

## 放射光科学先史

冨家 和雄 (高エネルギー物理学研究所)

科学の進歩はどのようにして行われてきたか。或る人が一つの科学分野で研究をすると、その成果を必ず文書(論文)という形で記録する。その分野に興味を持った後の人が、その研究を発展させるのだが、その成果はまた論文という形で公表し、その時、必ず先人の成果を付記する。従って、或る科学分野の研究にたずさわる人は、その分野の歴史を出来るだけ正確に知っておく必要がある。しかし、物理学の研究において、ガリレオ、ニュートンやアインシュタインの源論文に言及することはない。量子力学の多くの先人達の源論文も引用されることはない。これらは余りにも有名で、自明の事柄となっているからだ。

では放射光の研究、もしくはそれに密接に関係した研究の論文には、先人の成果をいかに引用するかが問題となる。最近この種の論文で、しばしば、On the Classical Radiation of Accelerated ElectronsというSchwinger (Phys. Review, Vol. 75, No. 12 (1949))の論文を引用した文献にお目にかかるが、これははっきり言って間違いである。当人がこんな学生の演習問題の解を論文にできないと断ったのだが、周りの実験家達から論文にして呉れると大変助かるからと懇願されて、いやいや承知したものである。そんなことで放射光の物理学上での歴史はどうであったかを、改めて書き残すことも無駄ではあるまい。私は科学史の専門家でないので正確な知識はないが、知っている範囲で書いておく。

1861年、マックスウェルは4つからなる電磁場の基礎方程式を提唱した。これを組み合わせると波動方程式となるので、彼の光の電磁波説の元と

なった。これが1888年に、ヘルツによって実験的に証明され、1897年のマルコニーの無線電信の発明につながった。それから8年後、無線電信は“敵艦隊見ゆ”とバルチック艦隊発見を報じたことで、日本でも有名となった。

マックスウェルの電磁場方程式は、ニュートンの力学と同様、当時の物理学の基本となる理論であった。それゆえに多くの人達がこの理論の発展と応用に力を注いだ。この方程式を厳密に解いていくと、遅延ポテンシャルという面白い概念に突きあたる。それは電荷が変動すると、その変動したという信号が空間に光速で伝わると解釈できる。特殊相対論が発見される前のことである。つまり、この方程式はニュートンの力学とは違って、特殊相対論と矛盾していない、古典としては珍しい学説だった。1898年、レナルド(A. Lienard, L'Eclairage elec. 16, 5.(1898))はこのポテンシャルを用いて、円弧に沿って動く荷電粒子が、放射光を放出して失うエネルギーを計算した。これが放射光発生メカニズムを解いた論文の第一号で、この後の電磁気学の教科書には、すべてこの理論が書かれている。

色々な電磁気学の教科書を読んだが、私がかつとも感心したのは、オッペンハイマーのものであった。1938年、彼がパークレイで電磁気学の講義をしたとき、日系の学生が克明に講義ノートをとっていた。その学生は事故に逢って若くして亡くなったが、それを惜しんだ日本の物理学者が、戦後すぐに日本語に訳した。私はそれを読んだのだが、理論屋はなんと緻密で厳格に論理を進めるのだろうと驚嘆した。式をフォローしたのだが、難

しくって時々手を上げそうになったことを覚えている。その中でアメリカの教科書らしく、学生のための演習問題が出ている。その一つが、一様磁場で円形運動している電子が放出する電磁波のエネルギーと波長分布を計算せよ、というのがあった。こんなことでシュウィング先生が論文を出すのを嫌がった意味がよく分かった。

さて、電子加速器と我々が実際に手に入れた放射光との関係について述べよう。1920年代に原子核研究のため様々な粒子加速器のアイデアが考えられたが、最初に成功したのはローレンスのアイデアであるサイクロトロンであった。陽子は一様磁場の中で円を描いて回るが、一周する時間はエネルギーによらないことに注目して、高周波で繰り返し加速を行った。16MeVの陽子が得られ、原子核研究は急速に進んだ。一方、電子は静止質量が陽子の約2000分の1と軽く、容易に相対論の影響を受け、10KeVまでしか加速できない。そこで非同期加速が考えられ、誘導電場による加速器、ベータトロンが1941年にカーストによって実験的に成功した。相対論的エネルギーの電子は円形加速器の中でたっぷり電磁波をだすであろう。するとベータトロン条件が崩れて電子軌道は収縮し、ついには加速が不可能になると考えて、ソ連の原子核理論家のD. Iwanenko, I. Pomeranchuk (Phys. Rev.65, 343 (1944))が計算し、ベータトロンエネルギーの上限は500MeVくらいと論文に書いた。アメリカのジェネラルエレクトリック社 (GE) で100MeVのベータトロンを作っていたJ. Blewettはこれを読み、1946年に電子軌道が収縮するのを実験的に確かめている。(Phys. Rev.69, 87 (1946))。また、電磁波のスペクトルをラジオ波領域で測定したが失敗におわった。その時、シュウィング (Phys. Rev. 70, 798 (1946))はスペクトルのピークが可視光領域であることを計算していた。J. Blewettは現在、台湾放射光施設の技術展望委員であるから、同様の私は年に2回彼に会っている。あると

き彼に聞いてみた。

「貴方は何故可視光領域で実験しなかったのだ。そうしていれば放射光はベータトロン・ラディエーションと名付けられ、貴方が最初の発見者となっていただろうに。」

「理由は簡単さ。ガラス製の真空路の内面に銀をコーティングしていたので、そこから光が見えなかったのだ。それでそこを通過できるラジオ波領域で観測したのだ。」

1945年、アメリカのMcMillanとソ連のVekselaが独立にシンクロトロンの原理を発見した。GE社は直ちに80MeVの電子シンクロトロンを建設し、1947年4月24日に加速電子を得たが、このとき人類が初めて放射光を見た (F.R. Elder, A.M. Gurewitsch, R.V. Langmuir, H.C. Pollock, J. Appl. Phys. 18, 810 (1947)) のである。このとき、BlewettはGEからブルックヘブン国立研究所に移籍し、世界最初の高エネルギー陽子シンクロトロンの建設に従事していたので、この劇的場面には居合わせなかった。自分は余程放射光と縁がなかったのだな、と私に苦笑していた。彼は70才を過ぎて、やっと放射光と付き合えるようになったのだ。

この論文の共著者の一人Pollockは、1970年、McMillanの求めに応じてこの日の思い出を文章にまとめ、これにその日の実験記録を記した“synchrotron notebook”のコピーを添えて手渡した。McMillanはそれを携えてキエフで開かれた高エネルギー加速器国際会議に出席、Iwanenkoに渡した。Iwanenkoはモスクウに帰ってからPollockに次のような電報を打っている。

“Excited description first observation beloved synchrotron radiation. Prediction. Theory. Discovery. Application. Brilliant page contemporary physics.”

この事も含めてPollockは再びどこかの雑誌に書いているが、その雑誌の名前は分からない。1985年、Iwanenkoが高工研を訪れたとき、その写真

のコピーを私のところに残していったが、夏休み中だったので私は彼に逢っていない。この記事の最後のところに面白いことが書いてある。コーネル大学のD. Tombouliauが見学に来たが、後に彼はコーネルの電子シンクロトロンからの放射光を徹底的に研究して、その科学的道具としての有効性まで示したとあった。彼が放射光の最初のユーザーであったことは、佐々木泰三さんから伺っていたが、この時から加速器屋とユーザーが一体となった放射光科学が始まったのである。

最後に余談。中国は言葉の国といわれ、漢字を自由にこなす。たとえばパイ中間子を介子と訳し

た。介は媒介の介だから、パイ中間子の性質をよく表している。しかも、介の字を $\pi$ と書くとまさに $\pi$ -mesonとなる。実にうまい。他に色々例があるが止めておく。同歩輻射と言う言葉は、中国本土でも台湾でも10年より前から使われている。旨い訳だと思ったが、一寸おかしいと思った。synchrotron radiation. syn = together, chro = chronos = time, tron = apparatus。先日台湾にいったとき、歩という漢字に時の概念が含まれているかと聞いた。歩は足によるstepであって時間とは関係ないという。では、同期輻射と訳すんだな、といったら大変妙な顔をしていた。

## 本 会 会 告

### 第15回編集委員会

1991年12月7日(土)、東大物性研で開催。  
第4巻第4号の評価、第5巻第1号以降の内容等  
について検討した。

### 第25回定例幹事会

1992年1月10日(金)、高エ研、物性研分室で  
開催。各幹事報告の他、学会案内パンフレット、  
定款改定(案)、「World Compendium」につい  
て等、検討した。

### 第5回年会

第5回年会を下記の日程で開催します。プログラムは、本誌前頁に掲載しています。とくに今回は、同会場において「放射光科学講習会」を最終日(9日(土))に開催しますので、会員各位の多数のご参加を期待しています。

期日 1992年5月7日(木)、8日(金)、9日(土)  
場所 仙台市民会館(仙台市青葉区桜ヶ岡公園4番1号)  
実行委員長 佐藤 繁(東北大学 理学部)

