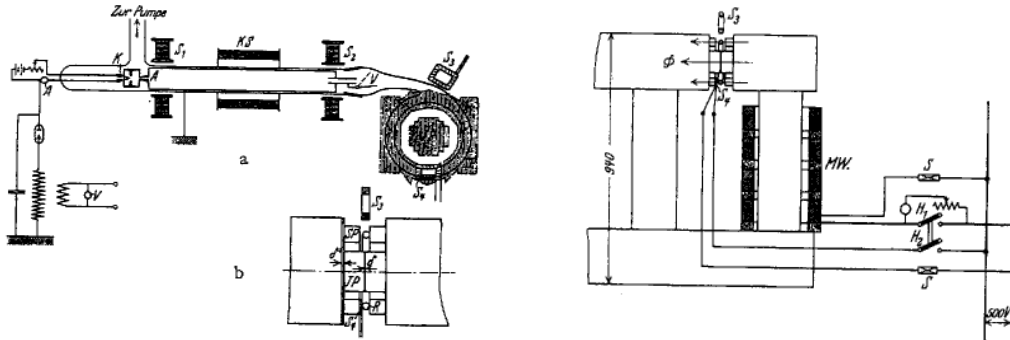


写真2 Wideroe の Aachen ray-transformer の全体図(左)と回路図(右)(1928 年)

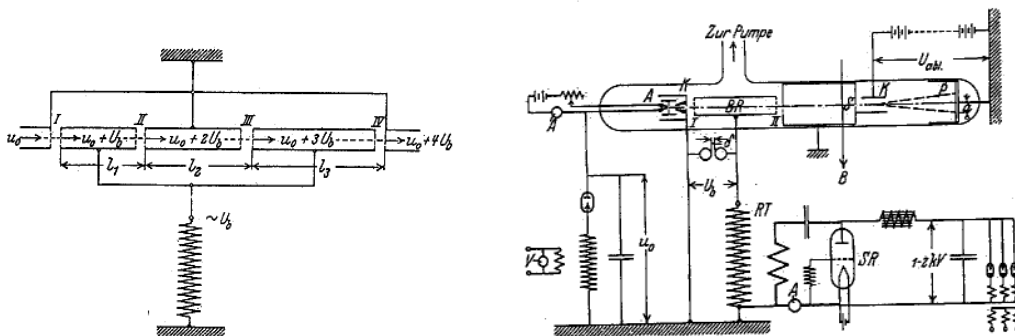


写真3 Wideroe のリニアック原理図(左)と回路構成図(右)(1928 年)

今ではヴィデレー型という線形加速器を、米国人は戦後も長らくスローン・ローレンス型とっていた。

写真4 ローレンスの最初のノート

Rutgers univ. の website

(http://www.physics.rutgers.edu/cyclotron/cyc_history.shtml)より

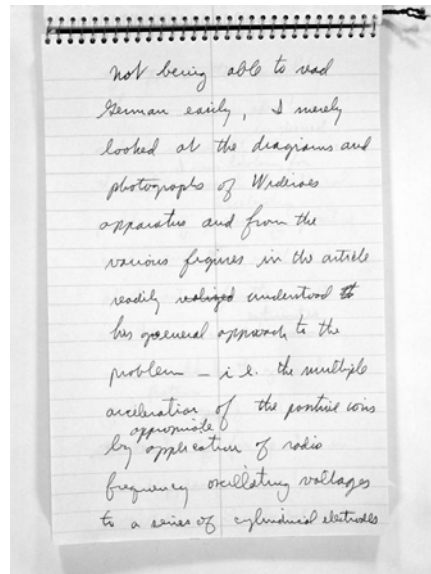
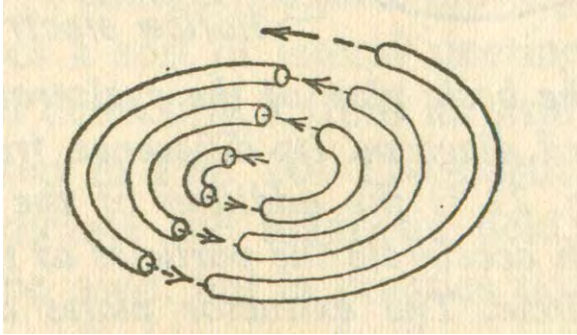


写真5 ローレンスの手書きノート

ローレンスの手書きノートにはヴィデレーの論文にヒントを得たことが記してある。

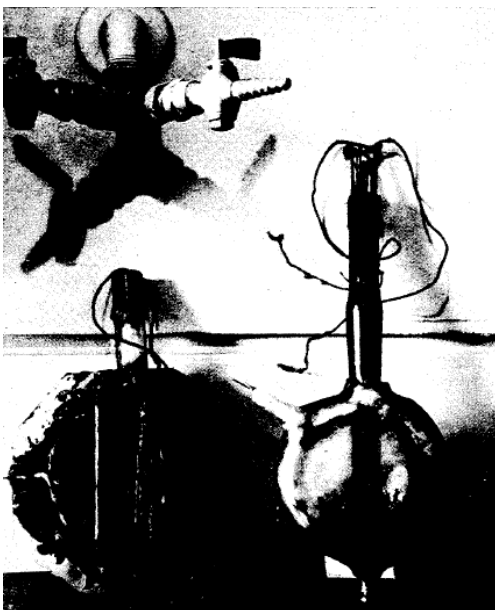


写真6 Edlefsen が試みた装置(1930年)

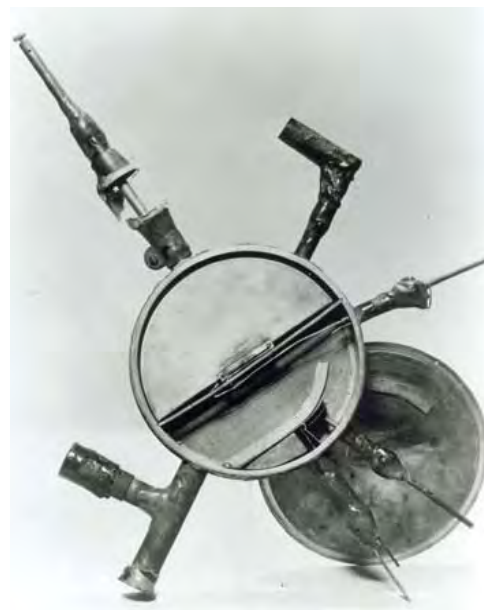


写真7 Livingston の4インチ加速箱(1931年)

ローレンスは一様な磁場の中の荷電粒子の回転周期が粒子の運動エネルギーによらず(非相対論的には)一定であることを見つけ、最初は1930年にEdlefsenという学生とともに原理の実証を試みたがうまくいかなかった。次に学生のリヴィングストンとともに磁石のポール径が4インチ(10cm)の小型の原理実証機を作り、水素分子イオンを80keVまで加速できることを確かめた。1931年のことである。原理の実証ができると、直ちに小型のMeV級の1号機といえるものを作った。これは直径11インチで1931年に陽子を

1.1MeV まで、磁場補正で集束力を付けて 1932 年に 1.22MeV まで加速できた。

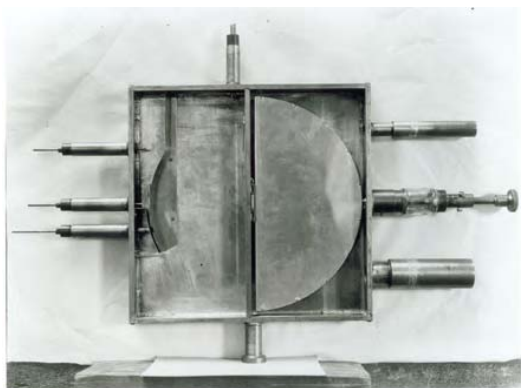


写真 8 11 インチ加速箱(1931-1932 年)

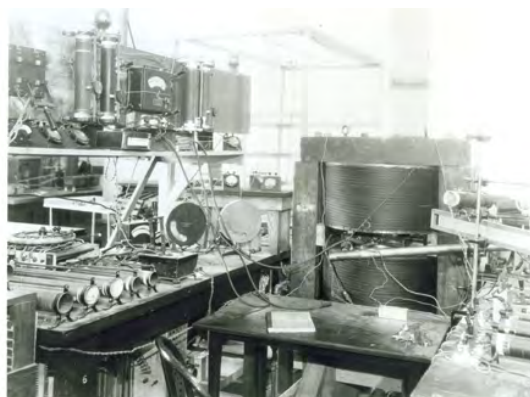


写真 9 11 インチのサイクロトロン全景

リヴィングストンとローレンスは実用機として 1934 年に Poulsen arc magnet を利用した 27 インチのものを作り [3]、以後、多くの研究所がこれを真似て作る。

Poulsen arc magnet というものは、磁場中でアーク放電を保持し、電流が増えると電圧が減るアークの負性抵抗の性質を利用する一種の大電力高周波発信管の役割をする磁石であり、Poulsen が考えたもので無線通信に使われた。

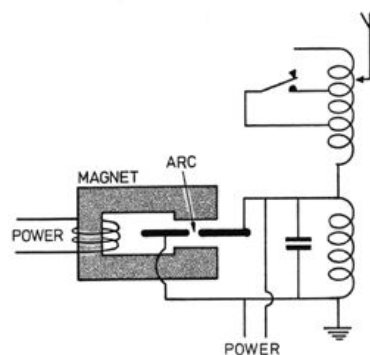
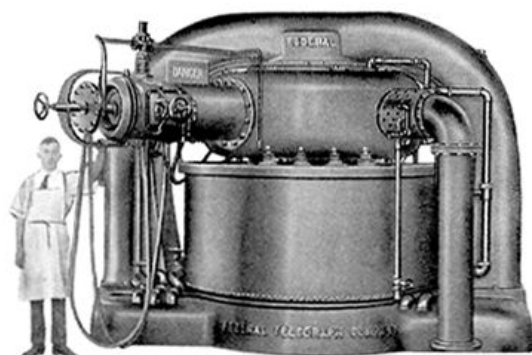


写真 10 Poulsen arc magnet の外観(左)と無線通信機としての原理図(右)

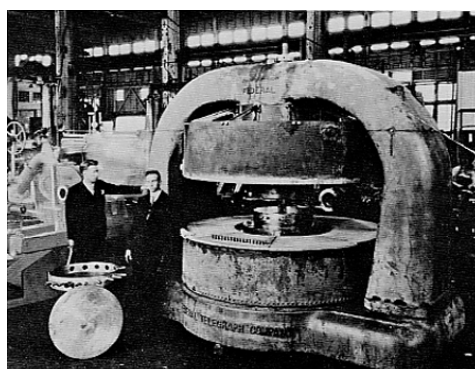
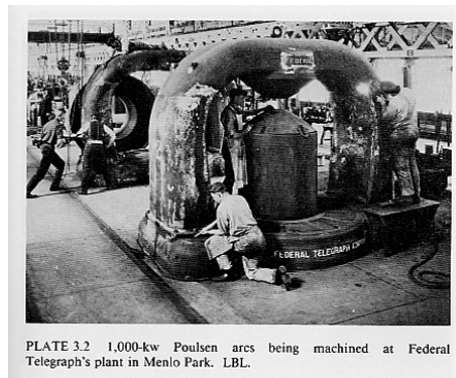


写真 11 電信会社で建設中の Poulsen arc magnet(左)と加速器用に改造後(右)

コイルは下側ポールだけに巻いてあったが、ローレンス達は上下対称に改造してサイクロトロン磁石とした。27 インチサイクロトロンでは加速箱を改造してビームの引出にも成功する。

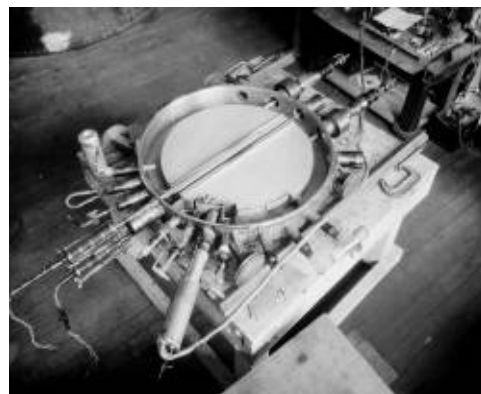
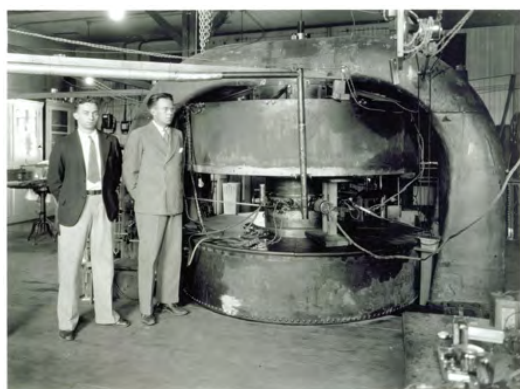


写真 12 27 インチサイクロトロン(1934 年) 写真 13 27 インチ加速箱(右)(1934 年)
(左の写真で立っているのは Livingston(左)と Lawrence(右))

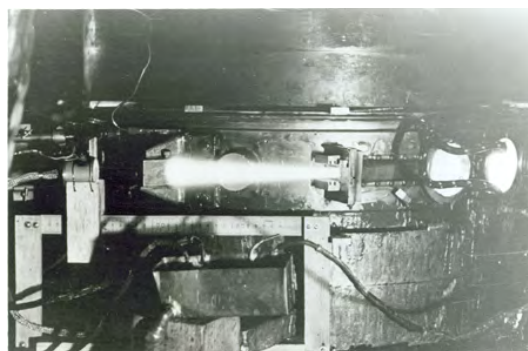
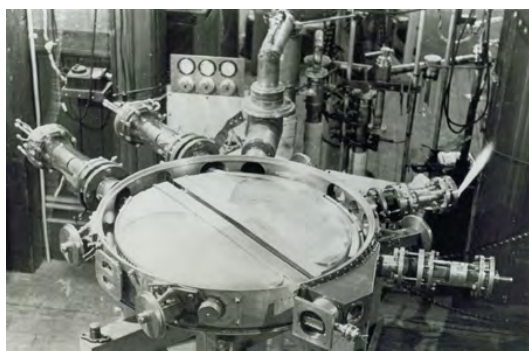


写真 14 27 インチビーム引出用加速箱 写真 15 27 インチからのビーム引出

ローレンス達はさらに最初に作った 27 インチのポールを 37 インチに拡大改造し、1937 年に重水素を 8MeV まで加速し外部引出しを行った。この改造のときにはリヴィングストンは既にバークレイを出ており、クックシーがローレンスとともに改造を行った。

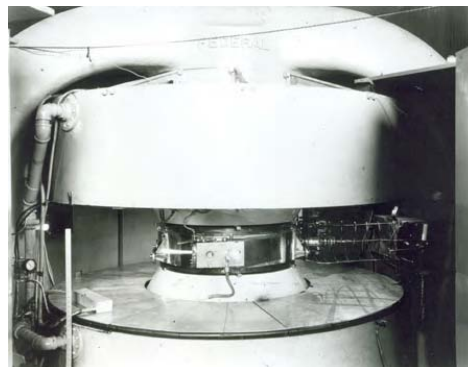
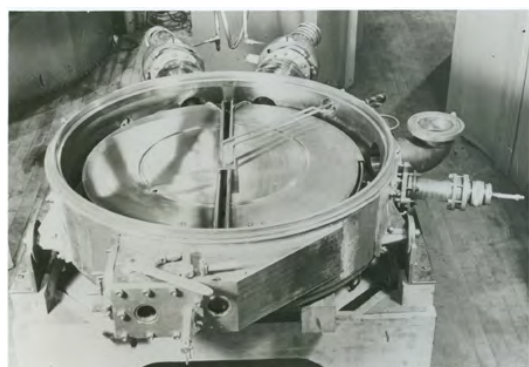


写真 16 37 インチの加速箱(1937 年) 写真 17 37 インチに改造後、塗装した

米国では多くのサイクロトロンが建設された[4]。その中で技術的に後に重要になるのはコロンビア大学のサイクロトロンである。コロンビア大学の高周波系では Dunning と Anderson が高周波源の出力側のトランスの先に加速電極（D電極）を取り付けるこれまでの方式ではなく、初めて 1/4 波長の分布定数型共振器構造の先端部をD電極とし、この共振器に高周波を送り込む方式を採用した(1938) [5]。磁石はやはり Poulsen arc magnet の転用である。

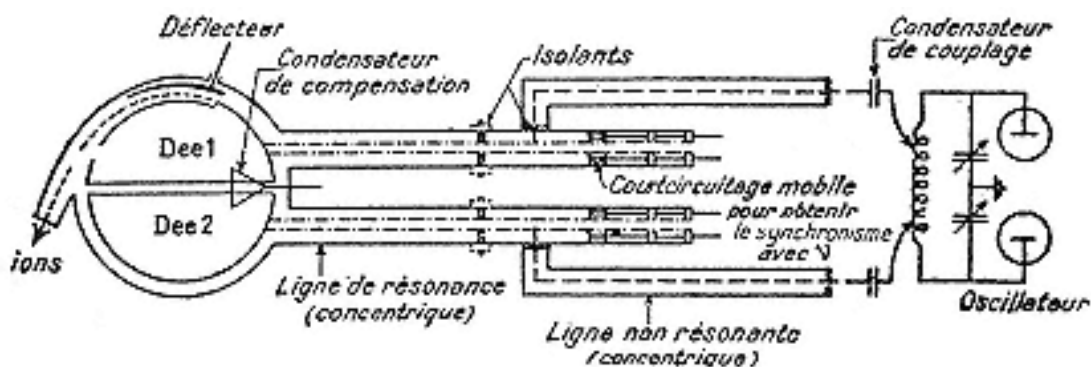


写真 18 米国で学んだ Nahmias が Machines atomiques に掲載した 1/4 共振器原理図[4]



写真 19 コロンビア大学の 1/4 波長共振器 Dunning と Anderson(1938 年)[6]

最近、ニューヨークタイムズは 70 年の歴史を経て、このコロンビア大学のサイクロトロン磁石が廃棄されることを報じていた。

写真 20 完成後 70 年を経たコロンビア大学サイクロトロン磁石(コロンビア大学地下室にて 2006 年撮影、The New York Times Dec. 20, 2007)



1940 年頃には米国だけで実に 23 台（建設中を含む）ものサイクロトロンができた[4]。
 コーネル 16 インチ 1935 年
 イリノイ 16 インチ 1936 年

	42 インチ	建設中
ワシントン	13 インチ	1938 年
ロチェスター	20 インチ	1936 年
	27 インチ	1938 年
スタンフォード	27 インチ	1941 年完成
イェール	27 インチ	1939 年
バートル	38 インチ	1938 年
バークレイ	38 インチ	1934 年 27 インチとして完成 1937 年改造
	60 インチ	1939 年
シカゴ	41 インチ	1938 年
	60 インチ	建設中 1944 年完成
コロンビア	35 インチ	1938 年
ハーバード	42 インチ	1939 年
インディアナ	45 インチ	1941 年
MIT	42 インチ	1940 年
ミシガン	42 インチ	1936 年
オハイオ州立	42 インチ	建設中
ピッツバーグ	47 インチ	建設中
プリンストン	35 インチ	1936 年
パーデュー	37 インチ	1939 年
セントルイス	42 インチ	建設中

一方、日本では理研の仁科芳雄が日本にもあった Poulsen arc magnet を利用して我が国で最初のサイクロトロンを 1937 年に製作する。

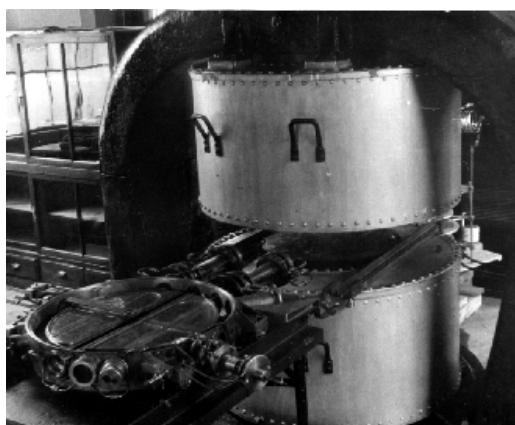


写真 21 理研 1 号サイクロトロン
(当時は小サイクロトロンといっ
た) (1937 年) (理研 website より)

このとき Poulsen arc magnet は日本無線電信会社から理研に 2 基寄贈された。戦前のサイクロトロンが戦後占領軍によって破壊された後に、ローレンスは日本にきて理研にもう一つ残っていた Poulsen arc magnet を使って小サイクロトロンを再建するように助言したと

いわれている。なお、理研の1号サイクロトロン（小サイクロトロンとよばれた）はコロ
ンビア大学のものより早く建設されており、コロンビアのような1/4波長共振器の原理は採
用せず、ローレンスの27インチの物と同じ方式であった。

また、当時の米国以外の世界のサイクロトロンには以下のようなものがあつた[4]。ただ
し日本に関しては、理研の大サイクロトロンについては日本の資料[7]による。文献[4]では
大阪のデータも間違っていたので訂正した。

レニングラード	24インチ	1937年、
	40インチ	建設中
理研	26インチ	1937年（23トン、1.28テスラ）
	60インチ	建設中、（磁石の完成は1938年、220トン、1.5テスラ）
ケンブリッジ	36インチ	1938年
コペンハーゲン	36インチ	1938年
ハイデルベルグ	40インチ	1943年
リバプール	36インチ	1939年
大阪	24インチ	1938年（25トン、1.8テスラ）
パリ	32インチ	1939年
ストックホルム	35インチ	1939年

なお、京都のサイクロトロン（40インチ）は1940年頃に計画が立てられたので、ここ
には示されていない[8]。理研の60インチは1944年に完成する。

パリではジョリオが建設に苦勞して、ロックフェラー財団の支援を得て **Nahmias** を米国
に派遣して学ばせたりしている[4]。ケンブリッジのキャベンディッシュ研究所ではウォル
トンが円形加速器の集束原理を考えていたが[9]、ラザフォードはコッククロフトに直流高
電圧の加速器（コッククロフト・ウォルトン型）の製作を命じ、1932年これで世界初の原
子核の人工変換に成功する。チャドウィックはサイクロトロンの製作を要望するがラザフ
ォードは強く拒絶した。関係が悪化したチャドウィックはリバプールに移ってサイクロト
ロン作りを始めるが資金難で苦勞する[10]。後にキャベンディッシュでもサイクロトロンを
作ることになり資金の豊かなコッククロフトがリバプールのチャドウィックより先に完成
する。等々の逸話がある。

日本（アジア）で最初にコッククロフト・ウォルトン型加速器で原子核の人工変換の実
験を行ったのは台北帝大の荒勝文策であり、続いて大阪帝大の菊池正士であつた[1]。逆に
サイクロトロンに関しては理研の仁科が最初に建設し、続いて大阪の菊池が建設する。荒
勝は台北から京都に戻った後に建設に着手する。

(理研の大サイクロトロン建設—パークレイの設計図は入手したか)

理研の場合はパークレイのローレンスのもとにいた嵯峨根遼吉の存在が大きく、ローレンスと仁科の連携は緊密であった。その後、仁科は小サイクロトロンの10倍の規模のものの建設を計画する。このときローレンスは米国で作る方が磁石を安く製作できるから一緒に作ることを提案し、ローレンスが作ろうとしたものと同じ大きさの磁石材を米国に発注した。これが60インチの大サイクロトロンである。磁石はローレンスとほぼ同時にできたが、真空と高周波で苦勞した。加速箱は鋳物でスガあり真空技術も未熟だった。より根本的な問題が高周波系にあった。1/4波長共振器型ではなく、小サイクロトロンと同じく高周波出力をトランス結合した2次側の先端にD電極を付ける方式であったためにD電極に十分な電圧が出なかった。仁科はローレンスの60インチサイクロトロンの完成の知らせを聞いて、1940年初め米国に矢崎為一、渡辺扶生、飯盛武夫の3人を派遣した[7]。日米開戦直前で難しい立場だったにもかかわらず、ローレンスの好意で図面と論文を託されたという美談は有名である。矢崎達はキニーポンプを購入するなどして帰国し加速箱・高周波系の全面的な改造に取りかかった。

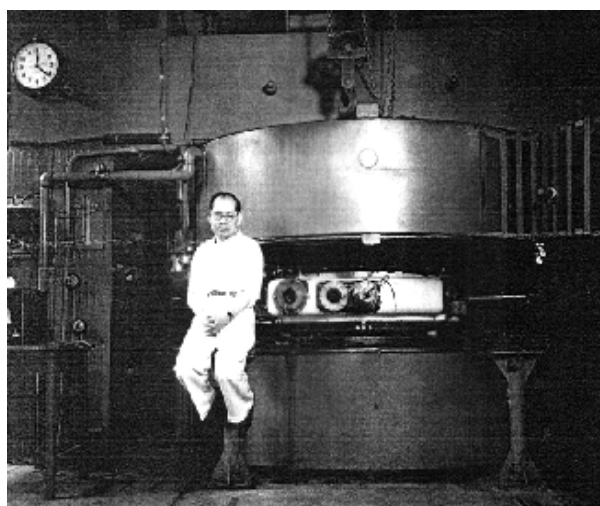
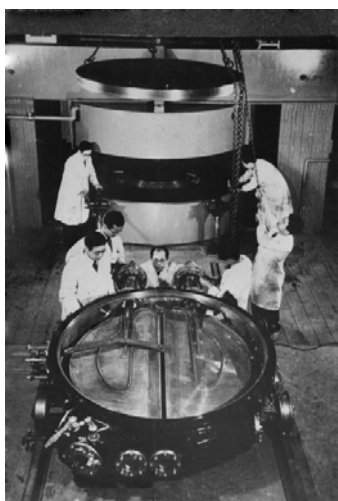


写真 22 改造前の理研大サイクロトロン 写真 23 理研大サイクロトロンと仁科芳雄

この時サイクロトロンの青写真が帰国までに得られず、日本に送ってくれるよう頼んで帰ったが、日米関係の事情の悪化のため送って貰えなかった。このことから設計図は得られずコロンビアのサイクロトロンなどを見た矢崎達の記憶を頼りに独自に設計したという説があるが[11]、これは言い過ぎであろう。当時建設に関わった田島英三は矢崎達が概念設計図と論文を持ち帰ったと記している[7]。おそらく依頼して得られなかったのは各部品全製作図で、いわゆる組立図のような設計図は入手したのであろう。プロならばこれで十分製作図は書ける。1930年代の世界のサイクロトロンの歴史を調べている日野川静枝はパークレイとロックフェラー財団の関係などを詳しく調べている[12]。日野川はローレンスがロックフェラー財団に報告した60インチサイクロトロンの図面を入手している。これは理研の改造後の総組立図とほとんど同じである。

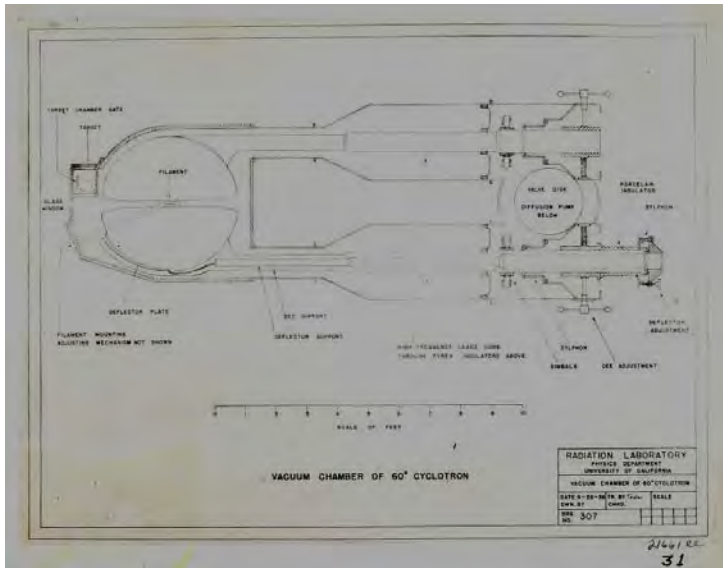


写真 24 日野川静枝が
ロックフェラー財団で
入手したバークレイ 60
インチサイクロトロン
の図面（私信）

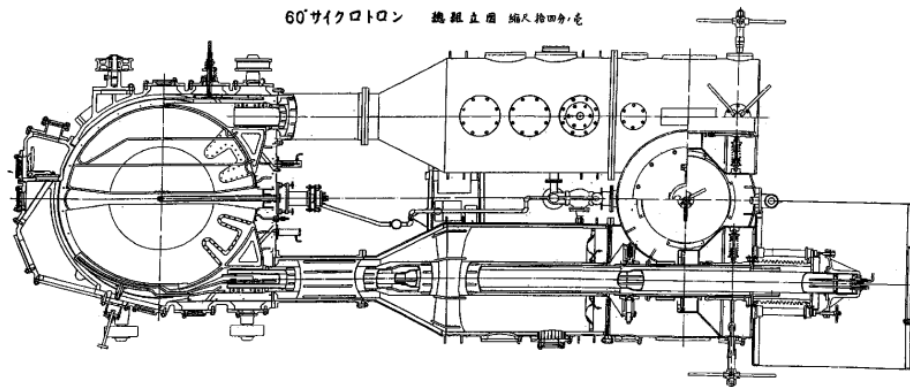


写真 25 改造後の理研大サイクロトロンを組み立て図[7]

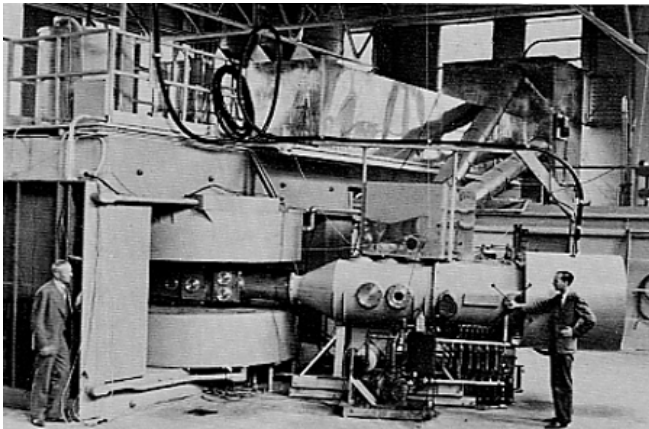


写真 26 バークレイ 60 インチサイクロトロン
(左端は D.Cooksey)

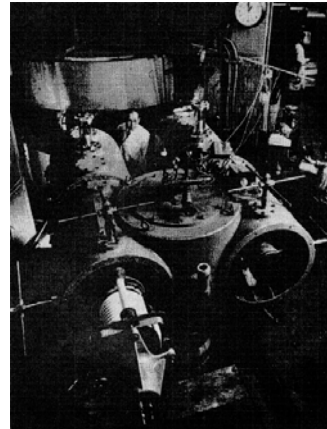


写真 27 理研改造後共振系[7]

実際、写真で見ても、改造された共振系などはバークレイの 60 インチのものと形もフランジの位置などもそっくりである。コロンビアのものはサイズも見かけの形状も異なる（写真 19）[6]。日野川は理研の大サイクロトロンの建設の遅れに関しては、大型の高周波の真

空管の開発の遅れが主要原因としているが[12]、当事者は共振系と真空が原因と考えている[7]。加速箱、高周波系を新しく作りなおし、1944年2月15日大サイクロトロンから最初のビームがアルミ箔の窓を通して空気中に引出された[7]。

2. ローレンスの184インチサイクロトロンとウラン分離用カルトロン

戦争の時代になってローレンスは60インチサイクロトロンの次に作ろうとした184インチ大型サイクロトロン（当時は172インチと呼ばれていた[9]）のために用意した磁石を、ウラン235と238を分離するための質量分析装置の磁石として転用して、ウラン分離ができることを示した[13]。戦時中はまだ同期加速器（シンクロトロンやシンクロサイクロトロン）の原理は発明されておらず（ただし、一般にシンクロトロンの原理はマクミランとヴェクスラーが戦後すぐに独立に発明したことになっているが、実は1943年にオーストラリア人のOliphantがシンクロトロンの概念を思いついていた[9]）、ローレンスはそれまでのサイクロトロンと同じ原理で大きくしようとしていた。しかし古典的サイクロトロンは相対論的効果による加速限界がある。実は既に1938年に現在はAVFサイクロトロンとして知られているこの相対論的限界を克服する原理をトーマスが発明していたが、数式表現が風変わりで当時は理解されなかった[9]。一方、マクミランは戦後すぐにこの172インチの磁石を使ってシンクロサイクロトロンの原理がうまく働くことを示した。後に改造されて184インチシンクロサイクロトロンとして親しまれるものである。

ローレンスが大型サイクロトロン用の磁石を転用して有効性を示したウラン分離装置はカルトロンと呼ばれた。カリフォルニア大学の名を取ってCalutronといわれたとのことである[14]。

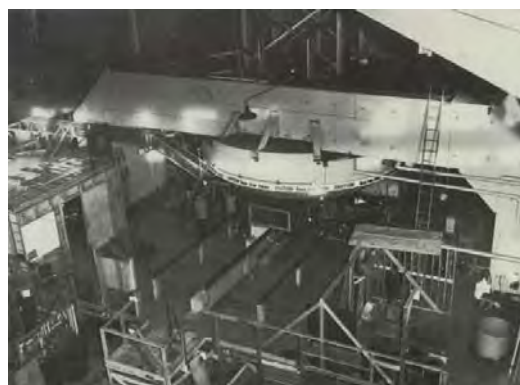


写真 28 バークレイ 184 インチサイクロトロン磁石。右はカルトロンに転用中の写真

やがてローレンスの指導により、マンハッタン計画において、オークリッジのY-12プラントでカルトロン磁石をレーストラック状に並べたアルファ・カルトロンおよびベータ・カルトロンと呼ばれる装置が作られウランの分離を行った。



写真 29 Y-12 プラント 左は当時の全景写真、右は記念プレート

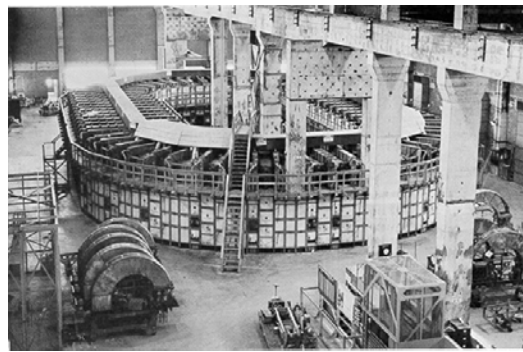
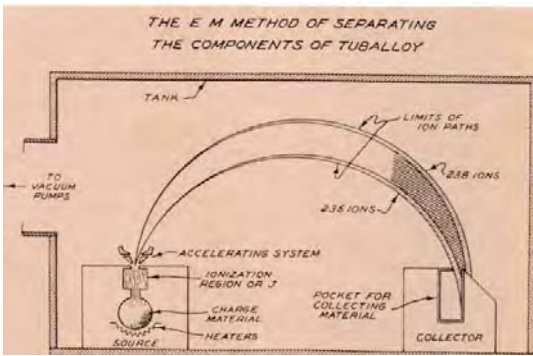


写真 30 カルトロン原理図

写真 31 アルファカルトロン内のレーストラック

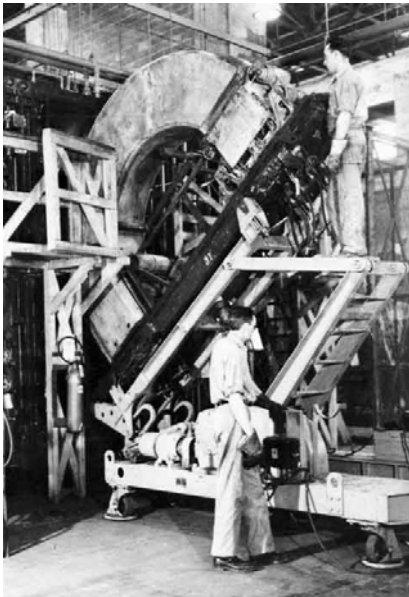


写真 32 アルファカルトロンタンクの一つ

写真 33 アルファカルトロン内のオペレータ室

アルファ・カルトロン内の1つのレーストラックは 96 個の楕円形のカルトロンタンクから

成り 9 レーストラック作られた。ベータ・カルトロンの中の1つのレーストラックはこれより小型の長方形の 36 個のカルトロンタンクから成り 8 レーストラック作られた。合計 1152 個のカルトロンタンクが Y-12 プラントに設置されたのである。ガス拡散法で少し濃縮したウランをアルファ・カルトロンへ、さらにベータ・カルトロンへという順に濃縮して広島原爆の燃料が生産された[15]。1年間で 50kg のウラン 235 が得られたという。またこの建設時にコイルを作るための銅が枯渇していたので財務省から 14,000 トンの銀を借りて銀で作ったという。カルトロンの中には多くの女性がオペレータとして雇われたことが知られている。戦時中の日本で電波探知機（レーダー）のコイル巻きなどのために女学校の生徒が軍需工場に動員されたことを思い出させる話である。

戦後にアルファ・カルトロンは全て解体され、ベータ・カルトロンも多くは解体されたが 3 レーストラックがオークリッジの質量分離・アイソトープ生産用として残った。またオークリッジでは戦後カルトロン磁石を使って約 44 インチと 63 インチのサイクロトロンを建設した。これはカルトロンの中のレーストラックの中に作られ遮蔽もなかった。ポールの形も 44 インチのものは完全な円形ではなかった[16]。オークリッジでは、別途作られたサイクロトロンも、他で作られた通常のサイクロトロンとは異なり、磁極面が水平ではなく、カルトロンから磁石が垂直に置かれている。

3. 日本のサイクロトロンの占領軍による破壊

完成していた理研の小サイクロトロンと大サイクロトロン、阪大のサイクロトロンおよび建設中の京大のサイクロトロンはすべて 11 月 20 日に占領軍が検分に来て 24 日に解体（理研のものは 5 日間かかったといわれる）された。



写真 34 理研サイクロトロンの破壊 左は破壊しないように米軍作業者に訴える仁科芳雄、
写真 35 右は写真誌ライフに掲載された海洋投棄の写真

理研と阪大については田島英三、福井崇時など当時その場にいた関係者の記したものがあるが、京大に関しては詳しいものはなく、木村毅一の建設日記は直前の 11 月 17 日で途

切れている。ただし京大に関してはずっと後になってその時通訳として京大に来た Smith の書簡がある[1]。

理研のものは 11 月 30 日に東京湾に廃棄された。このときの写真が雑誌ライフに掲載されて米国で科学者達の非難が激しく起こり、米軍は誤りを認めた。GHQ は理研の仁科に対してサイクロトロンの使用を一旦認めていたが、念のため米本国に問い合わせた結果、これを取り消して米本国の指令に従ったとされる。一方同じ敗戦国でもドイツでは占領軍が米本国に問い合わせなかったためサイクロトロンが破壊されなかったともいわれる。戦後直ぐ米国の科学者達による調査は入っていたのだが、彼らの意見は聞かずに米本国の軍が秘密指令を出したようである。このあたりのことについて政池明は日本学術振興会のワシントン研究連絡センター長として米国滞在中に米国立公文書館等で貴重な資料を多数発見してコピーしてきている[17]。それらが整理公開されることが期待される。

ごく最近、時事通信社の不動尚史記者によって米軍によって破壊されるサイクロトロンの多くの写真が米国立公文書館で発見され新聞報道された[18]。不動記者から内容確認のために写真を送っていただいたのでこれについてコメントする。ただし学術研究用以外の目的で利用することは著作権の関係で許されないことに留意されたい。

(理研サイクロトロンの海洋投棄)

今回新聞報道された写真は理研の 1/4 波長共振空洞を 1945 年 11 月 30 日にクレーン船を使って投棄しようとしている写真である[18]。前掲のライフに載った写真はこの場面と同じ作業をしているクローズアップ写真であった。

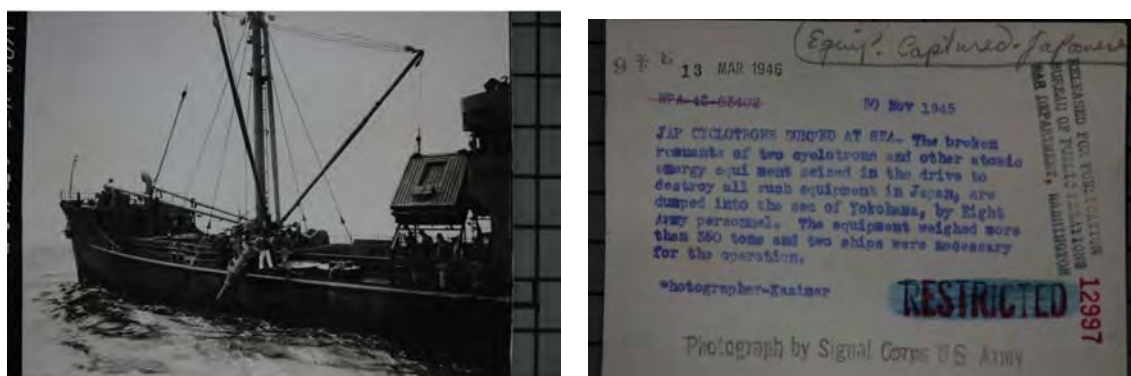


写真 36 理研の 2 台のサイクロトロンの海洋投棄 (米国立公文書館所蔵 時事通信社)

全体を見ると大作業であったことが分かる。裏書きには 1945 年 11 月 30 日 横浜の海とある。また、2 台のサイクロトロンの部品とその他の日本の原子エネルギー装置を投棄したとあり、全体で 350 トン以上あったので 2 隻の船が必要だったと書いてある。この重量から投棄されたものには理研の大小 2 台のサイクロトロンの磁石以外の部品や装置が 100 トン程度含まれていたと考えられる。

(阪大サイクロトロン破壊)

今回見つかった阪大の写真はサイクロトロン破壊作業とサイクロトロンと誤解したベータ線スペクトロメータの写真である。

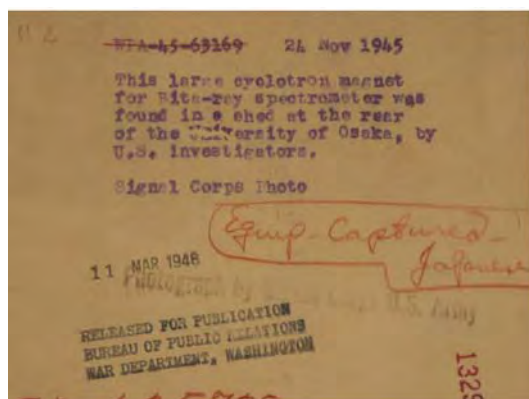


写真 37 阪大サイクロトロン 1945 年 11 月 24 日 (米国立公文書館所蔵 時事通信社)

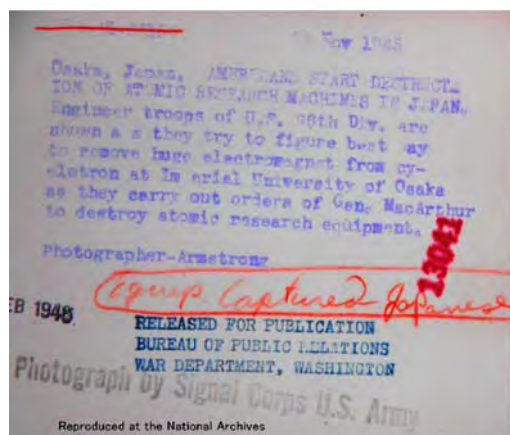


写真 38 阪大サイクロトロン 1945 年 11 月 24 日 (米国立公文書館所蔵 時事通信社)
この写真の裏書きにはマッカーサー元帥の命令によるとの説明がある。

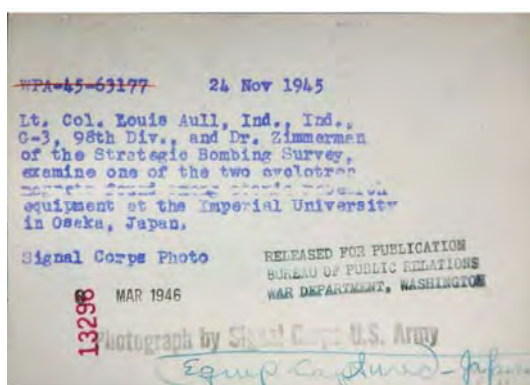


写真 39 阪大ベータ線スペクトロメータ磁石 1945 年 11 月 24 日 (米国立公文書館所蔵 時事通信社) 裏書きには技術将校の Zimmerman 博士が検分しているとある。

阪大のベータ線スペクトロメータ用の磁石をサイクロトロンと誤解して破壊した経緯についてはその場にいた福井崇時の論文に詳しく記述してある[19]。逆に今回見つかったサイクロトロン磁石の方の写真の裏書き（写真 37）にはベータ線スペクトロメータ用の大サイクロトロンの磁石という表現があり、混乱していたことが分かる。福井論文の阪大に関する部分は当事者の記録として貴重である。

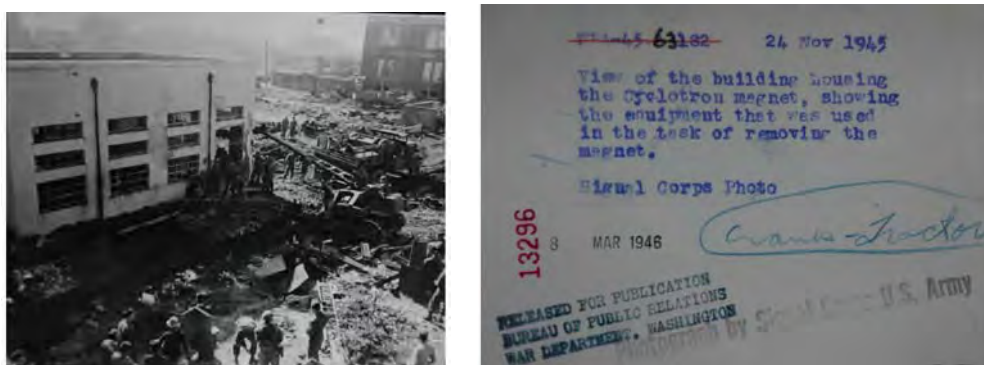


写真 40 阪大サイクロトロンの建物周辺での米軍の作業 1945 年 11 月 24 日（米国立公文書館所蔵 時事通信社）

なお、阪大のサイクロトロンは解体して運び出された後で、松林らしいところで再び組み立てられたうえで、ご丁寧にもダイナマイトで破壊される映像が知られている。火薬で破壊するような指令があったようである。GHQ は「合衆国軍が 11 月 24 日午前 10 時から 3 都市 5 台のサイクロトロン等を破壊する、大阪と京都の装置は解体して持ち出し爆砕し海に沈める、理研のはいくつか切断し海に沈める」ということを前夜に翌日正午の公表まで他には知らせないという条件で、通信社等に通知したとのことである[19]。ここで 5 台というのは阪大のベータ線スペクトロメータをサイクロトロンと誤解したためである。参考までに戦前の阪大のサイクロトロンの写真を示しておく。

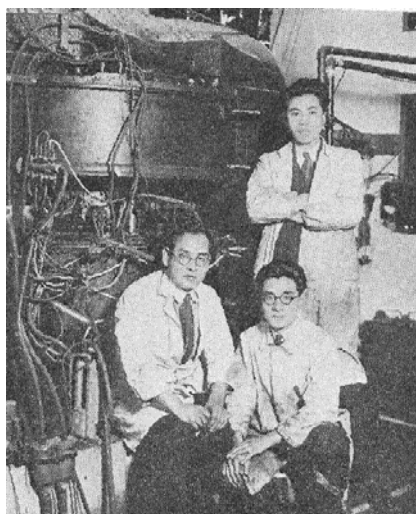


写真 41 阪大菊池正士研究室のサイクロトロン
上ヨークの丸みのある形、下ヨークの取付などに特徴がある。戦前実験に使用されていた当時の写真。建設の中心人物であった伊藤順吉の回顧録：「菊池正士 業績と追想」（菊池記念事業会編集委員会 1978 年）の 145 頁、伊藤順吉「阪大の昔のサイクロトロン」より。

(京大サイクロトロン磁石解体)

京大のサイクロトロンは磁石だけしか完成してなかった。この磁石を米軍は解体撤去した。そのとき通訳としてきた Smith が晩年書簡を残した[1]。荒勝文策は始め破壊接收のために来たとは思ってなかったようで荒勝の強い抗議にもかかわらず研究ノートも接收された。行方が分からなかったノートの内、清水栄と植村吉明のもの 2 冊が最近米国で見つかっている。参考までに京大で 1945 年正月に撮った京大サイクロトロン磁石の写真を示す。

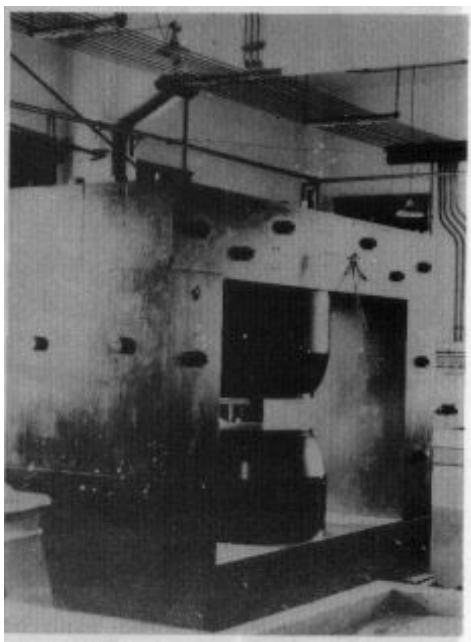


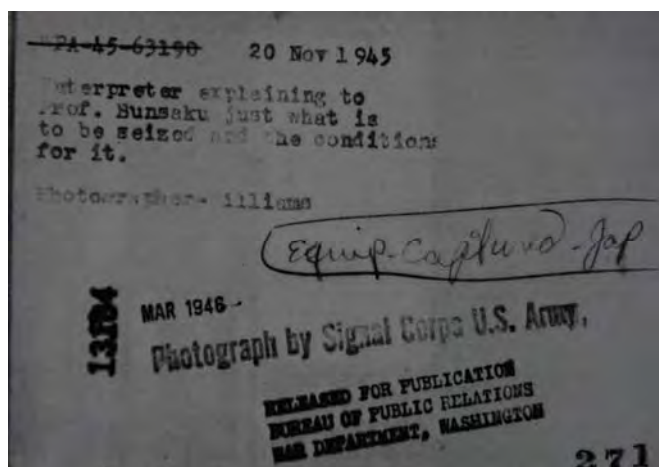
写真 42 1945 年 1 月 1 日しめ飾りを付けた京大サイクロトロンの磁石。京大で撮っていた写真（京大化学研究所所蔵）



写真 43 京大コッククロフト・ウォルトンと荒勝文策教授、1945 年 11 月 20 日。(米国立公文書館所蔵 時事通信社)



写真 44 京大 荒勝教授と通訳 1945 年 11 月 20 日（米国立公文書館所蔵 時事通信社）
今回新聞報道された写真は 11 月 20 日の検分と、11 月 24 日の解体作業の写真である。



コッククロフト・ウォルトン型加速器の前に立つ荒勝を米軍が撮った写真はまるで記念写真のようで、サイクロトロンが破壊されると知られる前に撮った写真かもしれない。また荒勝教授と通訳の写真の裏書きには京大で通訳（Smith とと思われる）が文策教授に接収するものと条件を説明していると記してある。右端背後の帽子だけ見える人物は帽子の飾りから Smith が書簡[1]で書いているように Navy commander のよう見受けられる。

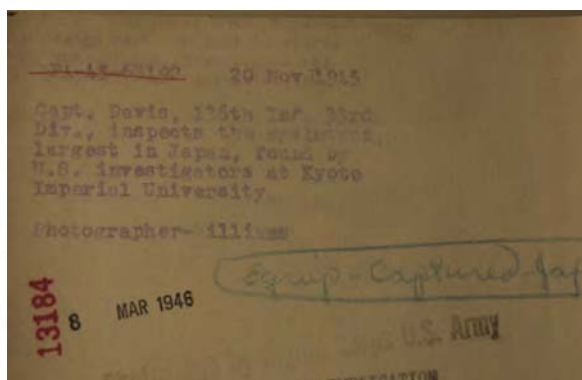


写真 45 京大サイクロトロン検分 1945 年 11 月 20 日（米国立公文書館所蔵 時事通信社）調査しているのは 33 師団、136 歩兵の大尉のようである。

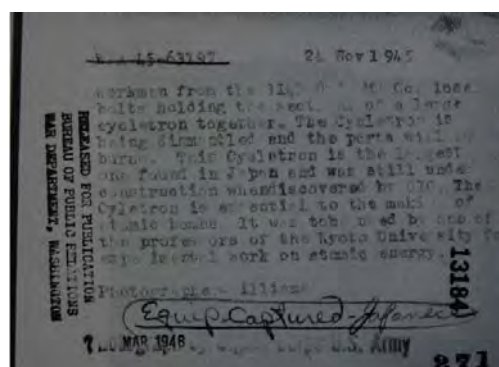


写真 46 京大サイクロトロン解体 1945 年 11 月 24 日（米国立公文書館所蔵 時事通信社）裏書きによると解体しているのは雇われた米国の会社の作業者のようである。サイクロトロンは原爆の製造に不可欠である、などの記述が見え米軍の認識がうかがえる。

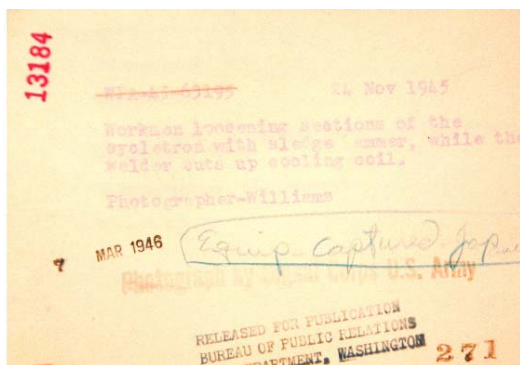


写真 47 京大サイクロトロン解体作業 1945 年 11 月 24 日（米国立公文書館所蔵 時事通信社）左の壁がぶち抜いてある。奥は鉄ヨークの分解作業、手前はコイルタンク溶断作業。

4. 戦時中の原爆研究とサイクロトロン

戦時中の原爆開発に関する科学者の参加については日本でも米国でも様々な議論がある。ドイツが先に開発しては大変だからとアインシュタインが米国大統領ルーズベルトに手紙を書いたのは、実は渋るアインシュタインをシラードが無理やり説得して用意した文書に署名させたのであってアインシュタインは原爆を作りたかったのではないとか、シラードも原爆の利用には反対で実は平和主義者だとか、色々な見解があるようである。それぞれのひいき筋が議論を展開しているのであろう。しかし政治は物理学者の思惑とは別の次元で動く。状況は日本でも似ているように思われる。仁科、菊池、荒勝、湯川、朝永といった当時の日本を代表する物理学者の戦争への関わりが様々に論じられている。軍事研究としてなされた朝永振一郎と小谷正雄のマグネトロンの研究は学術的価値が高いとして戦後すぐ顕彰されているが、仁科らの原爆研究については様々な評価がある。

(米国ハーバード大学サイクロトロンの場合)

米国でバークレイの 184 インチのサイクロトロン用の磁石がカルトロンの原理実証のために転用されたことは既に述べたが、これはサイクロトロンが原爆研究用装置であったということではない。しかしハーバード大学のサイクロトロンの場合は少し事情が異なる。

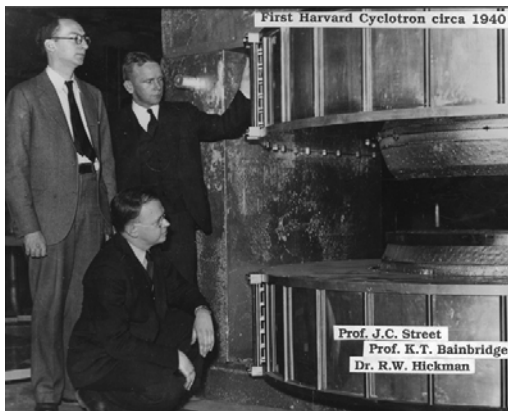


写真 48 戦前のハーバードサイクロトロン 写真 49 製造したアイソトープを取出す作業

マンハッタン計画では原爆開発に必要な核反応のデータを得るためにサイクロトロンによる研究が求められ、プリンストン大学のサイクロトロンでもそのデータを得る仕事になされていた。ハーバード大学のサイクロトロンを建設したベインブリッジもマンハッタン計画への参加を要請されロスアラモスに移った。ハーバードでは学長のコナンが極秘裏にマンハッタン計画のグローブス將軍と交渉し、軍人のための医療用に使うという名目で、サイクロトロンを連邦政府に 1 ドルで売り、ロスアラモスに運ぶという話になった。このとき戦争が終わったら再びサイクロトロンをハーバードに設置するという非公式な約束があったという。こうしてサイクロトロンはまずセントルイスへ運ばれ、そこからどこか分からない目的地へ運ばれた。もちろんロスアラモスへ運ばれたのである[20]。

戦後ハーバードでは先の約束もあってか、海軍の支援を受けてサイクロトロン建設が進められた。このサイクロトロンはシンクロサイクロトロンである。1949年に完成して90MeVのビームが出たが、後に165MeVにエネルギーを上げた。物理研究用としては歴史的にエネルギーの選択を間違えた加速器として有名である。1956年に165MeVのビームが出たときにはすでにそのエネルギー領域にはめぼしい物理は残っていなかった。しかし1967年から目的を変え、がん治療研究用のサイクロトロンとして35年間にわたって利用され、2002年に運転を止めるまでに合計9116人の患者を治療した。ハーバード大学は陽子線治療のメッカとなった。

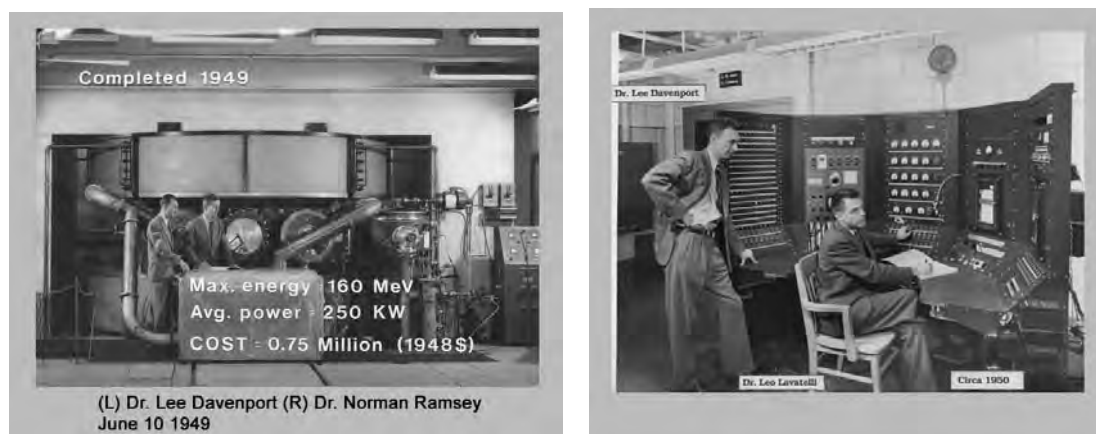


写真 50 戦後のハーバード大学シンクロサイクロトロン 右は制御卓

筆者は陽子線治療の学会があったときに訪れたが、よくこんなおんぼろサイクロトロンを長い間使いこなしたものだと感じた。

(理研の場合)

理研では仁科芳雄が陸軍の要請により原爆研究のための「二号研究」を行ったことがよく知られている。海軍の物理懇談会では長岡半太郎の懐疑論もあって議長仁科はこの戦争中には米国でも原爆の開発は間に合わないであろうとの結論を出していたが、陸軍には開発可能として開発をすすめた[21]。

ウラン 235 の分離濃縮が必要なのでそのための分離筒を作ったがこれは東京空襲で爆破されて終戦時には無かった。一方、空襲による被害を免れたサイクロトロンは、直接原爆製造に関係ある装置ではなかった。しかし、田島英三によれば理研の大サイクロトロンは1944年2月2日の戦時研究動員会議において陸軍による理研の原爆研究「二号研究」の一翼を担うものとして報告されていて、中性子によるウラン 235 の存在比測定やウラン 235 の分裂および中性子捕捉の研究などがなされるとしていた [7]。

実際は軍の資金でサイクロトロンを建設しようとしたのであろうが、予算獲得のためとはいえ当事者がそう言っていたのだから大サイクロトロンが原爆製造用であったと見なされても仕方がないかもしれない。このためか理研は多くの資料を敗戦直後に処分したとい

われる。

(阪大の場合)

阪大では菊池正士が原爆製造は無理と判断して海軍技術研究所へ出向して電波研究を行うため大阪を留守にしていた。しかし菊池の留守中、陸軍の要請で理研の「二号研究」のための分室を阪大に置くことは菊池も了承し、陸軍の技術将校鈴木辰三郎のもとで大学院生の尾崎誠之助や学生の福井崇時、杉本健三、菅浩一がウラン分離筒の研究を行った。敗戦後数日経った夕刻、福井と杉本は自らの判断で3本の分離筒を阪大理学部の南の土佐堀川に架かる筑前橋の上から上流に向かって投げ捨てたとのことである[19]。

阪大で筆者が聞いた話は殺人光線、高周波加熱器のようなものであったのであろうか、ネズミが焦げる程度であったという。その他にも航空機が空中戦をするときに鎖ガマを使う方法を考案してほめられた者がいたなど、軍事研究といっても滑稽なこともあったようである。いずれにしてもサイクロトロンの方は原爆研究とは関係なかった。

(京大の場合)

海軍は東京での仁科の見解もあり、一度は原爆開発をあきらめるが、再度開発を検討し始め、京大の荒勝文策に協力を要請する。荒勝研究室ではウランの核分裂の際に発生する中性子数に関して当時としては世界で最も正確な2.6という値を得るなど、原爆研究ということではなく基礎物理学研究としての原子核研究の水準は高かった[1]。ただし原爆についての認識は仁科もそうであるが、荒勝も熱中性子による軽水炉の暴走のようなものを考えていたようで、実際の原爆とは結びつかないものであった[22]。

荒勝は当初原爆開発への協力を渋っていたようであるが、ウラン分離のための遠心分離器の研究を開始する。当時海軍は敗戦を予想していたということで、筆者は海軍兵学校生徒であった先輩達から、日本は負けるが戦後の日本を再建するために海軍はお前ら優秀な人間を養っておくのだと説明されたという話をよく聞いた。実際その人達は戦後各界で活躍したと聞く。海軍はこの種の長期的展望で荒勝を説得したのかもしれない。

海軍による荒勝達の研究は「F研究」と呼ばれたことはよく知られている。しかし実際に使える遠心分離器が敗戦までにできたわけではない。また阪大の分離筒も京大の遠心分離器も研究を手伝った学生達は原爆開発という認識はなかったようである。なお、原爆のためのウラン分離ということとは関係なく、遠心分離器の研究そのものは戦後も清水榮のもとで行われた。

戦時中のサイクロトロンは原爆研究用とは考えられていなかったと思われるが、「F研究」に組み込まれてもいたのであろう。木村毅一のサイクロトロン建設ノートには、昭和20年(1945年)2月14-19日に「東上、艦本高尾大尉、三井大佐ト会ヒF研究打合せ、技研北川中佐、主用件ハ立川五研、講義」との記述がある[8]。海軍からコイル資材の供給を受けるなどのことはあったようであるが、この記述がサイクロトロン建設のことか、原爆研究の

ことかは分からない。これとは別に写真 51 に示す京大の原爆研究に関するメモがある。

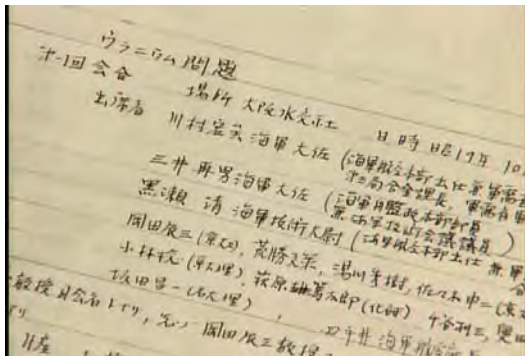
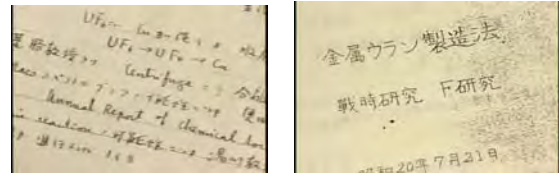


写真 51 京大のウラニウム研究メモ 左は 1944 年の第 1 回会合のメモ。右は 1945 年 7 月の報告 (台湾大学 DVD より [23])



荒勝文策は敗戦後も研究資料を残し、敗戦直後に調査に来た米国側関係者に対しても隠さずに学術的に価値あるものとして説明していることを政池明は米国側に残っていた調査資料から見つけており、政池明は仁科と荒勝の対応が異なることに注目している。仁科はノート類は見せなかったためか、最近になって一部のノートなどが出てきているようである。サイクロトロンについては使用が許可されたはずだと破壊しないように懇願したという。一方、荒勝はサイクロトロンについては観念したのか接收に同意したものの、米側に見せて説明した研究ノートについては必要なら英訳して渡すからノートそのものは持っていかないと訴えたという。ノートは単なる学術文献と考えていて、接收の軍事的意味を理解できなかったのかもしれない。しかし研究内容に関することは対照的に研究動機などについては仁科が戦後反省を込めた心境を述べているのに対して、荒勝は胸中については何も語らなかったという。米国側は仁科、菊池にくらべ、事前には荒勝には注目しておらず、日本に調査にきて初めて荒勝の重要性を認識したようである。政池が米国立公文書館等で発見した多数の資料の点検が期待される。

なお、荒勝研究室にあった原料のウランなどは木村毅一の郷里の家に持ち運んであったのを占領軍に提出させられたということである。

(湯川の[F 研究])

「F 研究」には湯川秀樹も参加しており、荒勝が主催する研究会で報告したことなどはよく知られている。しかしたいした研究成果をあげるまもなく敗戦を迎える。米国は終戦直後の 9 月に京大に調査に来ており、湯川に関しては米国側の調査報告書では中間子論の研究に没頭していて原爆研究に大きな貢献はしていないと報告されているようであるが、これは結果論であって、湯川本人はどのような気持ちで取り組んだのかは分からない。かなり積極的であったともいわれる。前掲 (写真 51) の木村毅一のメモにある大阪水交社におけるウラニウム問題の第 1 回会合の出席者には荒勝、湯川その他、小林稔、坂田昌一などの名前も見える。しかし、戦後の湯川は自らの戦時中の原爆研究について語ることはなく、核廃絶と世界平和のための運動に熱心であった。

この問題は昭和天皇の戦争責任の問題に似ている。昭和天皇は敗戦時に責任をとって退

位しようとしたといわれる。戦争に負ければトップは相手に対しては恭順の意を示すために、自国民には敗戦の責任をとるために辞任するか場合によっては自害するのは世の習いであって、これは当然であったであろう。しかし、軍人や政治家が処刑されたり追放される中で、マッカーサーは天皇を退位させず利用して自らが新たな現人神の立場になって占領政策を行おうとした。これに応じて昭和天皇は見事に戦後の象徴天皇を演じた。そして国民もまたそれを求めたのである。

一方、多くの学者や教育者が戦時教育の責任をとって辞職あるいは追放される中で、湯川は米国の日本に対する学術文化政策の一環として戦後の平和日本を代表する研究者となることを期待されたといえる。ノーベル賞の受賞もあって、湯川は平和を希求する学者を演じなければならなかったし、周囲もそれを求めたのである。

戦後の昭和天皇と湯川秀樹の心中の苦衷は凡人の我らがしるべくもない。

5. 京大サイクロトロンのパールチップ「よみがえる京大サイクロトロン」

米軍による京大のサイクロトロン破壊の時に撤去されずに残されたものもある。1960年代にはまだ物理教室の実験室の奥にモーターなどの残骸があったことは当時研究室にいたものにはよく知られていた。コッククロフト・ウォルトン型加速器は破壊されずに残っており、関連する計器類も古いものや海軍の備品であったものなどもあった。一部の計器類は蹴上に化学研究所の戦後復興サイクロトロンができたときに移されていた。

最近戦前のサイクロトロンの磁石のパールチップが見つかったとして話題になった。京大のサイクロトロンは完成してなかったのがパールチップは本体に組み込まれてなかったのである。現在のサイクロトロンはパールチップもポールに取り付けるが、古典的なサイクロトロンではポールとパールチップは離れていた。磁石の磁極間のギャップには真空になった加速箱を置くが、磁石から見ればパールチップとなる純鉄の板がこの真空箱の上蓋と底蓋の役割もするという構造であった。つまりパールチップは加速箱側に上下の蓋として取り付けられるものであったので、磁石本体とは別に保管されていたのであろう。

あるとき筆者と同期の荻野晃也は彼が採取したサンプルの微量な放射能を測定するために低バックグラウンドの測定箱を必要とした。荻野が師の柳父琢治に相談すると、柳父は実は戦前のサイクロトロンのパールチップが上下一対残っているのので、一枚は鉄ブロックに加工して遮蔽に使うと良いが、もう一枚は必ず保存するようにと言い渡し、2枚のパールチップを譲ったという。戦後の製鉄では溶鉱炉の壁の摩耗状態を調べるために壁にコバルト 60 を入れてある。このため戦後の鉄には微量とはいえコバルト 60 が含まれていて低バックグラウンド用シールド材としては適当でないが、戦前の鉄は放射能が含まれていないので適している。沈没した戦艦陸奥の鉄がシールド材として販売されたことはよく知られている。戦前のサイクロトロンの純鉄のパールチップは荻野にとって最適の遮蔽材となった。荻野は定年まで1枚の完全なパールチップと加工したもう1枚のパールチップの残りを研究室に保管していた。しかし、定年を迎えてパールチップの保管に困り、保管場所を

探した結果、最終的に京大総合博物館の大野照文に考古学資料ということで預けた。

このことを知った科学史にも関心がある東大の研究生中尾麻伊香が興味を持ち、関係者に取材するなどして「よみがえる京大サイクロトロン」という映画を制作した[24]。各地で上映されて戦時中の科学者の動きなども含めて話題になっているようである。



写真 52 2008年3月26日の京都試写会のために総合博物館入り口に運びあげられたポールチップを囲む京大関係者（右から、博物館に受け入れた大野照文、それまで保管していた荻野晃也、制作・上映企画者の塩瀬隆之各氏）

（ <http://www.csij.org/03/shiminkouza.html> 市民研ウェブサイトより）

制作者の中尾麻伊香は荻野から聞かされた清水榮の伝聞を参考にしたのか、この映画では京大のサイクロトロンは琵琶湖に投棄されたことになっている。美しい琵琶湖の映像が出るのでロマンチックではあるが、琵琶湖説は信じがたい。今回新聞報道された理研のサイクロトロン海洋投棄の写真（写真 36）を見ると沖合でクレーンのある船を使って投棄している [18]。京大の磁石は理研のものより小さいとはいえ 80 トン程度あり、米軍がこのような作業を行う船を終戦直後の琵琶湖で短期間に用意できたとは考えにくい。琵琶湖説の出所として筆者も聞いたことがあるのは、当時サイクロトロンを運んだ車を追いかけた荒勝研究室の者が東山通りを下って東に折れるのを見たので琵琶湖ではないかという伝聞であろう。しかし、その先を誰も確認しているわけではない。阪大のものと同様にどこかで爆砕するために適当な場所に運んだのかもしれない。木村毅一は後に大阪湾に投棄されたと記しているが、当時学生であった竹腰秀邦はどこか分からないと言う。前述したように理研のサイクロトロンの海洋投棄の際に 2 台のサイクロトロン以外の装置も横浜沖に投棄した可能性があるのも、あり得ないこととは思いますが、他のサイクロトロンも横浜まで持って行って投棄したという解釈も捨てきれない。もし理研のサイクロトロン投棄の場所が見つかって引き上げられたら多くのことが判明するであろう。

6. 京大サイクロトロンのもう一つの残された部品—磁石のベース

実は戦前のサイクロトロンの一部で残されたものがもう一つある。磁石の台座、ベースである。これは戦後サイクロトロンを再建するときに流用された。このことを筆者が身をもって知らされたのは蹴上から宇治へ戦後のサイクロトロンの磁石を運んだ時であった。宇治では線形加速器を作ることになっており、サイクロトロンは運転停止することにした。電磁石は廃棄したくなかったため、サイクロトロンとしてではなくビーム分析などの磁石として使うということにして運ぶことにした。磁石は 80 トンほどであったので基礎が

必要で実験室の一部にそのための基礎を作りベースを固定するボルト穴を建物建設時に用意してもらった。その穴の位置などは蹴上にあったベースの設計図（青写真）を見て（実測しないで）決めた。ところがいざ据え付けるときになってボルト穴の間隔が少し異なることが判明した。据え付け自体はそれなりの措置を講じて行ったのであるが、不思議であったのもう一度青写真を調べていたらベースの青写真が2種類あることを発見した。1枚は戦後のサイクロトロン用に新たに設計した図面で移転の際に筆者が参考にしたものであるが、もう1枚は戦前のサイクロトロンのベースと思われるものに再加工を指示してある図面であった。戦前のベースは新規の設計図のものよりやや短いが、磁石を支えるには十分なサイズであったので、接收を免れた戦前のベースを流用したのであろう（戦前のサイクロトロンのポール径は100センチ（40インチ）、戦後のものは105センチである。戦後のものがやや大きいほぼ同程度のサイズである）。先輩の福永清二が今のベースは戦前のサイクロトロンのものということを知ってくれた。



写真 53 京大の戦後の復興サイクロトロンの磁石。ベースは残された戦前のサイクロトロンのベースを使った。左の写真は蹴上から宇治の実験室内へ移転直後の磁石本体でベース取付穴の位置を間違えて補助金具で押さえている（左下部分）。右は後に実験室に別の装置を入れる時に屋外展示物として実験棟の前庭に設置したところ。

復興サイクロトロンも今は使命を終え、京大宇治キャンパスに磁石のみ展示されている。京大のサイクロトロンに関しては敗戦当時荒勝研究室の学生で戦後サイクロトロンの復興に関わった竹腰秀邦の論文が参考になる[25][26]。

参考文献

- [1]井上 信 「日本加速器外史」(その1からその4) 加速器 (日本加速器学会誌)、その1:Vol.1, No.2, 149-157(2004), その2:Vol.1,No.3, 255-263(2004), その3:Vol.2,No.1, 84-92(2005), その4:Vol.2,No.2, 224-232(2005)。
- [2]ヴィデレーのray-transformerに関するノートはWideroe, R.: original copy-books from 1923 to 1928, with sketches and computations on the ray-transformer, ETH-Libr. Zurich, Hs 903: 633-638。代表的な1928年の論文はWideroe, R.: 'Über ein neues Prinzip zur Herstellung hoher Spannungen', Arch. f. Elektrot. 21, 387 (1928) (Wideroe's dissertation in Aachen)
- [3]サイクロトロン の発明 に関してはローレンスの指示で最初のサイクロトロンを作ったリヴィングストンの記した、リヴィングストン著「加速器の歴史」山口嘉夫・山田作衛訳 (みすず書房、1972年)、に生き生きと書かれているが、リヴィングストンの成功以前にローレンスの指示で1930年に製作を試みてうまくいかなかった学生の Nels Edlefsen の試作機についてはローレンスのノーベル賞講演のなかに写真入りで紹介されている (E. O. Lawrence The evolution of the cyclotron, Nobel Lecture, December 11, 1951 これは受賞の年に書かれたものではなく、戦後も含めたその後のローレンスの仕事を振り返ったものである)。
- [4] 戦前の米国および世界のサイクロトロン の歴史については以下のものが詳しい。Heilborn, J.L. and Robert W. Seidel Lawrence and His Laboratory: A History of the Lawrence Berkeley Laboratory, Vol.1. Berkeley: University of California Press, c1989. (<http://www.escholarship.org/editions/view?docId=ft5s200764&brand=ucpress>)から読める。日本についてはデータが不正確。
- [5] 文献学的には Phys. Rev. 53,(1938)の 321 頁からの Proc. American Physical Society(Dec.28-30, 1937)の記録の内の 334 頁にある High Frequency Systems for the Cyclotrons, J.R.Dunning and H.L.Anderson に 1/4 波長共振器のことが記されている。
- [6] L.M.Nemenov による Historical development of the cyclotron というサーベイ論文は1930年の Lawrence と Edlefsen の研究から1957年頃までのサイクロトロン史について文献によりサーベイしている。より詳しくは L.M.Nemenov, The history of the development of the cyclotron over fifty years (1930-1980) SOV PHYS USPEKHI, 1981, 24 (3), 231-240.
- [7] 理研のサイクロトロン の技術報告は、新聞啓三、山崎文男、杉本朝雄、田島英三、「60吋 (大型) サイクロトロン」建設報告、科学研究所報告 第27輯 第3号 156-172 (1951)。当事者の回想録としては、田島英三 理研のサイクロトロン物語 日本物理学会誌 45 巻、734-737(1990)がある。サイクロトロン建設史は、上坪宏道 理研の加速器-1910年代から現在まで-(その3) 加速器 (日本加速器学会誌) Vol.3,No.1, 60-68(2006)が最近のものである。戦後の占領軍による破壊に関して論究したものとしては、小沼通二、高田容士夫

- 理研サイクロトロン破壊(1945)について 日本物理学会誌 46 巻、496-497(1991)がある。
- [8]京大の戦前のサイクロトロン建設記録としては化学研究所に残る木村毅一の建設ノートがある。
- [9] F.T.Cole O Camelot! A Memoir of the MURA Years (1994)は米国のMURA計画を中心にした歴史であるがサイクロトロンやベータトロンなどの発明の裏話にも触れた面白い読み物である。サイクロトロンコンファレンス 2001 のサイトから読める (筆者による日本語訳あり、<http://hadron.kek.jp/FFAG/>のArchiveよりダウンロードできる)。
- [10]リバプールでのチャドウィックについては J.R. Holt, F.R.S, REMINISCENCES AND DISCOVERIES James Chadwick at Liverpool, Notes Rec. R. Soc. Lond. 48(2), 299-308(1994)。
- [11]中根良平 歴史秘話 サイクロトロンと原爆研究 (後編) 理研ニュース No.298, 8-9, (April,2006)。
- [12]日野川静枝は主として 1930 年代の世界のサイクロトロン建設について現地調査を行っている。
- 1) 「1930 年代サイクロトロン開発ロックフェラー財団の援助目的に関する実証的研究」科学研究費補助金 (基盤 (C)) 研究成果報告書(2008 年 3 月) 日野川静枝。
これ以前の関連する日野川静枝の論文には以下のものがある。
- 2) 1930 年代理化学研究所におけるサイクロトロンの開発史 (東京工業大学人文論叢 No.6, 1980)。
- 3) 1930 年代コレージュ・ド・フランスにおけるサイクロトロンの開発過程 (科学史研究 41 巻、No.222, 75-87, 2002)。
- 4) A comparative study of cyclotron development at Cambridge and Liverpool in 1930s (Historical Studies in the Physical and Biological Sciences Vol.34, Part 1, 23-39, (2003)。
- 5) 1930 年代イギリスにおけるサイクロトロンの開発過程 (科学史研究 42 巻、No.226, 65-75, (2003)。
- 6) サイクロトロン開発の各国比較ー巨大科学の起源を探るー (科学史研究 45 巻、No.237, 34-37, (2006)。
- [13] 米国のサイクロトロンやカルトロンの歴史的な写真に関しては、米国物理学会のウェブサイト(<http://www.aip.org/history/lawrence/>)やRutgers大学のサイクロトロンのウェブサイト(http://www.physics.rutgers.edu/cyclotron/cyc_hist_album.shtml)などにある。
- [14]加速器全体をよくまとめた記述としては最近 A.Sessler と E.Wilson による Engines of Discovery A Century of Particle Accelerators (2007, World Scientific)という写真も数多く掲載されている本が出版された。戦前の日本のことについては触れてない。
- [15]オークリッジのウラン濃縮計画についてはオークリッジのウェブサイトで見ることができる(http://www.mphpa.org/classic/OR/Photo-Pages/ORPG_01.htm)。
- [16]Handbuch der Physik XLIV Nuclear Instrumentation I の 162 頁に 1950 年代の世界

のサイクロトロンを表があり、カルトロン磁石を使ったオークリッジのものもリストされていて、旧カルトロンのレストラン内に建設されたことが注記されている。

[17]政池 明 私信。政池の調査によると、米国側は当初日本での調査に関しては理研の仁科と大阪の菊池に注目して準備しており、日本に来るまで京都の荒勝は重要視してなかったという。京都では湯川秀樹に対しては F 研究の関係で調査したがほとんど原爆開発によって意味のある研究はなされてなく、中間子の研究に没頭していたと結論している。一方、京都で知った荒勝文策が原子核物理学の実験的研究者として重要な人物であることを調査に来て認識したようであるという。11 月のサイクロトロン破壊は調査した科学者達の意見は聞かずに本国の米軍が独断で占領軍に極秘指令したといわれ、米国内で大批判が起こる。基礎科学技術のうち、実用技術のための basic な研究と学術的な fundamental な研究は別で、fundamental な研究は日本でも認めるべきという意見は退けられ、原子核研究が全面禁止されるようになったという。なお、最近、日本経済新聞（夕刊）関西版湯川秀樹の遺伝子 1~10(2008.1.21 より 10 回連載)、同じく日本経済新聞（夕刊）秘史・日本の原爆研究 1~4(2008.8.4 より 4 回連載)、および朝日新聞 湯川教授は原爆「無関係」(2008.7.18)などに政池の調査で判明したことの一部が紹介されている。湯川が原爆に無関係という朝日新聞の表現は不正確である。

[18]時事通信社の不動尚史記者は米国立公文書館で米軍による戦前のサイクロトロン破壊に関する多くの写真を発見した。その一部は配信されて日本経済新聞、京都新聞などの 2008 年 8 月 25 日の記事となって写真が掲載された。筆者は不動記者から写真発見時にその判定について相談を受けた。

[19]福井崇時「サイクロトロンを米軍が接收投棄した経緯と阪大には 2 台と記録された根拠」アルス文庫(2008) (<http://www.viva-ars.com/bunko/>)。自身の阪大での立ち会いの他、米軍の秘密指令のやりとり、新聞報道など詳しい。ただし、付録で理研がバークレイから図面を貰えず独自に設計図を書いたという中根説[11]をそのまま採用している点は疑問。本文の破壊の経緯の部分については「原子核研究」Vol.53, No.1,91-103 (2008)にも掲載されている。福井はこのサイクロトロン破壊の論文の他、当事者として関わった阪大の原爆研究についても論文を書いている。福井崇時「理研二号研究阪大分室について」アルス文庫(2004)。敗戦直後その装置を川へ捨てたなど書いてあり興味深い。

[20] ハーバード大学のサイクロトロンの歴史については、**website** で見ることができる。
<http://www.physics.harvard.edu/~wilson/cyclotron/history.html>

[21]藤田祐幸 日本の原爆開発研究 「科学・社会・人間」98 号、3-21 (2006 年 9 月 15 日)

[22]仁科は戦後、雑誌「世界」で始めは熱中性子炉の暴走のようなものとしてその説明をしているが、後に米国の発表をみてそれを訂正していることが知られている。荒勝に関しては例えば最近荒勝の手書きメモについて代谷誠治が解説している。代谷誠治 戦時下における京都帝国大学荒勝文策教授の原子力研究 日本原子力学会誌「アトモス」Vol.50,

No.8, 522-524(2008)

[23]台湾大学製作の DVD「衝破原子核」の一コマ。台湾大学から調査に来た、張幸真さん一行に木村毅一の息子磐根が毅一が残していたノートなどを渡した。

[24]中尾麻伊香の活動については、例えば、塩瀬隆之・林衛・中尾麻伊香、科学技術史の棚卸し：京大サイクロトロンをいまに伝える（加速器（日本加速器学会誌）Vol.5, No.1, 70-74,(2008)。なお、前掲[17]政池の項で紹介した日経の「湯川の遺伝子」はこの中尾の活動から書き出されている。

[25]竹腰秀邦 台北帝国大学と京都大学における初期の加速器開発と原子核物理学研究（前編および後編）、加速器（日本加速器学会誌）Vol.3, No.4, 384-390,(2006)、および Vol.4, No.1, 18-23, (2007)。

[26]最近、京大化学研究所でも「よみがえる京大サイクロトロン」の上映がなされ、京大サイクロトロンに関する特集記事が化学研究所の広報誌「黄檗」に掲載された。戦後のサイクロトロンに関する竹腰の簡単な総括記事もある。黄檗 No.29, 13-14, (2008年7月)。