

## ◁名誉会員▷

## 名誉会員から

## 初めての名誉会員授与にあたって

日本放射光学会長 太田俊明 (東京大学大学院理学系研究科)

日本放射光学会は設立から15年目を迎え、そろそろ定常期に入ろうとしています。学会の定款第5条及び第6条に会員の構成があり、その中に「名誉会員」という資格が明記されています。これは、放射光学の分野において顕著な功績を有する者で、評議員会によって推薦され、総会によって決定された者、という定義がなされています。しかし、今まで誰も名誉会員に認定されていませんでした。我が国の放射光創設期に活躍された先生方もそろそろ引退される時期になり、名誉会員認定の機は熟した感があります。そこで、昨年暮れの幹事会で相談し、現役を退いた会員という枠をつけて下記の3人の先生を選びました。評議員会に提案して認められ、その推薦を受けて今年1月の放射光学会総会で満場一致で決定され、名誉会員授与の儀式を初めて行うことが出来ました。最初に名誉会員として認定されたのは、高良和武先生、佐々木泰三先生、そして、冨家和雄先生の3人です。

高良先生はフォトン・ファクトリーの創設者であり、我が国で初めてX線まで発生する放射光実験施設の計画を推進し、それを実現にまでこぎつけました。我が国の放射光科学の基礎を築かれ、初代日本放射光学会の会長としても我が国のリーダーとして放射光科学の発展にご尽力されました。紛れも無い放射光科学の功労者と言えましょう。高良先生はX線回折・散乱の世界的な権威であり、多くの門下生が放射光の分野で活躍されていますが、80歳を越えられた今日でもお元気で若い人達にも気軽に声をかけて励ましてくださり、誰からも敬愛されています。

佐々木先生は文字通り我が国の放射光科学の草分け的な創設者であります。田無の核研シンクロトロンでのパイオニア的な研究、そして、田無のINS-SORは世界を先駆けて放射光利用者が自ら作ったストーレージリングとして高く評価されています。真空紫外、軟X線領域の数々の先駆的な研究につづいて、フォトン・ファクトリーでは測定器主幹、施設長として利用研究に、また、アンジュレーター建設などに指導的な立場を果たしてこられました。先生は常に明快な語り口で放射光の素晴らしさを多くの人に説き、啓蒙されてこられました。2代目放射光学会長としてもわが国の放射光科学発展に大きく貢献されています。

冨家先生は高良先生とフォトン・ファクトリー計画に初期から参画され、計画がスタートしてからは、光源系の主幹として、フォトン・ファクトリーのストーレージリング建設の責任者となり、線形加速器の主幹田中治郎先生とのコンビで我が国初めての巨大な放射光施設を見事に完成させました。また、ストーレージリングの完成後もビーム不安定性の解明を徹底的に行ない、世界でも比類の無い安定した光源を作られました。先生は常々、「泣く子とユーザーには勝てない」と皮肉混じりにおっしゃっていましたが、愛情を持ってユーザーのためにご尽力していただきました。1995年度の放射光学会長としても学会に大きな貢献をされました。

以上常日頃敬愛する3先生に名誉会員証を授与する機会に恵まれたことは今期の会長としても限りない喜びです。3先生におかれましては、これからもお元気で、いつまでも我々後輩に辛口のコメント、叱咤激励をしていただきたいと切望致します。

## フォトン・ファクトリー誕生のころ

高良和武

## 1. はじめに

始めに放射光学会で初めての名誉会員として、認めていただき、たいへん光栄で有り難く、またフォトン・ファクトリーの建設で苦楽を共にした佐々木泰三氏、冨家和夫氏とともに、いただいたことをたいへん嬉しく思っています。

挨拶として、何か書くようにということですが、放射光科学の発展の現状を思うとき、古風な表現ですが、全く感慨無量で、今昔の感に堪えません。

今年は日本放射光学会が設立されてから15年、フォトン・ファクトリーで始めてビームが出てから20年になり、それぞれ、記念するシンポジウムが開かれました。いずれにおいても将来計画が論じられ、我が国の放射光科学が一つの節目にあるということ、現役の皆さんと同様、私も強く感じました。そして、昔、フォトン・ファクトリー計画を進めたころのことを思い出しました。

フォトン・ファクトリー誕生の頃のことについては、少

し詳しいものを日本物理学会や日本結晶学会の会誌などに書いたことがあるが、ここでは皆さんが抱えておられる今日的な問題と関係がありそうなトピックスについて書いてみたいと思います。

## 2. 超強力 X 線源としての放射光

放射光の超強力 X 線源としての可能性が、我が国で初めて公開の場で報告されたのは、1971年4月、日本物理学会年会の X 線・電子線分科会シンポジウム「超強力 X 線束の発生と応用」であった。このシンポジウムの目的は、可能性のある超強力 X 線源について、費用や規模などの制約のとられず検討しようということで、放射光の他に、回転対陰極型 X 線管、プラズマ、X 線レーザーも取り上げられた。このシンポジウムを計画した背景として、次にのべるような三つの事情があったといえる。

第一は、もっと強い X 線をという要望は、X 線の散乱現象を扱う研究者の間では常に存在していたが、とくに我々の研究室では X 線の強度不足を痛感していた。1960年代に発展したシリコン半導体産業では、結晶の評価法として X 線トポグラフィが重用されていた。またシリコン単結晶を使って、平行性の極めて高い X 線束 (~0.1秒角) が作られるようになり、単結晶に特有な回折現象の基礎的研究が可能になっただけでなく、単結晶の超微小歪みの観察など応用的研究も開けてきた、われわれの研究室では、当時、この二つの研究分野に集中していたが、従来の X 線管では測定時間が何れの場合も、最低10時間ばかり、X 線強度の不足を痛感していた。

第二は、1960年代の半ばごろから、中性子回折専用の原子炉の建設が独仏共同でグルノーブルで始まっていたが、完成の暁には20~30本のビーム・ラインが設置されるという話が伝わってきた。原子炉を作るぐらいの金をかけたら、X 線でも超強力な線源ができるだろうと冗談半分で話したことがあったが、この問題を真剣に考え始めたのは1960年代の終わりごろであった。

第三は、佐々木泰三さんたち INS-SOR グループが進めていた東京大学原子核研究所(田無)の1.3 GeV 電子シンクロトロンからの電子ビームを使って専用の貯蔵リング(0.35 GeV)を建設するという計画であった。これは X 線源としては絶望的に弱かったが、高エネルギーの X 線専用リングを考える刺激になった。

シンポジウムのため、我々の研究室の菊田惺志君が、ストレージ・リングからの放射光の X 線領域における強度を計算してもらったが、その予備的な報告を1970年の暮聞いたとき、一応は期待していたものの、その強さに驚嘆したことを覚えている。たとえば電子エネルギー1.5 GeV、磁場の強さ5T(ウイグラー仕様)電流1Aで、従来の強力 X 線管(加速電圧50 kV, 電流1A)と比べると銅の特性 X 線に対し340倍、タングステンからの白色線に対しては2~3万倍に匹敵する。当時、このような計算については海外の雑誌にも報告されておらず、とくにウイグ

ラーの考えは始めてだったと思う。この時点で4月のシンポジウムを待たずに、結論は出たようなものであった。

## 3. フォトン・ファクトリー世話人会

1971年度の科研費(総合研究B)「超強力 X 線発生装置」は放射光発生用の貯蔵リングを絞ることになり、研究班のメンバーは、申請の段階では X 線回折グループに限られていたが、次期電子加速器の建設を計画していた高エネルギー物理のグループと、INS-SOR グループに拡大された。

1972年度には科研費(総合研究B)として「電子軌道輻射による超強力 X 線発生装置の研究」が認められた。一方、X 線回折関係の研究者たちは、1972年秋、京都で開かれた国際結晶学会議の準備に忙殺され、放射光施設の建設計画の作業は暫くの間、中断されたが、72年暮から73年春にかけて大きく前進した。科研費総合研究班と東大原子核研究所電子加速器次期研究会との合同研究会「フォトン・ファクトリー計画研究会」が、1973年3月17日に開かれたが、この会には結晶学(物理、化学、鉱物など)、高エネルギー物理学のほか、分光学、高分子、分析化学、生物学など15の研究分野から~80名の研究者が集まった。ここで、計画推進のための「フォトン・ファクトリー世話人会」が作られ、74年度に調査費のための概算要求案を5月までに纏めることになった。「高エネルギー電子加速器を共通施設として持ち、それから発生するあらゆる種類の電磁波(光)を広範な科学の分野の研究に提供する。」というフォトン・ファクトリーの構想が生まれたのは、この時期である。

私は5月から約3ヶ月マールブルグ大学(西ドイツ)に客員教授として滞在した機会に、海外の放射光利用の動向を直接見聞してきた。ハンブルグでは、蓄積リングDORISが間もなく完成というところで、欧州分子生物機構の建物が完成、内部に筋肉研究用の小角散乱のベンチが据え付けられているのには驚いた。しかし X 線回折の広範な分野で放射光利用を進めるフォトン・ファクトリーのような計画はなかった。フランスのオルセーでは電子・陽電子衝突実験用のリング(0.54 GeV)から放射光を昨日、初めて取りだしたというところで、また1975年の完成を目指してDCI(1.8 GeV)の建設が始まっていた。また帰りには地球を一周してスタンフォードに立ち寄ったが、ストレージ・リングSPEAR(4 GeV)が動いており、素粒子実験に寄生して光電効果とEXAFSのビームラインが準備中であった。

日本では、ストレージ・リング建設のメドも立たず、建設を始めてから少なくとも3年のはかかると、その前に立ちふさがり困難を思うと、海外のどこかの施設で放射光 X 線による研究のパイオニアになることも頭をかすめた。この上は腰を落ち着けて、基礎から組織的にフォトン・ファクトリー計画を進めようと決意を新たにして日本に帰った。

日本では、1974年度に向けての概算要求は、周囲の事情が熱しておらず、見送られていた。しかし世話人会の意気は盛んで、欧米の放射光 X 線の利用に数年は遅れるが、次の世代の放射光利用のトップに立つことを目標に、従来の共同利用研究所とは性格、規模の点で全く異なったものを作ろうという考えで固まった。そして「この計画はナショナルプロジェクトして学会議を通すのがよい」という伏見康治先生の御教示があり、この線で努力することになった。

#### 4. 学会議による勧告

フォトン・ファクトリー世話人会では、1973年3月から1974年5月まで、8回の全体会議と、19の作業グループではそれぞれの会合が、また加速器、高エネルギー実験、回折散乱、分光分析、放射線効果に纏めて調整のための会合がたびたび開かれ、フォトンファクトリー計画の立案、予算案の作成、要望書、趣意書の起草などが手分けして精力的に行われた。

1974年秋には日本学会議による「放射光総合研究所」の設立が政府に勧告された。戦後、多くの国立研究所が作られたが、その殆どは学会議の勧告によるものであった。その場合、一つの研究連絡委員会から提案されたものを、その委員会の属する部会で審議し、最終的に総会で決定するというプロセスをとるのがふつうであったが、放射光総合研究所は多分野にわたるので、原子核、物理、結晶、科学、鉱物、生物物理の6研連からの共同提案となり、最終的には第4部から提案された。

学会議による勧告の後、世話人会は解散、フォトン・ファクトリー懇談会が結成された。会員は発足当時は約350名で、常任幹事として江橋節郎（東大薬理）、黒田晴雄（東大理化）、富家雄（東大核研）の諸氏と代表として高良（東大工物工）が選ばれ、幹事会には各作業グループの代表20名とユーザーズグループから8名が加わった。

一方、1977年10月には学術振興会の産学協力の研究委員会として第145委員会「結晶加工と評価」（委員長高良）が発足、1981年6月には放射光リソグラフィ小委員会（主査、難波進（阪大基礎工）も設けられた。産官学の研究者が参加し、後にフォトン・ファクトリーにおける民間、他省庁によるビームライン設置の基礎作りなどに重要な役割を果たした。

学会議の勧告は1978年4月、高エネルギー物理学研究所の「放射光実験施設」という形で認められた。その後のことは、紙数の余裕もなくなったので割愛する。

#### 5. 分野、組織の壁を超えた研究者の協力

フォトン・ファクトリーでは計画の段階から分野の壁、組織の壁をこえて研究者の協力があつた。しかし、1978年4月から高エネルギー物理学研究所で、いよいよ建設が始まると、幾つかの行政上の壁があつた。それは研究者の論理と官僚の論理との違いともいべきものであつた。放射光実験施設の共同利用の対象は、最初は管理部の見解

では国立大学に限るということであつた。文部省の予算で作った施設を、公私立大学や、他省庁、民間企業の研究者に使わせるわけにはいかないという論理だつた。ビームが出るようになる頃には、施設はすべての研究者に開放されるようになったが、民間からは使用料を取ることになった。アメリカでは、IBMやBellの企業の研究所でも、純粋研究にたいしては金は取らぬが、企業秘密のため研究内容を公開しない場合は有料ということになっている。

さらに他官庁\*や民間企業\*\*の実験装置の搬入やビーム・ラインの設置も最初は認められなかったが、83年ごろから可能になった。（\*無機材料研究所（科学技術庁）、電子総合研究所（通産省）、理化学研究所研（科学技術庁）；\*\*日立、富士通、三菱電機、NTT）

産学協同については、1960年代の終わりごろから70年代初めにかけての大学紛争以来、大学ではタブーであつた。放射光実験施設についても、管理部や文部省は、始めはアレルギーがあつた。大学で、企業との共同研究が認められるようになったのは、83年からで、企業からの寄付講座が認められるようになった。フォトン・ファクトリーは先駆けの役割を果たしたと思う。

#### 6. 終わりに

数少ない内部スタッフの超人的な奮闘と、懇談会メンバー献身的な協力により、フォトン・ファクトリーは予定通り活動を開始、世界最初の本格的な放射光実験施設として世界的に注目され、羨望的にもなった。その後のフォトン・ファクトリーの活躍はここで改めて述べるまでもないが、フォトン・ファクトリー世話人会さらに懇談会で作られた分野、組織を超えた日本独自の協力体制とその精神は、その後の大学の施設さらにSPring-8に継承、発展された。そしてフォトン・ファクトリーで育った研究者、技術者がこれらの施設で活躍していることも喜ばしい限りである。日本放射光学会自体も世界に類を見ない組織で、誇るに値する。

しかしながら、低エネルギーの第3世代光源の建設が、我が国では未だに認められていないという事実は、欧米では不可解な現象とされている。また第4世代の光源については、獨、米などではナショナル・プロジェクトとして推進されているが、我が国では小規模の実験が2~3ヶ所で始まったばかりである。放射光科学は、まだまだ発展の可能性を持っており、国家戦略として取り上げられている情報、バイオ、環境、エネルギー、ナノテクノロジーなど何れの分野においても基盤的役割を担っている。この事実を総合科学技術会議などで積極的にアピールし、また文科省のみならず、経済産業省、厚生労働省、環境庁などからの支援が得られるよう努力する必要があるのではないだろうか。

放射光学会が、このような問題を活発に議論する場所を提供し、放射光科学のさらなる発展を促進することを切望して、筆を置くことにする。

## 放射光研究創世記

佐々木泰三

編集委員会から何か書くようにとのご依頼を受けました。

放射光研究は全世界的に今なお絶え間ない発展を続けており、新しい研究手法、研究対象も次々と出てきて目を離せません。Scienceの諸分野の中でも発展のテンポの早さ、分野全体の活性は際立っており、その発見から半世紀以上、利用開始から40年以上を経た現在もなお極めて刺激的な分野です。当然皆さんの関心はこの先に何かがあるか、今の地平の向こうに何かがあるかを想像し、追及する楽しさに向けられていることでしょう。

しかしこの分野で長年楽しませていただいた我々年配者の感慨を率直に言わせて頂くなら、そのような強烈な刺激はそもそもの始めから今日までずっと続いているのであって、昨日今日急に面白くなったと言うわけではないのです。

そこでせっかくのご依頼を受けた機会に、多くの若い会員の皆さんに、そもそも放射光研究の始まりがどんなものだったか、何よりも、何故私自身がこの世界に入り込み、はまってしまったのか、そんなことを皆さんにお伝えしてみようかと思えます。もしかすると1回きりの短いエッセイでは書ききれないかもしれません。そのときは改めて編集者のお許しを得て、続編を書かせていただきます。

私が放射光について多少詳しい知識を得たのは1956年、Physical Reviewにコーネル大学のTombouliau教授の長い論文が出たときです。これを東大教養学部の石黒浩三先生がコロキウムで紹介されたのです。これは1949年にSchwingerが公表した放射光の特性に関する理論を検証する仕事で、1950年代前半の数年間をかけて行われました。仕事の丁寧さ、厳密さもさることながら、軟X線分光という、当時としては殆ど誰もやらない、極めて困難の多い実験技術を駆使しての見事な結果にはただただ驚嘆するばかりで、凄いことをやる人が居るものだ、と度肝を抜かれたのを覚えています。その時は将来自分がそれに関わりを持つことになろうとは夢思いませんでした。

その後間もなく、1958年ころ、東大教養学部の金沢秀夫、高木佐知夫、石黒浩三の3先生が科研費のチームを組んで、固体プラズマの共同研究を始めることになりました。固体のプラズマ共鳴のエネルギーはほとんど15-20 eV領域にあります。もし固体の誘電率が分かっていたら、その共鳴の様子はその逆数の虚数部のスペクトルで見ることが出来ます。金沢先生はNosierre-Pinesが創めた多体問題の量子論を発展させて、プラズマ共鳴の強さや寿命を屈折率で表現する明快な公式を導かれました。石黒研はその共鳴の起こる極紫外領域で固体の誘電率、或いは屈折率(光学定数)を実験的に決めて、金沢先生の理論を検証しようとしたのです。

当時15 eV-20 eVの極紫外領域で反射率を測って複素屈

折率を決める、というような面倒な実験に挑戦する研究室は世界中でも5指に及びませんでした。この領域では分光技術すべてが未開発だったせいですが、なかでも適当な光源がない、という状況が決定的でした。それでも石黒研では低圧気体中のスパーク放電によるイオンの輝線スペクトルを利用して、1961年頃にはSiとGeのプラズマ共鳴領域の屈折率を決めることが出来ました。とは云っても実は共鳴のプロファイルを精密に決めるには測定点の数が不足しており、光源の強度、従って精度も不十分、決して満足できる実験ではありませんでした。また価電子帯の構造が大変よく似ているにも関わらず、SiとGeでは共鳴のエネルギーも幅もかなり違っています。その主な理由はGeの浅い3d殻にあります。プラズマ共鳴の個々の物質での特性の違いを詳しく知るには価電子のスペクトルだけでは不十分で、更に深く軟X線領域に分布する内殻吸収スペクトルの知見が必要になります。しかしこれは当時の技術では絶望的に困難な仕事でした。

ちょうどそのころ、東大核研の電子シンクロトロンが完成し、1962年の春から共同利用の公募を開始したので。それとまさに「同期」して大阪市大の小塩高文氏がこのシンクロトロンから発生する放射光がフロントエンドでどう見えるか、具体的な計算結果を公表しました。INS-THという藁半紙の核研所内報に載ったそのデータを見て、私は大変驚き、興奮しました。われわれが苦勞して発光させているスパーク放電の線スペクトルに比べて、極紫外から軟X線にかけて2桁から3桁大きい強度が得られ、しかも切れ目のない連続スペクトルなので、これを使うことが出来れば「光源問題」は一挙に全面解決です。私は早速その春、現在の阪大豊中キャンパスであった物理学会で「素粒子実験」の分科会に出席し、その計算を発表した小塩さんの講演にコメントしました。そこで私は核研シンクロトロンが軟X線分光の光源として極めて有用、かつ貴重な研究資源であることを強調し、小塩さんと協力してその利用を推進したいと提案しました。これは小塩さんご本人はもとより、その分科会にいた素粒子物理学の関係者からも歓迎され、その後核研当局やこの装置の共同利用を運営する「ES委員会」からも支援を得られるきっかけになったのです。

さて小塩さんと私の二人三脚で各方面に共同研究の呼びかけ、利用に向けた陳情など、1年余りの努力の末、63年の夏には光の取り出し口も出来ました。最初に現場に入ったのは山口重雄(都立大)、井口裕夫(教育大光研)と私の3人で、まずは光を見て加速器の様子を観察しようということになりました。

さて何か新しいことを始めようとする大抵そういうこ

とになるのですが、私たちもご多分に漏れず、いろいろ忠告や批判を受けました。理論的には良さそうに見えるが、実際は使い物にならないだろうとか、無謀な計画に手を出して、何年もやった挙句に撤退、というようなことになれば身の破滅だ、いや、必ずそうなる、手を出さない方が賢明だ、とか有難いご心配も頂きました。

成る程やってみるとこういうご忠告やご心配は一々思い当たることばかりで、これは大変だ、と良くわかりました。何しろシンクロトロン、特に初期の核研シンクロトロンは凄まじい「じゃじゃ馬」で、とても簡単に乗りこなせる代物ではありませんでした。加速のサイクルごとに電子のエネルギーが大きく変動するので、スペクトルが時間と共に変わるだろうとは覚悟していましたが、入射のたびに軌道に捕捉される電子数が変わり、加速の途中で振り落としもあり、軌道位置も絶えず変動する。原因不明の不安定性も各種観測にかかり、ビームがいろいろな振動数で揺れています。光電測光にとってはこれはみな雑音です。このときは50 cmの望遠レンズの焦点面か、凹面鏡の最小錯乱円に光電子増倍管を置いて可視光強度の時間変化をオシロで見ました。このビーム診断の結果はその秋の物理学会で山口さんが報告しましたが、大変好評で、「加速器の診断法として大変有力だ」と熊谷寛夫先生からお褒めを頂きました。

シンクロトロンの運転もやりました。ES委員会でビームタイムの配分を受け、公認のユーザーとなると、運転のモードやエネルギーなどを自分たちで決めることが出来ます。昼間は加速器の運転要員が運転してくれますが、夕方の調整が済んで当番が引き揚げたあと、翌朝までの運転はユーザーグループの仕事になります。マシンのご機嫌がよければ何もしなくてもビームは一晩中スイスイと回っていますが、大抵そうはいきません。コントロール室のモニターを睨んで、痩せてきたな、と思ったら入射パルスのタイミングや波形を調節したり、触ることを許されている数個のツマミ（軌道要素）をいじります。奮闘むなしく遂にダウン、と云うときは、宿直している加速器当番を呼び出します。

ビームが荒れてくる魔の時間帯というのがありました。深夜1時ごろと、明け方の5時ごろです。それは西武線（池袋線と新宿線）の電車が車庫に入る頃と、車庫を出る頃だと言われていました。当時は一次電源の安定化が不十分で、外部電圧の変動はそのまま所内のすべての機器の電圧変動になったようです。

雑音といえば何もシンクロトロンに限りません。実はそれ以前に実験室で使っていたスパーク放電も凄まじい雑音源です。放電の際に発生する高周波の電波は空間や室内にあるあらゆる金属表面を通して流れますから、測定器の遮蔽には臨機応変の工夫が必要です。私も雑音退治には相当の年季が入っているつもりでした。ところが光源そのものの揺らぎによって生ずる雑音は電波ではないので、遮蔽は

対策になりません。まともな対策は光源そのものの安定化しかなのですが、それでも平滑化処理など回路技術で対応しようと当時いろいろ努力しました。翌64年の春、日大の好意で島津製作所の斜入射軟X線モノクロを借用し、いくつかの薄膜試料も用意して光電測定で吸収スペクトル測定を試みましたが、結果は惨憺たるものでした。この結果は前年の加速器診断である程度は予期していたもので、私たちはこの結果を見る以前から、最悪の場合は写真測光に切り替えるつもりで準備を進めていました。たまたま教育大光研に1 mの斜入射写真分光器が空いており、井口さんか瀬谷正男先生にお願いしてこれを拝借する約束を取り付けてありました。井口さんは半年かけて装置の錆落しから始めて光学的調整までを丹念に手がけ、64年秋には立派に実用機として再生させました。これを核研に持ち込んでビームラインに設置し、パラサイトのビームタイムを利用して光軸を出したり、真空試験をしたりして準備を終わり、翌65年3月の本番に備えました。我々に先行して世界初演の放射光による見事な希ガスの吸収スペクトルを公表したNBSのグループも2 mの斜入射写真分光器を使っていました。当時の光源と測定器の技術水準ではnoise-freeの写真法がどうやら最も無難なアプローチだったようです。

65年3月の実験は大阪市大、東大、都立大、東北大、教育大の連合チームで実施され、大成功でした。最初にNBSがやった希ガスの吸収を見て、追試と共に装置の調整の具合を見ようと思ったのですが、結果は見事に一致し、装置の調整も完璧でした。核研のシンクロトロンはNBSよりずっとエネルギーが高いので、高次光を抑えるためのフィルターとしてAlの薄膜を用いたのですが、これも極めて有効でした。He, Ne, Arを次々に測りましたが、露出時間はどれも10秒程度。あっという間に次々と美しい写真が取れます。主にKodakのSWRというフィルムを使ったのですが、様子がわかってからはIlfordのQ Plateという乾板にも記録しました。1 mというカセットの曲率半径はガラスの乾板には厳しく、時々割れましたが、破片でも十分綺麗にスペクトルが記録できます。写真の現像は私の得意芸で、暗室作業は専ら私が引き受けました。当時の真空系は超高真空ではなく、ロータリー・ポンプと拡散ポンプの組み合わせですが、検出器は写真乾板ですから、光の減衰を避けるだけなら $10^{-4}$  Torr程度で十分で、「真空待ち」の時間は短いのです。カセットにフィルムか乾板を仕込んでからデータが「一丁上がり」となって暗室に持ち込まれるまで30分もかかりません。暗室係は大忙しでした。湿は現像のすんだネガを直ちに引伸機で印画紙に焼き付けて皆さんに配給しました。データが一つ取れるごとに全員が大感激し、興奮していました。成果が余りにもあっけなく短時間に得られるのには誰もが驚き、放射光の強烈な連続スペクトルの威力を文句なしに実感しました。

放射光の有難味は疑う余地がありませんでしたが、一つ困ったことがありました。それは継ぎ目なしの連続スペクトルの波長をどうやって決めるかという問題です。既知の物質の吸収端は目安にはなりますが、幅があって精度は余りよくない上に、欲しいところにいつもあるというものではありません。井口さんと私は吸収スペクトルを記録した乾板の上にスパーク放電の輝線スペクトルを重ねてみようと考え、Sliding Spark という仕掛けを持ち込んで放電を試みました。ところがこれは大失敗で、波長標準は確かに記録できるのですが、放電を始めて暫くすると、けたたましいベルの音がして、「真空重故障」という赤ポンプ表示がつきます。これはシンクロトロン真空が運転不能のレベルまで悪化したことを示すものです。なにか他の原因があったのだらうと思い、暫く待って真空が回復してからスパークを再開するとまた赤ランプがつきます。散々犯人探しをやって分かったことは「盗人を捕らえてみれば我が子なり」、スパークを始めると放電ノイズが入射器のタイミング回路に入り、ライナックが発狂してめったやたらと入射を繰り返します。その結果電子銃が過熱して入射部から大量のガスがシンクロトロン本体に流れ込み、真空計が危険信号を発する、という次第でした。

このときの実験では気体試料のほかに、金属やアルカリハライドの薄膜を多数手分けして用意していたので、わずか1週間ほどの間に沢山の内殻吸収のスペクトルを取り、直後の日本物理学会で報告したほか、2本の論文にして翌年 JPSJ に公表しました。NBS の仕事が2電子励起

や浅い内殻電子と価電子との相関による「自動電離現象」に焦点を当てたのに対して、核研の仕事は深い内殻の励起に始めて踏み込んだ実験として注目を集めました。固体プラズマは私にとって極紫外・軟X線に注意を向ける糸口ではありましたが、内殻励起の世界の不思議さ、魅力は遙かに強烈でした。価電子帯の吸収に起因する固体の光学的性質は1960年代までにはほぼ解明され、特に応用上緊急性の高かった半導体のバンド構造を決定する理論の進歩と相俟って、基本的な知識は既に放射光の出現以前に得られていました。しかしそれを手掛かりに内殻励起のスペクトルを解釈できるかと思っていた我々の予想は裏切られました。内殻励起には価電子の励起とは違った多電子の相関を示す固有の現象が多々あります。平均的なポテンシャルの場で運動する1電子という描像だけでは理解を超える現象がいくらかでも出てきます。今見えている地平の向こうに何があるのか、放射光が新しい未知の世界を探索する強力な手段となったことは間もなく誰の目にも明らかになりました。この発展に刺激を受けた若い人々、遠くから見物をしていた人々、懐疑的な人、批判的な人も忽ち相次いで仲間に入ってきました。1965年の夏には我々の実験結果は世界中に知れ渡り、Frascati の加速器国際会議では、当時は未だ開発段階にあった蓄積リングを放射光の光源に用いてはどうか、という提案が早くも話題に上っていました。放射光の利用に向けて世界は極めて素早く反応していたのです。

## PF 施設立ち上げの一人として

### 富家 和雄

1953年、私は大学を卒業したが就職の当てはなかった。当時、物理学はこの社会に何の役に立たぬものであり、戦後8年の経験からすると、これに関係する者は、むしろ反社会的な人々と見なされていた。原爆を作り国を救ったという、神話的物理学への信仰が生まれたアメリカと大いに異なるところである。それ故に大学院に残り、原子核の実験研究を志さし、宮本研究室に身を寄せることとなった。その半年後、戦後始まった素粒子の実験的研究に必須な高エネルギー粒子加速器の分野で、アメリカでAGシンクロトロン(AGS)という新しい提案があった。興味をそそられた研究室の人達が、寄ってたかってこの提案を研究した。そのうち面白いことが判った。この加速器の建設費はエネルギーに比例する。原子核を破壊して研究するサイクロトロン(シンクロトロン)の建設費はエネルギーの3乗に比例し、次の世代のシンクロトロンは2乗に比例する。これでは加速器のエネルギーは経済的理由から限界がある。

AGシンクロトロンではこの限界がなく、経済の発展と共に限りなく高いエネルギーの加速器が建設でき、物理学の最先端である素粒子研究は限りなく発展するであろうことが予測された。経済的にどん底にあり、そんな人類の知的発展に貢献できないと嘆いていた日本にも、将来その機会が与えられたのである。

こんな状況のもとで、私は日本最初の高エネルギー加速器の専門家となるべく、大学院学生として育てられた。我が師匠の宮本先生は文部省に行き、AGSの意義を説き、モデル装置170 MeVの電子AGSの建設費800万円を得た。これは後に4千万円となるが、当時、10万円の研究費を獲得するのもむづかしい時代では破格のことであった。敗戦で日本の古い体制が崩壊し、新しい道を探っていた時代のお陰であろう。私も若くてお金に色があることも知らず、自分の意のままにこれを使わせて頂いた。今ガッチリとした管理体制のもとで身動き出来ない若い人々を私

は気の毒と思う。私が PF 建設で管理職となり、又、世の中の管理体制が強化されるに従って、自分の意のままに出来ない予算の使用で、首を覚悟でマネーロンダリングに手を染めたことを思いだす。今日、行き詰まった日本を再生するには、この管理体制を破壊することが一番重要なことと思われる。

1971年、我々が熱望していた高エネルギー物理学研究所が発足し、多くの高エネルギー加速器の専門家が東大原子核研究所を去り、残された1.3 GeV 電子シンクロトロン (ES) の面倒を私がみることとなった。着任して調べて驚いたのは、ES の維持費が極端に少なかったのか、ES は崩壊一歩手前の状態であった。幸い高工研の加速器主幹となった西川さんが私を文部省に連れていき、数億円の補修費を頼んでくれた。これで救われたが、この先をどうしようかと考えた。高工研は陽子加速器であるが、素粒子研究には電子加速器も必要であると考え、核研では次期計画として3~10 GeV 電子蓄積リング (電子-陽電子衝突型加速器) の研究を始めていた。この判断は後に高工研の30 GeV リング (トリスタン) の建設に見られるように正しかった。

そんな頃、初代 PF 施設長となった高良さんから電話があった。X 線のでるリングが欲しいと西川さんに相談したら、富家君に頼んだらと言われたという。そこでこの件について毎日のように二人で議論を始めた。その頃、私が考えていたもう一つのことがある。明治開国以来日本がヨーロッパ文明に接し、それを見習って近代国家を作ろうと志した。それが追いつけ追い越せというスローガンとなった。1950年後半から日本の経済は急速に発展し、1970年初頭には、私はもう5年もするとこれが実現するのではないかと思っていた。追い越した後は日本の将来をどうするかモデルはない。自分で考えなければならない。私の研究分野をどうするか。未だ世界に X 線が利用できる専用リングはない。これを実現することが世界にたいする私の答えとなろうと思った。以来、私は PF 施設の最も基本となる放射光リングを建設し、育てることに専念した。その後のことは PF ニュースや本誌にも色々な雑文を書いている。こんなことで放射光科学という新しい分野で微力ながらも貢献したつむりの私は、学会の名誉会員として頂いたことが嬉しく、会員の皆様に感謝する次第である。