

幻の 加速器部品

直径約90cm、厚さ5cm、重さ250kgの鉄の塊が今、注目を集めている。戦後、GHQによって日本にあったサイクロトロン（円形加速器*の一種）は破壊され、全ては海に沈められたと考えられていた。しかしこのほど、京都大学総合博物館に部品が残されていることがわかった。ポールチップと呼ばれる高純度鉄でできた円盤である。日本の物理学発展の礎を支えた加速器の歴史と、現代に再び現れたポールチップの数奇な運命を探る。

*加速器は電荷を帯びた粒子（荷電粒子）を加速する装置の総称。様々な種類があり、加速方式では、静電加速器、線形加速器、円形加速器等がある。

写真は京都大学総合博物館入り口正面に設置されたポールチップ

4つのサイクロトロンと日本の物理学の発展

昨年末、日本が誇る3名の物理学者が相次いでノーベル物理学賞を受賞した。話題の小林・益川理論の中核をなす「CP対称性の破れ」は、30年以上証明がなされていなかったが2001年、高エネルギー加速器研究機構の高性能な加速器（KEKB）によって理論の正しさが裏付けられた。

紙と鉛筆で練り上げた理論の実験、検証に重要な役割を果たすのが加速器である。加速器は電荷を帯びた粒子（荷電粒子）を加速する装置の総称であり、20世紀、加速器によって物質の描像が次々と解明されていった。現在、日本の加速器は世界に誇るべき高い性能を持つが、そこに至るまでには研究者たちの努力と苦勞の歴史がある。

さかのぼること約75年前、日本初の加速器は1933年、当時日本領だった台湾において台北帝国大学の荒勝文策によって製作された。荒勝が製作したのは英国の Cockcroft が開発した Cockcroft=ウォルトン型と呼ばれる加速器で、この加速器を用いて原子核の人工変換の実験がなされた。

1937年には理化学研究所の仁科芳雄が、米国のE.O.ローレンスが開発したサイクロトロン（円形加速器の一種）を建造した。仁科が手がけたサイクロトロンは重水素イオンを400万電子ボルトまで加速することができ、これを用いて原子核物理や放射性生物の研究が開始された。

サイクロトロンはその後大阪帝国大学の菊池正士が完成させ、

また台湾で成功を収めた荒勝も京都帝国大学において建造に着手、さらに大型のサイクロトロンを仁科が建造し、終戦までにサイクロトロンは理研に大小2基、阪大に1基、京大に1基の計4基が建造された。

当時、とくに仁科のもとには多くの物理学者が集まり、量子力学の活発な研究がなされた。影響を受けた研究者のなかには後にノーベル賞を受賞した湯川秀樹や朝永振一郎がいたことはよく知られている。日本の原子核物理学、さらには素粒子物理学の芽はここから育っていったのである。

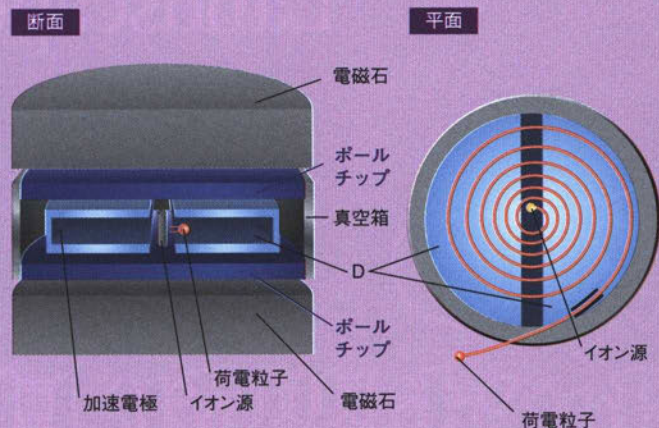
廃棄されたサイクロトロンと現代に現れたポールチップ

1945年11月、サイクロトロンは悲劇に見舞われた。原爆開発につながるという理由からGHQ（連合国最高司令官総司令部）に4基とも解体され、海などに廃棄されたのである。その行為は「科学に無知な者の蛮行」と米国の科学者から激しい非難を浴びた。その後米軍は誤りを認めている。一方で、サイクロトロンの建造を日本軍が支援していたのではないかと考える人もおり、捉え方はさまざまである。

GHQによって全て消滅したと考えられていたサイクロトロンであるが、最近、京都大学総合博物館に部品が現存していることがわかった。ポールチップと呼ばれる鉄製部品である。

サイクロトロンの構造は、上下の電磁石の間に真空箱に納められた加速電極が配置されている。加速電極は中空の円盤を2分割した形状で（Dと呼ぶ）、高周波の電圧がかけられる。中心から

■ サイクロトロン構造 (概略図)



※ 図は資料等から推測した当時のサイクロトロン概略図

投入された荷電粒子はDの中で磁場から力を受けてらせん運動を行いながら加速し、エネルギーを上げ、最後に軌道から外し標的に衝突させる仕組みとなっているが、この磁場が歪んでいるとイオンがうまく回らず加速できなくなる。そのため均一な磁場をつくるため上下の磁極 (pole) 付近にそれぞれ取り付けられるのがボールチップだ。ボールチップは磁気特性に優れた高純度鉄が使用される。

荒勝による京都帝大のサイクロトロンはGHQが研究室を訪れた時、建造中であった。そのため取り付け前のボールチップは二枚とも撤去を逃れた。残されたボールチップは研究を引き継いだ元京都帝大理学部教授・柳父琢治 (故人) が大切に保管した。その後、退官前に後輩にあたる元工学部講師・荻野晃也にボールチップを託した。その経緯はこうである。1979年に起こったスリーマイル島原発事故の環境影響調査を行っていた荻野は恩師である柳父に、残留放射能の測定に必要な放射線遮蔽材がないか相談した。当時の鉄材は自然界の数値に比べ問題のないレベルであるが放射性物質コバルト60が微量混入していたためである。そして「これは戦前の鉄材でコバルト60は含んでいない。大切なものだから1枚は使ってもいいが1枚は保管してほしい」と、差し出されたのがボールチップであった。その後1枚は遮蔽ブロックに転用され、1枚は研究室に大切に保管された。そして2003年、荻野は退官を前にして京都大学総合博物館にボールチップを持ち込んだ。

ポールチップの歴史的価値を探る試み

京都大学総合博物館は約250万点の収蔵物を保有している。展示できるものは氷山の一角であり、価値が明らかでなければ展示は難しく、ボールチップは博物館地下室でしばらく眠ることになる。

2006年、同大で開催された講座のなかでボールチップの存在を知った中尾麻伊香 (現東京大学大学院研究生) らが着目し、調査が始まった。その成果はドキュメンタリー映像にまとめられ、新聞等に報道されるようになった。

2008年3月、ボールチップが地下室から引き上げられ、博物館入り口正面に運ばれた。消滅したと考えられていたサイクロトロンの



1945年11月、GHQにより廃棄されたサイクロトロン。写真は理研の大サイクロトロンが東京湾に投棄された様子 (1945年12月米国「LIFE」誌に掲載されたもの)

一部が、63年ぶりに現れたのである。同大総合博物館教授・大野照文は「ボールチップは研究者が代々受け継いできたというその気持ちを大切にしたい。ただし自然史は過去の標本から今学ぶことができるが、常に新しい技術に置き換わっていく技術史の観点からは、過去の物の価値を見出すのは難しい。今後、さらなる意味付けがなされることを期待する」という。

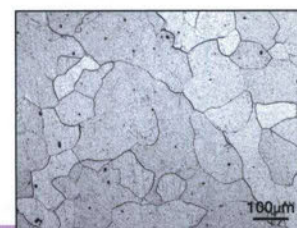
最近、同大総合博物館准教授・塩瀬隆之の働きかけによってボールチップの材料分析が行われた。調査の結果、戦前としては高品位の材料であることがわかった。現在、ボールチップは戦争史との関わりでしか語られていないが、物理学発展の礎を支えた加速器の痕跡である。また当時の製鋼技術を探る貴重な資料となる可能性も秘めている。技術的な視点によって、新たな価値が見出されることを期待する。
(本文 敬称略)

現在に至るまでのボールチップの流れ

- 1945年11月
 - 解体撤去
 - ・理研 (仁科芳雄)
 - ・小サイクロトロン (1937年完成)
 - ・大サイクロトロン (1943年完成)
 - 阪大 (菊池正士)
 - ・サイクロトロン (1938年完成)
 - 京大 (荒勝文策)
 - ・サイクロトロン (建造中)
- ↓
- ボールチップ2枚残る
- ↓
- 研究を引き継いだ柳父元理学部教授が保管
- ↓
- 1979年
 - 後輩の荻野元工学部講師が保管、1枚転用
- ↓
- 2003年
 - 京大総合博物館の地下へ
- ↓
- 2006年
 - 中尾氏発見、調査始まる
- ↓
- 2008年3月
 - 京大総合博物館の入り口正面へ



2008年3月、京大アメフト部の部員によって地下から運び出されるボールチップ



平均粒径は約100μmの均一なフェライト組織であり、キャビティ等の欠陥も見られない。観察方向はボールチップを円柱と見た時の高さ方向断面。

■ ポールチップの化学成分

規格・レドール分析値 (%)							
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.031	<0.02	0.16	0.006	0.016	0.20	0.13	0.11
Mo	Al	Mg	Ti	Ca	N	O	
0.03	0.001	<0.002	<0.002	<0.0005	0.004	0.011	

リムド鋼水準の炭素および酸素濃度であるにもかかわらず、①リン濃度が極めて低い②イオウ濃度と窒素濃度も低い③脱酸素元素であるケイ素濃度が低いのに酸素濃度が0.010mass%水準である。という特徴がある。また、現在の電磁軟鉄と比較すれば、炭素やイオウのレベルは5~10倍であるが、当時の不純物レベルとしては良好であると考えられる。

住友金属工業 (株) による調査結果 (2008年8月) より

●取材協力 塩瀬 隆之氏 (京都大学総合博物館)、大野 照文氏 (京都大学総合博物館)、荻野 晃也氏 (元京都大学工学部)、井上 信氏 (元京都大学原子炉実験所)、中尾 麻伊香氏 (東京大学大学院)、水町 衣里氏 (京都大学大学院)

●文 藤井 美穂