

佐々木泰三先生を偲んで

宮原恒昱

佐々木泰三先生は1925年2月14日に東京でお生まれになり、旧制一高を卒業してから大阪大学に就職されました。その後、東大の教養学部基礎科学科が設立され、1964年には学科の一期生が3年生になっておりますが、そのころすでに先生は助教として基礎科学科に赴任していました。実は私がまだ高校生の頃、1963年に先生は Seya-Namioka 型の分光器の建設について論文を書かれており、同年に、極端紫外線領域でのシリコンの光学定数の測定、ゲルマニウムの光学定数の測定（単著）について論文を出版しています。当時はまだ大学に「講座制」が残っていて、教授は石黒浩三先生でしたが、上記3編のうち2編では、石黒先生との共著で佐々木先生が第一著者、1編が佐々木先生の単著でした。

私との出会いは、留年したあとの4年の卒業研究の時点で、研究テーマとしては、固体ガリウムの光学定数を、水素放電管を用いて二角反射法で測ったものでした。こういう、いわば正統的な研究のうえに私は乗っかっている感じで「この道を進むのね」という理解でした。ところが大学院への進学が決まると「宮原君、君ね、ストレージ・リングって知ってるかい・・・」と言われ、こちらはチンプンカンプンでしたが、研究場所は田無の原子核研究所であるということから、そういう話には乗ろうと決断したいきさつがあります。そもそも当時の研究室の講座名が「物理機器学」ですから、それほどおかしくはないわけです。

しかし、先生はすでに、ストレージ・リング以前に原子核研究所の電子シンクロトロンを用いて、苦労しながらも研究を遂行しており、私がそれを知ったのは正式に大学院に進学してからでした。先生はときどき当時の西ドイツの DESY に行かれて、放射光の有用性を説いて回り、6 GeV 電子シンクロトロンを用いた放射光研究の推進に尽力されました。1974年にハンブルグで完成した高エネルギー実験用の蓄積型加速器 DORIS からの放射光利用をも、計画段階から先導してこられました。シンクロトロンのようなパルス状の不安定な光源よりは、蓄積リングのほうがはるかに安定ですが、それでも高エネルギー研究者によって軌道が頻繁に変動させられたりしますから、安定性は不十分でした。そういう状況下では「放射光専用の蓄積リングが欲しい」というのは非常に強い要求であったわけです。

先生が日本の放射光の先駆者であることは良く知られていますが、実はドイツの放射光科学の先駆者であることも忘れてはならないことです。実際1970年に「第三回真空紫外線物理国際会議」が東京で開かれ、私はスライド係りなどをやっていたのですが、多くの外国人が「Professor

Sasaki」と言って先生の、放射光に係わる国際的な先駆的貢献に言及するのです。これは眼からうろこでした。そういう先生が指導教官であるからには、誇りをもって頑張らなければいけないと決意を新たにすることを記憶しています。特に西ドイツからの当時の若手、ルプレヒト・ヘンゼル、クリストフ・クンツ、ベルント・ゾンタクさんらは、先生と親しく話していましたが、先生は英語以外にドイツ語も堪能であることも初めて知りました。

さて、設計の段階から光源専用として建設された「SOR-RING」は、現在では SPring-8 の敷地に展示されています。この計画を主導したのはもちろん佐々木先生ですが、その後の管理・運営は物性研が請け負うことになりました。その後、このリングを用いた実験に「佐々木研」の多くの大学院生が参加し、彼らはその後、企業や大学などで活躍しました。また、利用実験だけでなく、アンジュレータのプロトタイプを作って、放射光のスペクトル・強度分布や偏光性を理論と比較したりしました。

ちょうどそのころ、つくばではフォトン・ファクトリーが建設中であり、先生は1981年から測定器系主幹、84年度は施設長を務められました。先生はそこでもアンジュレータを「非公式」に推進し、PFのBL-2で挿入光源の卓越性を示されました。私が都立大からPFに着任したのは1982年10月でしたが、それ以前から「建設協力者」として時々打ち合わせに参加し、SOR-RINGに比べて「なんでも大きいな」という印象を持ったことを憶えています。そこでまた先生は「宮原君、君ね、分光器作ったことないだろう。作って見ないか？」と持ち掛けました。これも乗ったほうが良いと決断し、当時のN88BASICという遅いソフトで、光線追跡プログラムを自作しました。これは私にとって初めての分光器建設で、その後、数台の回折格子分光器を建設したことは「精密機械と超高真空の両立」を考



図1 佐々木先生の米寿のお祝いでの1コマ（前列右から二人目が佐々木先生、左から二人目が筆者）

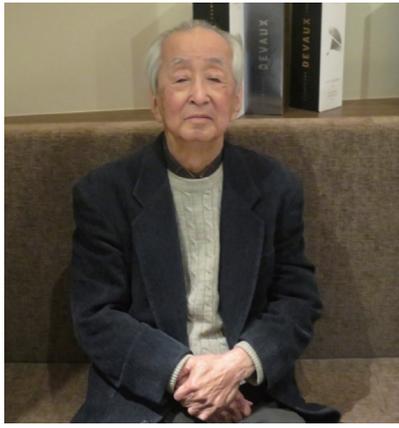


図2 第30回日本放射光放射光学会年会・日本放射光科学シンポジウムでの特別公演「SOR-RING 始末 -放射光 SOR-RING の「分析機器・科学機器遺産」認定を記念して-」(2017年1月)の際の1コマ

えるうえで非常に有意義な経験となりました。

1985年に先生は阪大に移られて、3年間研究・教育に従事され、しばらくは私との共同作業もなくなりましたが、放射光学会会長をつとめたり、SPring-8のアドバイザーなどの国内的貢献だけでなく、真空紫外線物理国際会議でもよくお会いしました。1992年ころ、パリでこの会議があったときと前後して、当時東大物性研の辛さんと3人でローマの繁華街を歩いていた時、突然、赤ん坊を抱えた黒装束の女性(ローマ大学のピアンコーニ教授によると「ジブシー」とか)数人に襲われそうになったことは、今では懐かしい思い出です。

若いころからお酒が強く、2013年の「米寿」のお祝いの頃、やっと私と同程度の強さに軟化しましたが、高齢になってもいつも頭脳明晰なのは驚かされました。その時(2013年2月)の写真を図1に、2017年1月の放射光学会で先生の特別講演があった日の夜の写真を図2に紹介します。

佐々木先生との関係では、私が単に弟子であるだけでなく、先生が「やってみないか」と提案したことはすべて飛びついた、その結果は上手くいったという経験は、先生がいかにか慧眼であったか、普通の「王道」よりも一歩先を行くことを常に考えていたことを、如実に示していると思います。リングにしても、アンジュレータ、分光器、将来計画にしても、常に次の次を見ていたことは特筆に値すると思います。

自然科学から離れたトピックに関しても、先生は人文科学全体について博覧強記でした。日本史・世界史に詳しく、特に19世紀から現代までのヨーロッパの歴史、それぞれの国の特徴・国民性などについて、時間が許す限り、いくらでも話すことができました。ロシア革命以降のソ連やスターリン主義の問題点など、詳細な事例をご存知でした。もちろん、主要な日本文学、西洋文学についても、若い時に読破されていたようで、源氏物語についても一家言あるようでした。

特筆すべきはドイツ語が堪能なことでしょう。先生の大学の居室には、ヘーゲルの「大論理学」や「精神現象学」の独語本がありました。私の第二外国語はロシア語でしたので、独語については全くダメでしたが、「宮原君、大論理学のドイツ語はかなり読みやすいドイツ語だよ」と言われても、私は生返事でした。あとで専門家に聞いてみると、確かにそのとおりらしく、逆に「精神現象学」は難解な独語だそうです。先生がハンブルグに滞在した時、独語を駆使したようですが、「あなたのドイツ語は、ややオーストリア訛だ」と言われたそうです。

クラシック音楽のファンで、若いころはピアノを演奏したようですし、将棋も強かったと記憶しています。これだけ多才でありながら晩年まで頭脳明晰で、いくら高齢とはいえ突然に亡くなるとは、まったく想定しがたい事でした。しかし、亡くなっても「ロール・モデル」であり続けると思います。

心からご冥福をお祈りします。

佐々木泰三先生を偲んで

小出常晴（物質構造科学研究所，功労職員）

放射光実験施設の第2代施設長および日本放射光学会の第2代会長を務められた佐々木泰三先生が、2019年9月20日に95歳で逝去されました。

佐々木先生は、日本の放射光研究者が世界に誇る、世界の放射光研究を牽引された文字通りのパイオニアでした。佐々木先生は、日本においてINS-SOR, SOR-RING, Photon Factory (PF) の設計・建設・運営を主導され[1-4], SPring-8 や SACLA に参与されました。

放射光はレーザーと並び、人類が20世紀に手に入れた画期的な光源です。1947年にGeneral Electric (GE) 社の70 MeV シンクロトロンからの放射光が初めて地上の実験室で観測され、ほぼ同時期にJ. Schwinger や A. A. Sokolov の放射光の理論が出たことにより、放射光研究がスタートしました。1940年代にはGEグループが、1950年代にはMoscow大とCornell大のグループが、極紫外・軟X線域用光源としての放射光の利用検討を始め、理論の予言する強度・スペクトル・角度分布・偏光を検証し始めました。

佐々木先生は元々真空紫外域の光学と光物性の研究がご専門で、低圧気体放電管を用いて極紫外におけるSi, Ge, Auなどの光学定数の決定、極紫外スペクトロメーターの設計・製作、反射の際の偏光の測定などのご研究をされてきました。1956年春の物理学会の折、佐々木先生は東北大シンクロトロンから放射される青白い光を観察されました。これが佐々木先生の放射光初体験だそうです。1961年に核研電子シンクロトロン(ES)が試運転に成功しました。小塩高文先生と笹沼道雄先生の放射光特性の計算を見た佐々木先生は驚愕し、ご自分でも計算して放射光の威力を確信されたそうです。1962年物理学会の素粒子実験分科会において、佐々木先生は「物理学へのESの大きな貢献の可能性と小塩先生に協力して研究活動をする用意がある」旨の発言をされたそうです。佐々木先生の勇氣ある発言は、核研ESの人達から好意的に迎えられました。これを契機に佐々木先生と小塩先生をリーダーとする核研ES放射光利用のINS-SORグループがスタートしました。しかしシンクロトロンは制御が困難で、ビーム振り落とし、強度変動、ビームサイズ変化、位置変動ありで、パラサイト放射光利用に悪戦苦闘されたそうです。これが後のSOR-RING建設の主要な動機になりました。先生は放射光研究黎明期の生き証人でした[1,2]。

このような時期の1963年(米)のR. P. Madden と K. Codling が、放射光分光学の口火を切る実験を報告し



主幹当時の佐々木泰三先生 (PF ニュース Vol.2 No. 1 February 1984 のスタッフ紹介ページより転載)

ました。彼らは、稀ガス自動電離スペクトルの写真を取り、原子の電離状態と束縛状態の配置間相互作用から生じるFano効果を明らかにしました。このニュースは、日本の分光研究者には大きなショックだったそうです。しかし佐々木先生を始めとするINS-SORの日本人研究者は、金属やイオン結晶の薄膜をターゲットに固体の内殻励起スペクトルを測定し、固体の内殻励起が価電子励起と本質的に異なる物理過程を含んでいることを示すことに成功されました。この成果は、放射光の重要性を内外に認識させ、未開拓だった内殻電子の励起過程に分光研究者の関心を引き付けました[1,3]。1965年頃NBSは移転のため閉鎖で、INS-SORグループだけが放射光利用分光学を行っており、一時世界の最先端に立っていました。

1966～68年に佐々木先生は、当時のDESY(独)副所長P. Stählerin教授の招待でDESYに滞在され、放射光研究に打ち込まれました。先生ご自身は、金属や絶縁体の内殻吸収の研究及び半導体の光学定数の測定を行うとともに、当時は若かったR. Haensel, C. Kunz, B. Sonntag, M. Skibowskiや、後にDESYから巣立ったE.-E. Koch, B. Feuerbacher, W. Gudat, P. Schwentner, V. Saileらを指導されました[2]。これにより、彼らが後年世界の指導的放射光研究者になり、ドイツの放射光利用研究の黄金時代が到来したことは周知の事実です。彼らは、佐々木先生に深い敬愛の念を抱き、Taizoとファーストネームで呼んでいました。佐々木先生は1968年ドイツからの帰路アメリカに立ち寄られ、DESYでの最新データを基に、Argonne国立研究所の井口道生先生と共同で、Alの光学定数を $10^{-1} \sim 10^4$ eVの広大な領域に渡り決定されました。これは光学定数に関する記念碑的なお仕事です[2]。

滞欧・滞米中の佐々木先生は、多くの研究者との議論・意見交換を通じて既に放射光専用ストレージリングの構想を固めておられました。先生は欧米から帰国後SOR-RINGの予算獲得に苦勞されたものの、予算は認められ建設がスタートしました。最も驚くべきことは、佐々木先生を始め、活動の中心となった若手の佐藤繁、渡辺誠、宮原恒豆、北村英男の諸氏全員が、加速器の専門家ではなかったことです。核研の加速器専門家が「本当にできるのか」と、危惧の念を抱いたのも無理はありませんが、佐々木先生は「素人の強みは己の無知を自覚して慢心しないことだ」との信念で、建設を遂行されたそうです。1974年12月14日～15日、奇しくも赤穂浪士の討ち入りの日にSOR-RINGの試運転が行われ、一発で成功しました。ここに「世界最初の放射光専用ストレージリング」が確立されました[2,3]。このSOR-RING成功がその後の日本の放射光研究の導きの星になりました。私は博士課程の院生の時に、SOR-RINGからの放射光を利用し、それまで用いた水素放電管とは別世界だ、との強烈な印象を受けました。INS-SORとSOR-RINGを通じて特筆すべきことは、他の多くの科学・技術分野とは異なり、欧米で先行・成熟した実験技術をそっくり導入するのではなく、日本独自のアイデアと方法を発展させたことです。

佐々木先生は1980年に、折から設計・建設中のPFに赴任されました。当初計画のPFリングは円形でしたが、挿入光源を重視された先生は、楕円形リングを提案されたそうです。当然ながらこの案には、光源加速器系主幹の冨家雄先生が大反対されたそうです。佐々木先生は、リングの軌道・電磁石の責任者の木原元央先生と交渉し、楕円形リング案を勝ち取られました。楕円形リングで長直線挿入光源を可能にした佐々木先生の慧眼は、その後のPFに計り知れない恩恵をもたらしました[3,4]。実際、山川達也先生は佐々木先生と共同で、世界に類を見ない縦型超伝導ウィグラーの挿入・縦偏光硬X線取出しに成功されました。佐々木先生は、物性研・東大教養学部・PFチームを指揮してSOR-RINGで試験アンジュレーターPMU-1に成功され、さらに北村英男、前澤秀樹、鈴木芳生氏らの若手研究者やPFスタッフと、絶対強度測定を含めPFリングで本格器PMU-2に成功されました。PMU-1からの美しい虹色スペクトルの写真は、文部省の玄関に長く飾られていました。挿入光源の開発・特性評価の詳細については、本号に佐々木先生ご自身の詳しい寄稿がありますので、ぜひ一読下さい（佐々木泰三「挿入光源事始め」）。

第3, 4世代放射光に関し、佐々木先生は「コヒーレンスが本質的だ、従って今後の若い放射光研究者は量子光学の基礎を勉強する必要がある」と強調しておられました。

PFが運転を開始した1980年代初頭、世界の第2世代放射光リングでは光学素子の熱負荷が深刻な問題になり

つつありました。特にDaresbury放射光施設SRS（英）では、赤外・遠赤外利用を計画し第1ミラーが割れてしまう状況でした。佐々木先生は耐熱ミラー材の探索のために、日英独の共同研究を計画され、第1弾として日英共同ビーム照射試験をDaresbury SRSで行うことになりました。幸運なことに私はその先兵に選ばれました。照射槽はPFで製作しSRSへ送りました。日本側の責任者が佐々木先生であるお蔭で、受入責任者のI.H. Munro先生とJ.B. West先生は極めて好意的で、現場の共同テスト実験者のA. A. MacDowell君とM. M. Kelly嬢もとても親切でした。実験は成功で、SiCがベストとの結果が得られました。

私は、佐々木先生と佐藤（繁）さんへ別々の手紙を送りました。私が帰国後に先生の居室へご報告に伺い、真面目な話が一段落すると、先生「ところで、君、ダレスベリーでは綺麗なイギリス人女性と仲よくなったそうだな。」私「先生、どうしてそれを？」先生「君は私宛と佐藤さん宛に手紙を書き分けたようだが、佐藤さんと私の間では情報はツーカード。」私「どうにも恐れ多いことで。」先生「君は今回が最初の渡欧だと思うが、最初にしては公私ともによくがんばった。」その間、先生はユーモアたっぷりの穏やかな表情で、冷や汗をかく私をからかっては楽しんでおられるようでした。

「日本人はテンション民族だ、ユーモアのセンスがない」とよく言われますが、佐々木先生のご講演や執筆された記事[1-4]からも分るように、先生は日本人には珍しいユーモアのセンスをお持ちだと拝察いたします。このユーモアのセンスは、INS-SORやSOR-RINGでのパイオニア的なお仕事を支えたに違いありません。何故ならば、先の見えない困難な研究を続けるには、心の余裕と自信に由来するユーモア精神と楽天主義が必須だと思うからです。

佐々木先生は、比類なきリーダーとして世界の放射光研究者から絶大な信頼と尊敬を集めておられました。佐々木先生は、天寿を全うされて、今は天上でご自身のまいた種の豊かな実りに満足され、世界の放射光研究を見守っていらっしゃると思います。

放射光研究の巨星墜つ、の感深しです。

佐々木先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。



1992年3月13日PFリング10周年記念パーティでの佐々木泰三先生（前列右端）とその時のケーキ。リングを模して作られた。

- [1] 佐々木泰三, 固体物理 **22**, 1007 (1987).
- [2] 佐々木泰三, 固体物理 **23**, 142 (1988).
- [3] 佐々木泰三, 放射光 **11**, 82 (1998).
- [4] 佐々木泰三, PF ニュース **30**, 23 (2012).

第 29 回 PF シンポジウム PF30 周年記念講演②
挿入光源事始め

KEK 名誉教授 佐々木泰三

放射光科学は元来高エネルギー物理学の実験手段であった電子シンクロトロンに寄生して、「目的外」の利用者によって始まった現代科学の「想定外」分野である。電子を加速すれば必ず出てくる、素粒子実験にとっては厄介者であったX線を光源として応用しようという、いわば「廃物利用」として始まった。日本では昭和37年(1962)に原子核研究所に750 MeVの電子シンクロトロンが完成した時、INS-SORという光の利用者団体が活動を開始して今日に至っているが、今年はその50周年に当たる。今年はまだ筑波にX線を発生する2.5 GeVの光源施設フォトン・ファクトリーが完成して30年に当たり、それを記念して建設に当たった当事者が昔話をすることになったのがこの原稿の由来である。

紙数の制約もあって講演の内容をそのまま再現するのは困難なので、ここではその講演の要旨をお伝えして責めを塞ぐことにする。

1. 加速器屋とユーザー

光を使って結晶構造解析をするX線のユーザーにしても、物性を研究する分光学の研究者にしても、放射光のユーザーというのは時間的にも空間的にも出来るだけ安定した強い光を要求するものである。ところが加速器の電子ビームというのは暴れ馬で、そう簡単に云う事を聞いてくれない。加速空洞も電磁石も電子を前後(シンクロトロン振動)、上下左右(ベータトロン振動)に揺さぶってくれる。何もしなければ電子はどんどんバラけてくる。それを抑え込んでユーザーの希望する「強く、安定した」光を供給するのが加速器屋の腕だ。

ところがユーザーの欲望は更に進んで、もっと硬いX線を(ウィグラー)とか、狭い波長幅で良いからもっと強く鋭い光を(アンジュレーター)とか、加速や収束には必要のない余計な磁石を軌道の直線部に「挿入」したが。これが更に電子ビームを乱すので、加速器屋にとっては余計な負担だ。こういう追加負担を嫌う加速器屋の懸念には根拠があるのだ。こうして加速器屋とユーザーは「放射光施設」という一つ屋根の下で共同体を作り、互いに緊張する関係を抱えながら共存し、時には喧嘩もしながら協力する。

2. ウィグラーの挿入

PFではユーザーの強い希望で「縦型超伝導ウィグラー」を軌道の一部に長い直線部を設けて挿入することになった。その理由はPFの電子エネルギーが2.5 GeVで「硬い」X線を発生するにはやや低かった(特性フォトン・エネルギー

ギ一:4 keV)ため、超伝導磁石を軌道の直線部に挿入して高い磁場を発生し、その部分だけ硬いX線を利用できるようにする狙いであった。放射光は本来水平面に強く偏っているが、この磁場で電子を垂直方向に曲げて縦偏光を発生するという野心的な狙いもあった。今日ではARとか、SPring-8とか、硬いX線の光源はいくらでも利用できるし、またSPring-8では鈴木基寛氏が開発した結晶偏光子で偏光面を水平から垂直に変換するとか、直線偏光を円偏光に変換するとか、光源の偏光特性を加速器に頼らず、ビームラインの側で操作できるようにもなったので、光源側で無理に縦偏光を発生しなくてもよい。しかしPF発足当時としては他の選択肢はなかったので、ユーザーの要求にはそれなりの根拠があった。

こうしたユーザーの意向をくんで縦型超伝導ウィグラーを軌道に挿入することが決まり、PFの軌道形状は当初の円形から楕円形に変更になった。しかしこの変更を懸念する声は国内だけでなく、海外の加速器専門家の間にも広がっていた。例えば1976年、カナダのケベックで開催された放射光専用光源のワークショップで出会ったブルックヘブンの加速器屋Ken Greenは私を捕まえて「PFでは縦型の超伝導ウィグラーを挿入する計画だそうだが、これは無茶だ。悪いことは言わない。止めておけ!」と強い口調で警告された。グリーンさんは何しろこの分野では名だたる大御所だ。気にはなったが、そういう事はやって見なきゃ分からんんじゃないか、と聞き流して帰ってきた。

PFの加速器の責任者富家さんもかなり心配はしていたようだが、PFの建設を討議する重要会議では「ウィグラーの建設は必ずやります」とユーザーに対して繰り返し明確に約束していた。

ところがいざ加速器建設が始まって、光源各部分への予算配分が発表されたとき、山川さんが担当するウィグラーには配分がなかった。ウィグラーは最初0磁場の状態で加速器の入射、運転を行い、電子が十分蓄積された状態になってから励磁を始める。最終磁場に到達するまで、励磁の途中で当然軌道は不安定になるので、加速器の各種磁場のパラメータを調整しながら、安定した軌道が維持される道筋を捜さねばならぬ。いわば「ロードマップ」を作成するための長い模索の時間が必要だ。ウィグラーの本体を出来る限り早い時期に製作して、励磁試験の長い模索の作業を開始せねばならぬ。山川さんは初年度の予算配分から外れて大変失望し、心配していた。周囲の光源系の仲間も心配していたが、予算の配分が厳しいのはどのセクションも同じだろう。私は山川さんと相談して一芝居やろうという事になり、PFの全体会議で光源系の建設計画の説明があった席上、私が立ち上がって質問した。「光源系では今年度ウィグラーに予算を配分しなかったそうだが、これはウィグラーの挿入を断念したということか?」すかさず山川さんが立ち上がって、「いや、そんなことは絶対ありません。

ウィグラーの建設は必ず実行します。富家さん、そうですね！」

富家さんは多分ウィグラー建設の実行を躊躇う気持ちがあったのだろう。しかし山川さんの発言は富家さんのかねてのユーザーに対する約束でもある。「その通りです。ウィグラーの建設は必ず実行します」

明言はしたものの、富家さんも無い袖は振れないのだ。しばらくして富家さんは測定器の主幹室にやってきた。「あんな約束をしたけれど、実は光源系にはもう今年度配分する予算が余っていないんだ。測定器から何とか融通して貰えないか？」これが山川さんと私の読み筋で、後の年度に返済してもらう約束で¥1000万を測定器からまわして、山川さんの仕事は始まった。

光源建設は多少の難航はあったが、1982年には完成して運転を始め、山川さんのウィグラー本体も同じころ完成し、軌道に組み込まれた。ここからが山川さんの長い大奮闘の始まりだった。ウィグラーの励磁試験は時間を食うので、加速器の運転試験の中でも時間の要求が大きい。他のマシン・スタディーが宵の口までに終了したのち、深夜から明けがたが山川さんの時間になった。真夜中になると山川さんはヘリウムの準備を終えて地下の運転室に陣取り、来る日も来る日も徹夜でデータ取りをやっていた。昔核研時代に一緒に仕事をした若い同僚もPFには少なからず来ていて、手の空いている時は山川ブースに駆けつけてデータ取りを手伝っていた。しかし応援団の若手諸君もそれぞれ自分の仕事を持っているのだ。毎晩来られるわけではない。助っ人が居る時も居ない時も、山川さんはメーターと睨めっこで調整を繰り返していた。その期間が半年だったか一年だったか、もう忘れたが、山川さんの奮闘には全く恐れ入った。私も時々覗きに行き、山川さんが今日も徹夜の態勢だ、と見てとると、竹園の馴染みの寿司屋「いそはる」に車を飛ばしてクルマエビの入った「特製太巻き」を作って貰って現場に届けた。これはやがて「応援団」の若手諸君の間にも噂が伝わって、差し入れのある時は人数が増える、という噂も聞いた。

山川さんの奮闘はやがて実を結び、ウィグラーの運転は十分な安定性を確保しつつ実施段階にこぎつけ、PFの一般公開に間に合って完成した。グリーンへの心配は杞憂に終わった。ウィグラーの完成は高工研としても特筆すべき成果として恒例の新聞発表の話題に取り上げられ、山川さんが所長主催の記者発表の後、記者団に対する現場説明を行った。富家さんは「これは主幹の仕事だから俺がやる」と言いだしたが、開発の現場に立ち会ったこともないのだ。「これは辞退して山川さんに譲るべきだ」とご遠慮願ひ、結局山川さん単独の新聞発表となった。

3. アンジュレーターの挿入

アンジュレーターは電子の直線軌道上に多周期の極性の交代する磁場をつくり、多数回の電子の発光を干渉させて格段に高い輝度をもつ放射光を発生させる仕掛けである。PFの建設開始の時点ではアンジュレーターの挿入は計画

に入っていなかった。この装置がどういうものか、理論的には良く知られていたが、実用化の展望は未だなかった。アンジュレーターの概念が出来上がったのは古く、1947年にモスクワ大学のGinzburgの提案に始まり、1953年にはオックスフォード大学のMotzがスタンフォードに来て、小型の線形加速器を使ってミリ波、サブミリ波の発生に成功した。初期の試みはたいいていこうした電波の発生を目標にしていたが、やがて半導体のデバイスが登場して競争に負けてしまい、大げさな加速器を使ってこんなことをやっても意味がない、と廃れてしまった。ところが1976年にパークレイのMadyが超伝導コイルでダブル・ヘリックスのアンジュレーターを作り、共振器をつけて赤外の自由電子レーザーの発振に成功して一気に注目を浴びた。同様のデバイスを蓄積リングに挿入して短波長の自由電子レーザーを作ろうと、米仏の共同チームがオルセイの放射光リングACOで暫く実験をしたが、これは何度も爆発事故を起こして失敗に終わった。一方電磁石を並べて直線部に挿入しようというアイデアがフランスやトリエステで試みられたが、電磁石は大きすぎて十分な周期数の磁石群を直線部に挿入するには無理がある。結局実用化には至らなかった。アンジュレーターが実用化したのは1978年スタンフォードでHalbachとWinickが永久磁石を組み合わせて加速器の直線部に外部から挿入する仕掛けを発明したのがきっかけである。

私は1976年にケベックの会議でGreenの講義を聞いて、いつの日かの実用化に備えて準備をしようとして核研でINSORの諸君と一緒に勉強会を始めたが、Winickが1978年にPFに来て、Halbachの永久磁石モデルの講演をしたのを聴いて、実用化の機は熟したと判断し、直ちに試作を決意した。

4. 加速器とユーザー 再論

PFでのWinickの講演は大変刺激的なアドバイスであったが、富家さんの反応は全くネガティブであった。ウィグラーが欲しいというユーザーの我儘で、こんなことをして加速器が一体動くのか、と心配している矢先、またもう一つユーザーの道楽を押しつけられては敵わない、と思ったのだろうか。

「ユーザーの諸君はこれまで放射光は連続光だから素晴らしい、と盛んに言っていたではないか。ところが今度はアンジュレーターが単色光だから素晴らしいという。こんなにコロコロと考えが変わる連中の面倒は見切れない。おれの眼の黒いうちはこんなものを加速器には絶対入れさせないぞ！」と不快感を露わにした。もちろんこれはとんでもない誤解で、偏向磁石の連続光と挿入光源の単色光は共存可能で、両方にそれぞれの価値があるのだ。

アンジュレーターはウィグラーほどではないが、加速器の不安定要因でないとは言いきれない。後に分子研が挿入光源を導入する際、加速器担当の浜さんがアンジュレーターによる軌道の不安定性を精密に分析、公表した。どうもユーザーの我儘が加速器屋さんにも余分の迷惑をかけるのは

申し訳ないが、だからといって挿入光源はもう諦めます、とユーザーが何も言わなくなったらどうなる？ そうなれば加速器は何をしなくても毎日ご機嫌で回り続けるだろう。そうなるともう優秀な加速器屋など要らない。加速器屋は失業するのだ！

SPring-8 が出現して、加速器屋とユーザーの関係はだいぶ変わってきた。光源加速器の安定性は格段に向上し、例えば地球の潮汐運動による軌道位置の変化がモニターに検出され、それを自動的に補正するシステムが導入された。こういう高度の安定性を達成した若い加速器屋の田中均氏が云う。「加速器屋がここまで頑張って安定な良いビームを供給しているんだから、ユーザーの皆さんはそれに見合った成果を上げて下さいよ！」

加速器屋の親分の熊谷氏はこう言っていた。「ユーザーの光源に対する要求はそれが加速器にとってどんなに厳しいものでも加速器屋はそれを受けて立つ。それが加速器屋の使命だ。それが結局加速器の性能向上と新技術の開発に結びつき、そうして光の性能が上があればユーザーにとっても加速器屋にとっても望ましいことだ。」こうした加速器屋とユーザーの緊張関係を伴う協力が放射光科学を進歩させるエネルギーなのだ。

5. 初めてのアンジュレーター試験機：PMU-1

私は1980年4月、東大と併任の形でPFに着任した。これを機にアンジュレーターの開発と実用化を目指して試作機を作り、1976年以来利用を公開していた物性研の小型光源SOR-RINGで試験した。その準備のために1980年6月にWinickさんを訪ねてノウハウを聴き、北村英男氏の指導の下で東大教養学部で修士課程の学生であった玉虫秀一君を中心にチームを作り、81年の12月に物性研の共同利用課題としてこの試験機の運転を実施した。

この時の実験内容は

1. アンジュレーターの動作試験,
2. 加速器のビームへの影響,
3. スペクトルの絶対強度測定,
4. スペクトルの電子エネルギー・磁場強度・角度への依存性測定
5. 3～4による理論の検証
6. 可視部の発光パターン、「虹」の目視と撮影

が主な内容であった。

加速器の運転を物性研スタッフ（宮原、磯山、西村、三国）と大阪市大三谷が担当し、アンジュレーターの性能評価をPF（佐々木、山川、佐藤、北村、前澤）と東大駒場の院生（鈴木、玉虫、金森）が担当した。結果は予想以上の大成功で、1週間で目的の実験はすべて終了し、理論の検証もできた。重要な収穫の一つは加速器のエミッタンスが大きいためにスペクトルのピークシフトが起こり、プロファイルも変化してバンド幅が広がるのが良く分かったことだ。

このマシンタイムの間、私は国際会議の準備のためエルサレムに出張しており、帰ってきたら実験はほとんど終わっていた。余ったマシンタイムで我々はアンジュレーター

光の美しい虹の写真をたくさん撮り、その一部を引き伸ばして文部省の研究機関課に送ったところ、文部省は建設中のPFの宣伝に絶好だと思ったのだろう。玄関に飾るから全紙大に引き伸ばして寄せせという。それは二三日の展示のはずだったのが、来訪者の関心が高かったようで、一ヶ月ほど玄関正面に展示してあった。この写真は後にSPring-8の建設の時も、放射光の実例だといって宣伝ビラやパンフの飾りに使われて、多くの一般人の目にとまった。本当はこの虹はSOR-RINGのような低エネルギーのリングだからこそ見えるので、PFやSPring-8で見えることは出来ない。「羊頭狗肉」の誹りを受けそうだが、これが放射光の姿の一端であることは事実なのだ。まあご勘弁願ってもいいだろう。

6. 実用機 PMU-2

試作機の成功を踏まえてPFでは直ちに実用機PMU-2の製作に着手した。PFの当初計画には含まれていなかったにもかかわらず、文部省はこの新規要求には大変寛大で、82/83年度に光源研究系から提出した¥5000万の予算は全額認められ、83年度にはBL-2にこの実用機が挿入され、84年度から一般に公開された。試験機の費用は全額測定器研究系の予備費から支出されたが、実用機の製作に当たっては山川、北村ほか、光源系スタッフの協力が必要で、実施計画はすべて測定器側でまとめたが、光源系経由で本来の建設計画の枠外で要求を出した。光源系の中堅・若手の諸君もこの試験機の成果を見て大変エキサイトしていた。富家さんはもう「俺の眼の黒いうちは・・・」などとは言わなかった。

PMU-2の磁場周期は4cm、周期数60、全長4mで、1次光のフォトン・エネルギーは0.4～1.0keVである。設置場所はウィグラーの反対側の長直線部、BL-2となった。図1はこの挿入光源の一次から7次光までを測定したオリジナル・データである。測定器はヘリウム・イオン・チェンバーで、この結果は適当な数値処理で絶対強度単位に変換できる。図2は磁場を変化させたときの1次光、2次光のスペクトルで、絶対強度単位で示してある。点線が実測

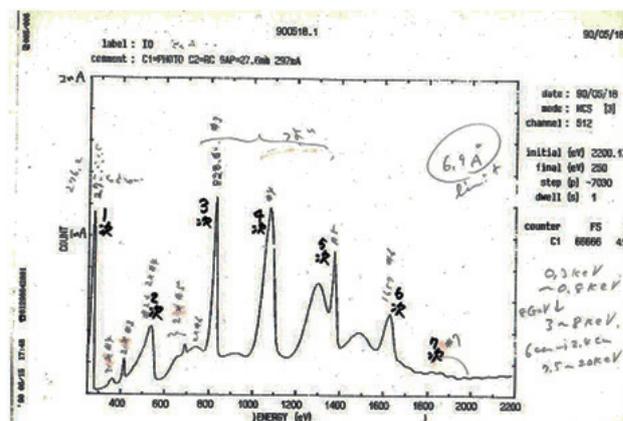


図1 PMU-2の1次～7次光スペクトル（オリジナル・チャート）

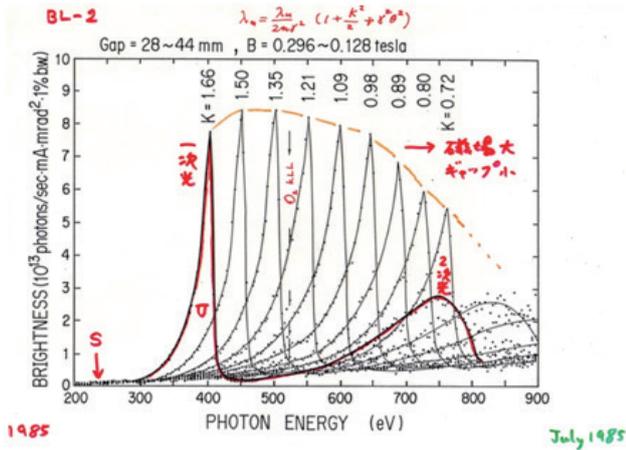


図2 PMU-2の1～2次光輝度の磁場強度依存性点が測定値、実線は理論値。Sは偏向電磁石からの光、Uがアンジュレーターの発光である。

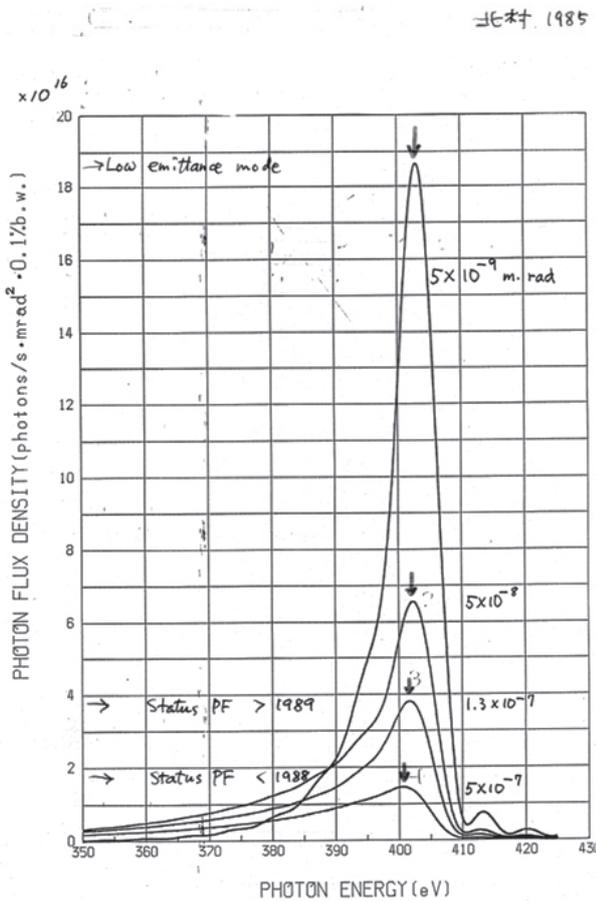


図3 アンジュレーター・スペクトルのエミッタンス依存性 (北村 1985)

値、実線は計算値で、一致は極めてよい。放射光は古典電気力学的現象で、理論と実験が一致したからと言って驚くようなことではないが、こういう実験と理論の比較から、一致が得られるのは加速器のエミッタンスを正しく評価した場合に限られる、という点が重要である。つまりこのような定量的評価の結果から、改めてアンジュレーターの放射光はエミッタンスが十分小さい場合に初めて本来の優れ

た性能が発揮されるという重要な認識が得られた。その結果、次世代の加速器設計に求められる「低エミッタンス」がどの程度のものかという認識が得られ、アンジュレーターの挿入を基本とする次世代の加速器が何を指向するか、という指針がこれで確立した。今日日米欧と世界の3極を形成する高輝度放射光光源はこの認識の上に設計され、それを実現したものである。図3はエミッタンスがスペクトルの強度や半値幅にどう影響するかを示した北村氏の計算である。一次光のピークの高さと波形がどう変化するかは明瞭にわかるが、PFでの実用機の評価ではそれらの特徴が定量的に示された。第三世代の放射光施設の建設が始まった1980年代後半には、低エミッタンスの加速器設計には重大な障害があり、安定なビームを維持できないのではないかと懸念が発生して、一時は悲観論が優勢であった。しかし間もなくその困難は日米欧の共同研究で打開され、第三世代の低エミッタンス光源は現在世界中どこでも安定に運転を続けている。PFでの挿入光源実験はこうした決定的な証拠を提供したことで、第三世代放射光のコンセプトの確立に貢献した。

7. その後の発展

挿入光源のその後の発展についてはここで詳細に触れる余裕はないが、挿入光源の磁気回路デザインのその後の進歩で、任意の偏光、つまり縦横任意の直線偏光、円偏光(楕円偏光)の発生技術が確立し、ネオジウム・鉄・ボロン(+ディスプレイウム)の強力永久磁石NEOMAXの発明、真空封止型アンジュレーター技術の確立に伴う第三世代放射光光源の小型化等、アンジュレーターの技術水準を格段に向上させる進歩が相次ぎ、自由電子X線レーザーSACLAの完成でその技術は一つの頂点に達した。PFの歴史と歩調を併せて挿入光源の歴史もこの30年、画期的な進歩を達成したのである。



PFシンポジウム「PF30周年記念講演」の中で、「挿入光源事始め」を講演中の著者。

Paul Scherrer Insitut 滞在記

Paul Scherrer Insitut 上村洋平

Paul Scherrer Institut

私は、2019年7月からスイス連邦の Paul Scherrer Insitut にてポスドクとして働き始めました。PSI は、スイス連邦における中核研究機関の一つであり、放射光などの大型実験施設を所有する研究所です。PSI 内には、第3世代放射光施設である Swiss Light Source (SLS)、中性子・ミュオン実験施設 (the Swiss Spallation Neutron Source (SINQ)), the Ultra-cold Neutron Source (UCN), the Swiss Muon Source (SMuS)、X線自由電子レーザー (XFEL) である SwissFEL があります。PSI のキャンパスは、川を挟んで西側 (West) と東側 (Ost) に分かれており、West 側に SLS と SINQ 等があり、Ost に SwissFEL があります。これらの他に、Ost には所謂研究グループがいくつもあります。これらの研究グループでは、放射光など大型施設の利用の有無に関わらず、幅広い研究活動が行われています。

私の参画しているプロジェクトは、研究所内の異なる部局から PI が参画し、それぞれの専門分野を融合させることで、新たに研究を推進することを狙いにしたものです。PSI では所内での公募があり、年4-5件の採用があるそうです。私のプロジェクトでは、研究期間が2年で、装置開発費と人件費を含めて、科研費の基盤 A の上限額規模で予算が支給されています。スイスは物価が高い (日本の1.5~2倍) ため、その分予算規模が大きくなっていますが、それでもこの規模のプロジェクトを毎年4-5件採用しているということに、驚かされました。また、これらのプロジェクトでは、装置を購入するだけでなく人件費も組み込まれていることが、これまで私が体験してきた日本の研究機関との違いだと思いました。

私のプロジェクトには、大気化学研究グループのリーダー (Dr. Prof. Markus Ammann)、SLS のビームライングループリーダー (Dr. Maarten Nachtegaal)、SwissFEL のビームライングループリーダー (Dr. Chistpher Milne) 及び原子炉安全のための研究をしているグループの PI (Dr. Tertalisa Lind) が参画しています。今回のプロジェクトでは Dr. Ammann が主たる申請者のため、私の所属は "Laboratory for Environmental Chemistry (LUC)" となっています。私のオフィスは PSI Ost ですが、ビームタイムなどに参加す

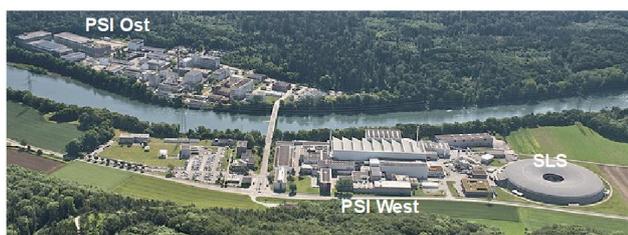


図1 PSIの全体像：PSI OstとPSI Westにキャンパスが別れており、2400人以上の研究者が働いている。

る場合には West にずっといたり、SwissFEL に向かいったりと場所を移動しながら研究を進めている状態です。

PSI での研究スタイル

7月に着任して、1ヶ月ほどで身の回りのことを整えながら、研究の準備をし始めました。新しい研究を始める際には、大なり小なり研究資材の購入が必要であり、実験器具や試薬などの研究資材の選定を始めようとしていました。当初、私は、予算もあることだから、ある程度は購入して良いのかなと思っていました。しかしながら、実際は必要であれば購入可能してよいが、まず部局内に利用できそうなものがないかを確認し、その上で購入するかどうかを判断するという形を取っています。消耗品である試薬は、PSI で登録されている試薬全てがデータベースになっており、もし自分が利用したい試薬が同じ部局内や他の部局にある場合には、それを交渉して利用することも可能です。おそらく、購入したものは、PSI の共有資産という考え方をしている、予算を効率的に利用すると同時に在庫過多になることを防ぎ、不要な物品・インフラを増やさないと考える方が根底にあるのかなというふうに感じました。

研究者の人員構成について

PSI とこれまで私が過ごしてきた日本の研究所との違いは、博士課程の学生の数だと思いました。PSI には2400人以上の研究者が働いていますが、そのうち10%程度は Ph.D の学生だそうです。私の所属する LUC には、2つの研究グループがあり、それぞれに4-5名の博士課程の学生がいます。他の研究グループもだいたいそのような感じで、4名程度の博士学生がいるようです。博士の学生は、3年間の契約を結んでおり、博士の研究活動が労働として賃金が支払われるようになっています。常勤のサイエンティスト・ポスドクとともに、博士の学生の研究活動が PSI の研究の推進力となっていることを感じました。

私の所属する研究グループでは、溶液の X 線光電子分光 (XPS) に取り組んでおり、XPS の装置を立ち上げ SLS で運用をします。XPS の装置の運用・管理などはサイエンティストと技官が中心となり、執り行われています。ビームタイムの際には、研究内容が近いメンバーが共同で実験を行っています。装置開発の部分とビームタイムの実験に関わる部分役割分担、ビームタイム毎に4名は人員を確保できる環境を目の当たりにすると、如何に博士の学生が重要な役割を担っているかということが理解できました。学生の能力や技量については、ばらつきがあるかなという印象もありますが、総合的には研究の推進力は高いのだろうと感じています。

PSI での常勤研究者選定プロセス

私が日本にいたときに、海外の放射光施設は1ビームラインあたりのスタッフが多いという話をよく聞きました。確かに、SLS のビームラインでは1ビームラインあたりに関わっている人数は日本より多いように思います。しかし

ながら、チームラインスタッフ全員が同じことをやっているわけではなく、個々に中心となる研究トピックを持っており、単純に人がいるからサポートができるというわけではないようです。また、PSIの常勤サイエンティストになるためには、tenure-trackサイエンティストに採用されて、審査を経る必要があります。tenure-trackは、まず2年の契約で始まり、1年半たった時点で更新の審査があります。この審査を通過すると、更に3年の契約を結ぶことになります。契約更新から2年半後(tenure-track採用から4年半後)には、最終審査があり、この審査を通過して晴れて常勤のサイエンティストとなります。私が着任してすぐLUCのtenure-trackサイエンティストの最終審査が行われました。最終審査の前の予聴会に参加したのですが、最終審査ではかなりしっかりと審査をするんだらうなという印象を受けました。Tenureのサイエンティストについては、しっかりと審査プロセスの下に、適切な人材を不足ないように確保するという方針だろうと思います。

労働時間・言語について

PSIでの労働時間は、週に40.5時間とされています。私が昨年働いていたオランダのユトレヒト大学では労働時間は38.5時間でしたので、スイスはヨーロッパでは長いほうなのかなという印象です。スイスには4つの公用語(ドイツ語、フランス語、イタリア語、ロマンシュ語)があり、PSIのある地域はドイツ語圏になります。スイス人の学生の話だと、スイスのフランス語圏とドイツ語圏では日々のワークスタイルが違うそうです。ドイツ語圏では、朝8時頃(人によっては、それより前)から仕事を始め、夕方5時頃には帰宅をするという感じのようです。フランス語圏だと、朝の始動が1時間程度遅い感じだということでした。言語だけでなく、ライフスタイルにも違いがあるということに、ちょっと驚きを覚えました。私の所属するグループには、何名かスイス人がいます。PIであるDr. Ammannはドイツ語圏の出身ですが、彼の学生の1人はフランス語圏出身です。この二人がディスカッションをする場合には、通常英語でディスカッションをすることになります。英語は、スイスの公用語ではないので、ちょっと不思議な光景です。しかしながら、複数の言語が公用語となっている環境であるために、必然的に日常から英語を使う環境が形成されているんだと感じました。このように常日頃から必要に迫られて培われる英語力と、何かしらのイベント毎のために利用する英語とで、歴然とした差が生まれているんだと肌で感じる事ができました。

ヨーロッパに出てくると、日本人の研究者と会う機会は少なくなりましたが、PSIには日本人の研究者の方をお見かけすることがあります。私が着任する1ヶ月前からPSIで働いている上田大貴さんと、私と入れ替わりくらいの時期で契約を終了された齋藤耕太郎さんにお会いすることができました。学会などで何度か訪れた場所でも長期で滞在するとすると、生活に関する情報などが必要となります。



図2 SLSの入り口にて、筆者(左)、上田さん(右奥)、齋藤さん(右手前)

このように情報を共有できる環境にあることは、スイスの生活を始める上でありがたかったです。

マサチューセッツ総合病院(ハーバード大学関連病院)滞在記

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科
物質構造科学専攻 亀沢知夏

私は博士課程に在籍しており、総研大の研究派遣プログラムにより2019年8月19日から10月20日の2か月間、アメリカのボストンにあるマサチューセッツ総合病院(MGH)に滞在致しました。

マサチューセッツ総合病院はハーバード大学の関連病院であり、今年はアメリカ病院ランキングで第2位、また研究費獲得では第1位の病院です。現在のように、時間を管理することが可能なエーテル麻酔が世界で初めて行われた場所でもあります(図1のMGH内のエーテルドームで行われました)。今回はPFユーザーでもあるRajiv Gupta先生が受け入れてくださり、滞在することができました。滞在の目的は、アメリカでの医療に関して学ぶことと、Gupta先生のグループが開発されているユニークなX線発



図1 エーテルドーム ここで世界最初のエーテル麻酔のデモンストレーションが行われた。

生装置を使用させていただき、博士課程の研究をさらに進めていくことです。私の博士課程の研究はX線イメージングにより内部のずり弾性率を画像化することです。病変は弾性率が高くなるため、病変の識別などに役立つのではないかと期待しています。

滞在前の準備は非常に困難でした。まずビザの取得からつまずきました。スカラシップを持つ人は、J-1ビザが必要です。また病院に滞在するため、各種予防接種や胸部レントゲン撮影を受ける必要がありました。他にもかなり多くの事務手続きを遠隔で行った後、ついにボストンへ行くことができました。

ボストンは非常に美しい街です。自然と都会が同時に存在し、周辺には100以上の教育機関があるといわれています。有名などころではハーバード大学、MITがあり、距離は地下鉄で2駅ですが徒歩で移動することも可能です。大学間の交流も多く、Gupta先生はハーバード大学の先生ですが、研究室の学生はMIT所属の人も多くいました。さらに歴史的な街でもあり、独立に関する史跡がたくさん残っていました。緯度は札幌とほぼ同じ程度と言われており、10月に帰国するころにはダウンを着て更に手袋を使用していました。治安は非常によく、景色も美しくずっと滞在してたいくなります。一点だけ問題なのは物価が少々高いことです。途中から激安スーパーを見つけ、自炊するよう心掛けました。ただハンバーガーの味は非常においしく、忘れることができません。

MGHは非常に大きい病院で建物があちこちにあり、街中で会う人はMGHのIDカードをつけている人か患者さんかというくらい大きな病院です。建物は広いエリアに分布しているためシャトルバスが運行しています。様々な方向へ配車されているため、バスの現在地がわかるスマートフォンアプリがありました。

本滞在の一番の目的であった実験は、研究室の皆様の多くの協力により、予想以上の成果を上げることができました。そのためには、PFから装置を運び、それとGupta先生のグループの装置を組み合わせる必要があり、輸送に関



図2 (左上から時計回りに) ハーバード大学の門、大学の創設者ジョン・ハーバード像と筆者、ボストンの街並み



図3 ラボメンバーと最後のラボミーティングの写真

して兵藤先生を始めPFの方々にご協力をいただきました。この場を借りて感謝を述べさせていただきます。現在も解析を進めていますが、きちんと成果をまとめたいと思います。

もう一つの目的であった医療を学ぶことに関して、私の知識不足のため学ぶことが難しかったです。しかし、超音波を用いて私の研究テーマと同様の研究をしている方と知り合うことができました。アドバイスをいただくことができ、今後も含めつながりを持ってたことは非常に大きな収穫でした。

さらに、日本人コミュニティとも密接に交流することができました。日本では普段なかなか会うことのできないような研究分野が異なる方と話すことができ、研究へのアドバイスをいただくこともできました。将来の研究に、このつながりを生かしていきたいと思います。また、MITの近くにあるチャールズ川では、MITスタッフや学生は無料でセーリングを行うことができます。MITのポストドクの方と、日本からMGHへ短期滞在していたヨット部の方と知り合いになり、セーリングも初体験することができました。

あっという間に濃い2か月はすぎ、最後の日にはGupta先生がご自宅でパーティーを開いてくださりました。このように多くのことを得ることができたのは、ご支援くださった皆様のおかげです。今後もこの経験を生かして研究を続けて参りたいと思います。このような機会をいただき、ありがとうございました。この場を借りて御礼を申し上げます。

防災・防火訓練が実施されました

放射光実験施設 防火・防災担当 松岡亜衣・野澤俊介

2019年度のKEK防災・防火訓練が11月27日(水)に実施されました。午後1時30分頃に緊急地震速報の非常放送があり、多くのユーザーの皆様の実験を中断して避難訓練にご参加いただきました。

非常放送が流れてから地震到達までの間に身の安全を確保し、使用中の機器の電源を切るなど適切な対応をしていただき、地震が収まった後に職員の誘導により指定の避難場所に避難していただきました。今回の訓練でPF、

PF-AR 地区では、約 140 名の職員とユーザーの方々が避難場所に集まり、安否確認を行いました。その後、PF 自衛消防隊員は各自の役割を踏まえて負傷者役の搜索と救出、安全防護状況の確認、重要書類の搬出といった緊急時の動きを確認しました。

訓練終了後にユーザーの皆様へお願いしたアンケートでは、約 30 名の方々から有意義なご意見をいただきました。今年度は避難場所を知らなかったと回答された方が約半数と多く、実際に災害が発生した場合に避難場所が不明というのは問題であり、掲示等を行うなど周知徹底の努力を続けてまいります。アンケートでは訓練について「年に 1 回程度ユーザーも参加して実施すべき」というご意見を多くいただきました。KEK のような共同利用施設の安全文化の醸成は職員だけでなく、皆様の協力なくしては決して成り立たないものです。今後とも訓練のみならず日頃のビームタイムなどでも防災、安全に関してご協力をお願いいたします。

最後になりましたが、作業を中断して訓練にご参加いただいたユーザーの皆様へ、改めて御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

フォトンファクトリーの共同研究者 東工大腰原伸也教授が第 39 回島津賞を受賞しました

物構研トピックス
2019 年 12 月 10 日

東京工業大学理学院化学系の腰原伸也教授が、第 39 回 (2019 年) 島津賞を受賞しました。島津賞は、科学技術、主として科学計測に係る領域で、基礎的研究および応用・実用化研究において、著しい成果をあげた功労者を表彰するもので、腰原教授の研究業績は「超短パルスレーザー光と放射光を用いた動的構造解析法の開拓と光誘起相転移の研究」です。

腰原教授は、放射光とフェムト秒パルスレーザーを組み合わせた専用測定装置を、動作原理を含めその初期段階から開発・活用して、光で物質の性質を超高速かつ劇的に変化させる「光誘起相転移現象」という従来の概念を突破する研究分野を世界に先駆けて開拓しました。これにより超高速での情報処理や、高効率なエネルギー利用、さらには情報処理の(量子)過程制御が可能な材料開発への道が切り拓かれたことが高く評価されました。

2003 年 11 月、科学技術振興機構 JST の戦略的創造研究推進事業の一つ ERATO において腰原教授が研究総括を務める「ERATO 腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト」が立ち上がりました。KEK は分子動画観測グループとして参画し、ERATO プロジェクトの下、時間分解 X 線ビームライン (PF-AR NW14A) の建設がスタートしました。

現在のフォトンファクトリーの時間分解 X 線計測技術確

立は、腰原教授との共同研究に負うところが大きく、時間分解 X 線ビームラインから数多くの研究成果が生み出されています。

小山篤氏が日本放射光学会功労報賞を受賞

物構研トピックス
2020 年 1 月 22 日

物質構造科学研究所放射光実験施設技術調整役の小山篤前任技師が、第 7 回日本放射光学会 功労報賞を受賞しました。功労報賞は放射光利用技術・支援の永年に渡る功に報いて授与する賞で、これまでに 3 名の、放射光科学を永年支えてきた技術者の方が受賞されています。

小山さんは、フォトンファクトリーで放射光が発生してから 2 年目の 1984 年に KEK (当時は高エネルギー物理学研究所) に文部技官として入所されました。入所以来、XAFS ビームラインを中心とする多くのビームラインの建設・運用・管理・利用支援・高度化に取り組み、多くのユーザーに安定で使いやすいビームラインを提供してきました。ビームラインだけでなく、実験に大きな影響を及ぼす実験ホールの環境についても真摯に取り組み、温度、湿度、気圧、冷却水の流量、圧力変動などを記録する環境測定システムを整備することで、空調の温度揺らぎや冷却水の圧力変動による実験への影響を改善していきました。また、非常通報装置の設置や火災受信機の集約、共同利用者も参加する防災訓練の企画など、安全に対しても大きな貢献をしています。

このように、小山さんのこれまでの功績は、フォトンファクトリーを利用する全てのユーザーが意識せずとも恩恵を受けていることばかりで、まさに放射光科学を支える縁の下の力持ちと言えます。

2020 年 1 月 10 日、名古屋市で開催された第 33 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにおいて授賞式が行われました。受賞のスピーチで、小山さんは「放



図 1 授賞式にて朝倉清高 学会長 (左) と小山氏

射光の発展とともに歩んで来られたことに感謝します」と挨拶しました。もちろん、その発展は小山さんのような、地道な取り組みを重ねてきた技術者の方々のおかげでもあります。最近では、技術調整役として、次世代の技術者の育成にも力を入れている小山さんは、学会に参加している学生の皆さんにも、ぜひ KEK 技術職員のインターンシップに参加してください、と声をかけていました。

望月出海氏が日本陽電子科学会奨励賞を受賞

物構研トピックス
2020年1月24日

低速陽電子実験施設の望月 出海（もちづき いづみ）助教が、2019年度の日本陽電子科学会 奨励賞を受賞しました。この賞は、陽電子科学の分野で顕著な業績をあげ新進気鋭の研究者として将来の活躍が期待される研究者に対して、2年に一度授与されるものです。受賞対象となった研究は、「全反射高速陽電子回折法によるルチル型 TiO₂(110)-(1×2) 表面原子配置の決定」です。

低速陽電子実験施設では、高強度低速陽電子ビームを用いた物質研究が行なわれています。望月氏は、この研究で、同ビームを用いた全反射高速陽電子回折（TRHEPD、トレプト）法により、TiO₂(110)-(1×2) 表面原子配置の決定に成功し、30年続いていた議論に決着をつけました。

TRHEPD は極めて表面敏感な陽電子による回折法です。最表面および表面下に隠れて見えない原子の種類と位置の詳細は、陽電子回折を用いれば明らかにすることができます。多方面の材料表面への応用が今後一層期待されます。



図1 授賞式にて(2019年12月6日撮影/日本陽電子科学会提供)

低速陽電子回折に関する論文が日本表面真空学会技術賞を受賞

令和元年10月29日に、公益社団法人日本表面真空学会において、低速陽電子実験施設の共同利用による低速陽電子回折（LEPD、レプト）実験に関する論文[1]が、表面・真空科学分野の応用技術に大きな寄与をしたと認められ、令和元年度の技術賞を受賞しました。

LEPDは低速電子回折（LEED）の陽電子版で、理想的な表面構造解析手法として期待されています。既に放射性同位体からの陽電子を用いた実験が行なわれていましたが、反粒子のため十分な強度のビームを得るのが困難で、実験的な研究はこの約20年間頓挫していました。低速陽電子実験施設では、同施設の高強度低速陽電子ビームを用いることでこの困難を克服し、加速器ベースのビームを用いたLEPDパターンの観測に初めて成功しました。

[1] K. Wada *et al.*, *e-J. Surf. Sci. Nanotech.* **16**, 313 (2018).

PF トピックス一覧（11月～1月）

PFのホームページ（<https://www2.kek.jp/imss/pf/>）では、PFに関係する研究成果やイベント、トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細はPFホームページをご覧ください。

2019年11月～1月に紹介されたPFトピックス一覧

- 11.4 【プレスリリース】グラフェン超伝導材料の原子配列解明に成功～
- 11.4 【プレスリリース】アルミでコンピュータメモリを省電力化する～アルミ酸化膜を用いた新しい不揮発メモリの動作メカニズムを解明～
- 11.18 【プレスリリース】チョコレート・サイエンス5周年記念イベントチョコレート学入門開催のお知らせ
- 11.19 【トピックス】第6回「KEK スチューデントデイ」が開催されました
- 12.2 【プレスリリース】電子スピンを自在に操ることができる積層材料の開発に成功 - 日常生活の情報化を支える超高記録密度・省エネ磁気メモリの実現に大きく前進 -
- 12.6 【KEK エッセイ #19】相転移～景色が突然変わるとき
- 12.10 【物構研トピックス】フォトンファクトリーの共同研究者 東工大 腰原伸也教授が第39回島津賞を受賞しました
- 12.17 【プレスリリース】航空機用構造材料（CFRP）の破壊はどこから始まるか—放射光X線顕微鏡を用いたナノレベル観察—
- 12.24 【物構研トピックス】名古屋工業大学とKEK 物構

研の共同研究により、1次元モット絶縁体の光励起状態を精密計算する「電荷モデル」を開発

- 1.10 【物構研トピックス】私にスピンをわからせて！
～第5回転「銀原子はなぜ曲がる？」～にやるほど、
だから曲がるのねの巻
- 1.17 【プレスリリース】「筋ジストロフィー症に関わる糖鎖を合成する仕組みを解明」
- 1.22 【物構研トピックス】小山 篤 氏が日本放射光学会
功労報賞を受賞
- 1.24 【物構研トピックス】望月 出海 氏が日本陽電子科学会 奨励賞を受賞
- 1.24 【プレスリリース】基板に吸着するだけで、100兆個以上の分子の「形状」が一斉に変化－世界初、有機半導体の電子状態を物理吸着で制御することに成功－
- 1.31 【物構研トピックス】今年もつくばSKIPアカデミーおよび筑波大学 GFEST の生徒が SBRC の実習に訪れました