

NEWSLETTER

VUV・SX高輝度光源利用者懇談会

2000年7月 No.7

会長就任の挨拶と現状

VUV・SX高輝度光源利用者懇談会・会長

尾 嶋 正 治

(東京大学大学院工学系研究科)



平成12、13年度VSX利用者懇談会会長という大役を仰せつかることになりました。微力ではありますが、VSXリング建設早期実現に向け、なりふりかまわず全力を挙げて邁進したいと考えておりますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

VUV・SX領域の第3世代高輝度放射光源の必要性は世界的に強く認識されており、すでに稼働して数箇所の施設ではすばらしいデータがどんどん得られています。国内ではSPring-8で硬X線の高輝度放射光が利用できるようになり、物質の構造に関するまさに"桁違いの"情報が得られるようになりましたが、物質の電子状態、性質を知るのに不可欠なVUV・SX領域の高輝度放射光源は日本にはありません。この分野の研究がどんどん世界から遅れをとっていく現状、優秀な若手研究者が外国の高輝度施設に行き行って実験を行っている現状を放置することは決して出来ません。東京大学柏キャンパスにVSX高輝度光源を早期に建設すべく、我々利用者懇談会ではいろんな活動を行ってきておりますが、さらにその活動を強化する必要があると考えています。すなわち、まず学内利用者の強固なネットワーク化を図っていく必要があります。と同時に、全国的利用者ネットワークを構築し、all JapanでVSX高輝度光源実現の機運を盛り

上げていかなければならないと考えています。そのため新しい利用の道を開拓し、軟X線・真空紫外光を利用した研究会、シンポジウムの開催、千葉県との産学連携共同プロジェクト（東葛飾リサーチパーク構想など）、バイオ・医療関連研究などの新提案（国立ガンセンターとの共同研究提案など）、ナノテクノロジーへの応用など積極的にアピールして是非本計画を実現させたいと考えております。私自身が東大内新キャンパス等構想推進室の産学連携WGメンバーとして活動していますので、思い切った展開を図っていく予定です。

なお、編集委員会活動としましては、私が編集委員長を務めていたこの2年間、年間2号のVSXニュースレター発行を厳守してきましたが、平成12年度からは溝川編集委員長に引き継ぎ、新しい情勢の変化を随時会員みなさまにお知らせ出来るよう臨時号の発行も検討していきたいと思っています。

これらVSX利用者懇談会の活動内容は私自身が管理者をやっている「VSX懇談会ホームページ <http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/sor/vsx/community/>」に迅速に掲載いたします。ニュースレターのバックナンバーもこのHPからPDFファイルでコピー出来ますので、一度ご覧下さい。

なお、VSX高輝度光源に愛称をつけたいと思っています。物性研SORの伝統を引き継いで東大全体のSOR施設になったわけですので、私自身はT-SORがいいかなと思っています。TはTokyoという意味とT型人間（とことん深く、かつ広く）

を兼ねております。みなさまからご応募、お待ちしております。

VSXリングの早期実現に向けて、是非ご協力のほどよろしくお願いいたします。

新委員会委員長紹介

計 画

1) 「計画委員長に就任して」 宮原 恒昱

(東京都立大学大学院理学系研究科)

大学で「計画委員会」といえば将来計画を練るところですが、私は未だに懇談会の計画委員会の仕事をまだ正しく理解していないようです。研究会を企画して、VSX計画の推進のための学術的な論理をつくりあげること、さらにそれをかみ砕いて一般の人々にもわかるような説明方法も考えることなどが任務ではないかと思っています。私の早とちりで間違った方向に進みそうになったときは、皆様に軌道修正していただきたいと思いで、よろしくご指導のほどお願い申し上げます。

会 計

3) 「会計委員長に就任して」 関 一彦

(名古屋大学大学院理学系研究科、物質科学国際研究センター)

VUV・SX高輝度光源利用者懇談会では当面会費を徴収しておらず、賛助会費とプロシーディング売り上げを主な財源とし、印刷出版（ニュースレター等）と通信・会議費を出すという、比較的単純な仕組みで動いてきました。この機会に、改めてこのような活動を可能にしている賛助会員各社に御礼申し上げます。今年度は会員名簿発行など、活動の強化に伴っての費目増もありそうです。幸い有能な事務局がおられますので、会計としては、会長始め皆様の新リング建設を目指しての活発な活動をしっかりと支えられればと念じております。どうか宜しく御願申し上げます。

編 集

2) 「編集委員長に就任して」 溝川 貴司

(東京大学大学院新領域研究科)

今年度より編集委員長を務めることになりました溝川と申します。編集委員の方々、事務局の宇野さんと協力して、より多くの方に読んでいただけるようなニュースレターを作っていきたいと思っています。ニュースレターの編集を通じて、VSX利用者懇談会の活動に微力ながら貢献できれば幸いです。ご指導の程、よろしく御願申し上げます。

庶 務

4) 「庶務委員長に就任して」 吉信 淳

(東京大学物性研究所)

この度、庶務委員長をおおせつかりました（オブザーバーの立場ですが）。VSX事務局の宇野さんと力を合わせてお手伝いしたいと思います。放射光を用いた研究としては、分子研UVSORのBL2BやBL5A、またKEK-PFのBL16Bで、固体表面上の原子・分子の光電子分光を行ってまいりました。光のエネルギーとしては数10eVから数100eVの領域を使っておりましたので、VSXの領域そのものと言えます。柏に最先端の高輝度放射光施設が一刻も早くできるよう、微力ですががんばりたいとおもいます。

VSX計画の今後の見通し

藤 森 淳 (東京大学大学院新領域研究科)

近年の物質科学、生命科学、環境科学における放射光利用の発展は目覚ましいものがあります。そのために、東京大学VSX計画以外にも、いくつかの放射光計画が検討され提案されてきました。しかし、我が国の放射光科学におけるそれぞれの計画の役割、相互の関係、緊急性等について、放射光ユーザー・コミュニティの中で必ずしも一致が得られていない点がありました。そこで、コミュニティとしての統一見解をまとめるために、放射光関係学識経験者による高輝度軟X線・極紫外光源計画検討会（菊田検討会）が開かれ、それぞれの計画の利点、問題点、進捗状況等の検討結果が報告書「軟X線・極紫外光源計画について放射光コミュニティからの見解」にまとめられました。この報告を受け、加速器改良案がSOR施設より提示されたこと、ユーザーによる検討や外部専門家による評価・検討が進行している状況は、前号のニュースレターでご報告した通りです。その後、改良案に基づいた新しい利用研究の提案や、各種の研究会が開催され、ユーザーの間で大きな盛り上がりが見られました。そして、11月に再度開催

された菊田検討会において、我が国の次世代高輝度軟X線・極紫外線光源計画としてVSX計画を最優先で推進すべきことが、放射光コミュニティの統一見解として確認され、翌月開かれた加速器部会で報告されました。

以上のような進展が見られた一方で、文部省、東京大学の財政状況がこれまで通り厳しいことには大きな変化はなく、学内外ユーザーの一層の盛り上がり計画実現には欠かせないものとなっています。学内の高輝度光源研究センター関係委員会（壽榮松委員長）、放射光科学研究推進懇談会も計画実現に向けて活動しています。

最後になりましたが、2年間のVSX利用者懇談会会長任期を終えるにあたり、多大のご協力いただいた全国のユーザーの皆様、懇談会幹事、SOR施設のスタッフ、事務局の皆様、福山物性研所長ほか計画に様々なご協力、ご助言を頂いた学内外の先生方に深く感謝申し上げます。今後、尾嶋新会長のもとで計画の早期実現を目指して活動していきたいと思っています。

光源系の進展について

中 村 典 雄 (東京大学物性研究所)

前号のニュースレターで神谷施設長が述べられたように、本光源は、その電子エネルギーを1.0GeVから最大1.6GeVまで上げられるなどの設計の変更がなされました。以下で、その後の光源の設計及びR&Dについて、進捗状況を簡単に御報告したいと思います。

光源リングのラティス設計では、水平偏光アン

ジュレータの線形及び非線形磁場のビームへの影響を検討し、十分に設置可能であることを確認しています。現在は、可変偏光アンジュレータのビームへの影響を評価しています。また、アンジュレータの鋸状配置の影響や電磁石の磁場及び設置誤差による影響とそれらの補正についても検討がなされています。リング以外では、ライナック終点

からリング入射点までのビーム輸送路のラティス設計が進んでいます。

昨年、偏向電磁石のモデル（図1）、四極電磁石(QF)のモデル（図2）、四極・六極電磁石用電源のモデルが完成しました。今後、柏キャンパスの新SOR実験棟のユーティリティが整備された時点で、磁場測定などの性能評価を行う予定です。真空については、リング・ノーマルセル部の偏向電磁石の下流から最初の四極・六極電磁石(QF・SF)までの部分の真空チャンバーのモデル（図3）や高周波シールド付きのペローズなどが製作されました。これらについても、SOR実験棟

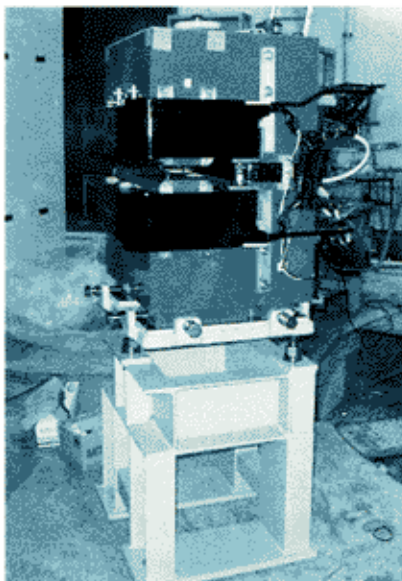


図1 偏向電磁石のモデル。1.6GeV運転に対応するために、実機はこのモデルよりも20cm長い。

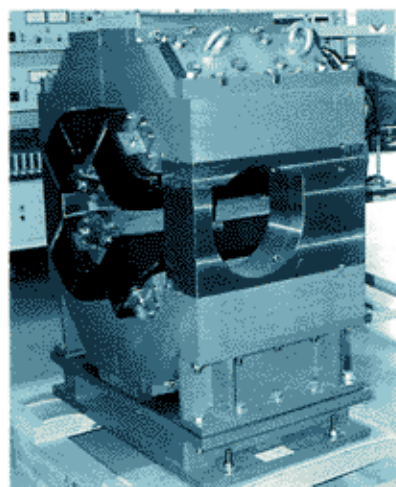


図2 四極電磁石のモデル。放射光ビームラインとの干渉を避け、十分なビーム寿命を確保するために、電磁石タイプはC型で、かつサポート部に排気速度を上げるための排気ポート用開口部を設けているのが特徴である。

のクリーンルームにおいて真空試験を行っていく予定です。

高周波加速では、高次モード減衰型加速空洞の性能をさらに向上させるために、固定チューナー用ポートに組み込む高次モードダンパーを開発・製作しており、既にその性能試験が行われています。軌道安定化対策としては、軌道フィードバックシステムのモデル（制御系、補正電磁石系）を構築し、新しい軌道補正方法や制御アルゴリズムの最適化などのソフト面も含め、開発を行っています。ライナックに関しては、初期ビームローディングによる電子ビームのエネルギー変動を補正するシステム及び高インピーダンス新型加速管のR&Dを昨年より引き続いて行っています。その他、光源制御システム及びビームモニタの設計、鋸状アンジュレータ配置の設計（測定系との共同作業）、真空ダクト等の熱及び構造解析、挿入光源の3次元磁場解析、光源の設計変更に伴う建物の再設計なども進行しています。

今年になって、物性研及び田無の施設の柏移転に伴って一時中断はありましたが、上述しましたように光源系の設計及びR&Dは着実に進んでいます。加えて、関係者の方々のご理解とご協力によって建設された新しい実験棟（高輝度光源推進室）を拠点として、計画実現に向けさらなる進展がなされるものと確信しています。

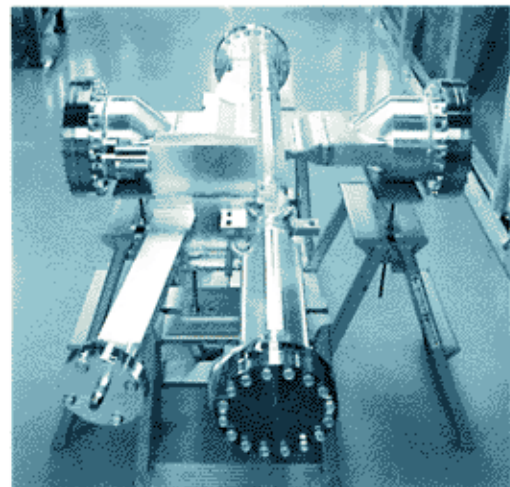


図3 新SOR実験棟のクリーンルームに置かれた真空チャンバーのモデル。中央を走る電子ビームラインとその左斜めを走る放射光ビームラインから成る。左右の2つのポートは、四極電磁石の開口部（図2参照）から取り出される排気用ポートである。

VSX利用者懇談会総会報告

VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会の総会が平成12年1月8日、放射光学会会場の岡崎国立共同研究機構・岡崎コンファレンスセンターで開かれ約80名が参加した（委任状は46通）。放射光学会会長 佐藤 繁 氏の挨拶に続き、藤森より1.6GeV改良案に至る平成11年4月からの経緯について説明があった。放射光コミュニティの見解としてVSX計画を次期放射光計画として最優先で推進すべきであることが加速器部会で報告されたことが伝えられた。次に1.6GeV計画の詳細な説明が神谷施設長よりされた。全国ユーザーより提出されたビームライン計画を実験ホール（とくに鋸型アンジュレータ部分）にどう配置するかを技術的検討を行

藤 森 淳（東京大学大学院新領域研究科）

なうビームライン配置検討小委員会の報告、利用研究会、ビームライン光学系検討会の報告が木下氏よりあった。従来のVUV・SX領域の利用を目指した研究会の他に、エネルギー範囲の拡大により可能となった硬X線の利用に関する研究会、27m長直線部の利用に関する研究会も開催され、今後もこの種の研究会を継続しておこなって行くことが報告された。そして、今年度に発行されたニュースレターの編集報告が尾嶋氏より、会計中間報告が大門氏（藤森代理）よりされた。最後に、今後も研究会等の活動を活発に行なっていくことが確認された。

VXS利用者懇談会幹事会報告

平成12年度第1回VSX利用者懇談会 幹事会議事録

日 時：5月26日（金）午後1時～3時30分

場 所：物性研究所 6 F 第二会議室

出席者：[幹事] 尾嶋、石黒、柿崎、小森、辛、曾田、
大門、手塚、藤森、見附、柳下、
柳原（渡辺代理）

[分科委員] 溝川、吉信

[オブザーバー] 神谷、木下、中村

[事務局] 宇野

議事に先立ち、尾嶋会長（任期：平成12年度～13年度）より挨拶があった。

1. 選挙管理委員長の柿崎幹事より、会長および幹事の選挙結果について報告があった。続いて尾嶋会長が各分科委員を指名し、その結果、会計委員長に関一彦氏、計画委員長に宮原恒

昱氏編集委員長に溝川貴司氏、庶務委員長に吉信淳氏が幹事会で承認された。また、オブザーバーとしてSOR施設の神谷氏、木下氏、中村氏が参加することになった。

2. 前回の議事録が承認された。
3. 平成11年度会計報告
平成11年度会計委員長の大門氏より平成11年度の会計報告があり、了承された。
4. 現状報告
(1) 尾嶋会長より前回の幹事会以降のV S X計画の推移について以下のような報告があった。
・ VSX利用者懇談会のホームページが立ち上がった。アドレスは以下の通りであり、新しいニュースをどんどん盛り込んでいく旨説明があった。

<http://www.isssp.u-tokyo.ac.jp/labs/sor/vsx/community/>

- ・ V S X 計画に対し、さらなる学内の支援を得る必要性が強調された。今後は「バイオ」「ゲノム」等をキーワードとして全学的利益も視野に入れた活動を展開すべきである。
- ・ 東大評議会の下に位置づけられている産学連携WGの活動の一環として、放射光を用いた東葛テクノプラザとの連携も検討したい。
- ・ V S X 計画が様々な分野から期待されており、また波及効果があることを P R するために、以下のような利用者懇談会研究会を計画している。

- 1) 「高輝度放射光による原子・分子・クラスター・表面の科学」(7月中旬予定)
- 2) 「産学連携プロジェクト」(東葛テクノプラザとの連携)
- 3) 「生命・医学分野への応用」(国立がんセンターとの連携：メディカルカンファレンス開催)
- 4) 「情報技術への応用：放射光とナノテクノロジー」

(2) 溝川編集委員長より12年度のNEWSLETTERの発行予定と編集方針について説明があった。

(3) 物性研軌道放射光研究施設の神谷施設長よりVSX計画についての現状について以下の報告があった。

・ 柏キャンパス及びVSXリングの建設予定地について。

・ 東大内の「加速器科学研究センター」に関する懇談会でVSX計画が推進されること。

・ 物性小委員会および物研連でVSX計画の説明を行い、東大VSX計画を進めることが確認された。

・ 柏地区の研究所群との連携を深めるために、神谷施設長ほか2名が、国立がんセンター東病院でVSX計画の説明を行った。また、科学警察研究所ともコンタクトを取りつつある。

(4) SOR施設の木下氏よりビームライン計画についての説明があった。

・ 昨年2回のビームライン検討小委員会をふまえ、具体的な素案作りを行っている。

現計画を、利用研究にプロポーザルをしているグループ代表者に送り、回答を待って再度ビームライン検討小委員会にてさらに具体化させていく。

・ これに関連し、柳下氏よりBESSYIIでの新型分光器に関する紹介があった。また、VSX計画の目玉となる27mアンジュレータービームラインの利用計画に関する議論を行った。

4. 今後の活動

VSXの利用者・支持者への広報活動のため以下のことが提案された。

・ VSXリングの名称(愛称)を公募して、内外の関心を高める。

・ 生命科学(特にゲノム)への応用や、コミュニティに対する働きかけが必要。

それに関連して、国立がんセンターとの連携を深めていく。

・ 情報・ナノテクノロジー分野への寄与を積極的にアピールする。

・ NEWSLETTERの配布先を広げる方策を検討する。

・ 研究会の内容は必ず出版・配布することにする。

5. 放射光学会の「放射光学会合同シンポジウム」

における登壇資格について放射光学会の佐藤会長からの要請に対して、VSX利用者懇談会としての回答内容を議論した。その結果、

1. 放射光学会年会の登壇者資格は、放射光学会会員に限るとすべきである。

2. 放射光学会年会を合同シンポジウムにしてから約7年が経過し、放射光を取り巻く状況がかなり変化している。この機会に見直しを行い、放射光学会年会にもどす方向で検討するのがよい。

また、幹事会の後、柏キャンパスの関連施設を見学した。

「生命科学・硬X線利用」ワークショップ報告

雨宮慶幸（東京大学大学院新領域研究科）

VSX計画は当初2.0GeVの計画で始まったが、その後、1.0GeV計画に縮小されたため、硬X線を切らざるを得なくなった。しかし、99年度、計画が1.6GeVに見直されたため、再び硬X線でのVSX利用が十分に可能な計画になった。そこで、今回、今まで積み残してきた硬X線でのVSX利用についてワークショップを開くことになった。

VSXリングを1.6GeVで運転した場合、その放射スペクトルを見ると15keVまでのX線に関して輝度、強度共に第2世代のベンディングマグネット光源と比較して遜色のない性能が得られることがわかる。マルチポールウイグラーを入れれば20keV、超伝導ウイグラーを入れれば50keV程度まで使用できる。今、硬X線のエネルギー領域を4keV以上として定義したとき、硬X線領域の学内での放射光ユーザー数の多さを考慮すると、VSXリング建設のまた一つの大きな意義は「硬X線利用」であると言って良い。VSXリングの表看板を「世界のトップを行く第3世代のVUV・SXの高輝度リング」とすれば、裏看板は「次世代の研究者を育てる2.5世代の汎用X線リング」であると言って良いであろう。また、硬X線領域のユーザーの中で大きなウエイトを占める分野は、結晶構造解析、小角散乱法、XAFSを用いる構造生物学、さらに放射線生物学であることを考慮し、ワークショップの題目は「生命科学・硬X線利用」とした。プログラムは下記の通りである。本報告では、各講演内容の紹介を行うよりも、本ワークショップで改めて再確認した「生命科学・硬X線利用」におけるVSX計画の意義をサマライズしたい。

硬X線に関しては、すでにPFやSPring-8が全国共同利用施設としてアクティブに稼働しているが、大学の施設として稼働している研究施設はない。そのため、利用するユーザーグループの数は多いが、次世代の放射光科学を担う学生、若手の教育がおろそかになる感が否めない。その意味で、大学の施設としての硬X線を利用できるリングの建設の意義は大きい。また、息の長い基礎研究や硬X線利用に関する新しい測定手法の開発を行うためには、十分なビームタイムを

必要とするので、研究施設が大学の研究室と密接に連携を取りながら運用されることの意義は大きい。また、硬X線の利用者数を考えるとき、学内ユーザー利用に限ったとしても、十分に多数のユーザー数が予想される。すなわち、VSXリングの硬X線利用がたとえ全国共同利用ではなく学内利用と云う限られた運営になったとしても、その意義はなお十分に大きい。米国に於いてアクティブに稼働している第2世代の放射光リングの代表的なものは、スタンフォード大学、コーネル大学など大学内の施設であることに注意を止める必要があるであろう。これらは、第3世代であるAPS(Advanced Photon Source @ Argonne National Laboratory)が完成した後も、至って健全にしかも非常にアクティブに稼働している。大学の研究室と放射光研究施設が緊密に連携しあっていて、研究・教育のバランスの取れた運営をできることにその原因を求めることができるものと思われる。

学内で研究室にX線発生装置を持ち、「硬X線利用」によって恩恵に浴する研究者の数は、三桁を越えると思われる。しかし、その中には、VSXリングの「硬X線利用」の情報が十分に供給されていない研究者もまだ多い。今後、VSX懇談会が中心になりさらにワークショップなどを通して広報活動、情報交換を行うことが重要であると考えます。

なお、本ワークショップは、高橋敏男先生（物性研）と私の二人が世話人として企画を行った。とは言うものの高橋先生のご尽力に因るところが主であったことを付記させていただく。

日時：平成11年10月22日（金）

9：30～17：30

場所：東大工学部6号館3階セミナー室A（367号室）

9：30 高橋 敏男（東大物性研）

「はじめに」

- 9:45 神谷 幸秀 (東大物性研)
「VSX光源計画の現状」
- 10:15 木下 豊彦 (東大物性研)
「VSX光源計画ビームライン検討状況について」
- 10:45-11:00 休憩
- 11:00 田之倉 優 (東大院・農)
「放射光を利用したニトロ/フラビン還元酵素のX線結晶構造解析」
- 11:30 小林 昭子 (東大院・化)
「これからの分子性結晶のX線構造研究と物性研究」
- 12:00 檜枝光太郎 (立教・理)
「単色X線による放射線生物効果研究」
- 12:30-13:30 昼休み
- 13:30 桑島 邦博 (東大院・理)
「時分割X線溶液散乱による球状タンパク質のフォールディング研究」
- 14:00 紫藤 貴文 (東大院・理)
「触媒研究における XAFS の重要性」
- 14:30 佐藤 能雅 (東大院・薬)
「タンパク質の構造生物学研究 — 医療展開の視野から」
- 15:00-15:15 休憩
- 15:15 高橋 敏男 (東大物性研)
「X線回折散乱法による表面界面構造研究」
- 15:45 百生 敦 (日立基礎研)
「X線位相イメージングとその後に期待すること」
- 16:15 雨宮 慶幸 (東大院・新領域)
「X線エリブソメトリーの開発と応用」
- 16:45 雨宮 慶幸 (東大院・新領域)
「まとめ」

「新物質開発の立場から」

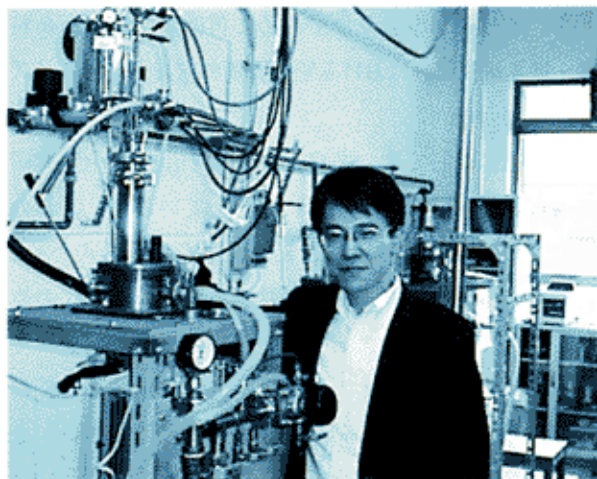
野 原 実

(東京大学大学院新領域創成科学研究科物質系専攻)

私たちの研究室では遷移金属酸化物をはじめとする様々な物質の開発や単結晶試料の育成をおこなっている。基本的な測定は研究室の設備でまかなえるが、光電子分光などの測定はその道の専門家をお願いしている。特に光電子分光においては大きな単結晶試料において清浄表面を準備することが不可欠になる。育成した単結晶試料は十分に大きいこともあるが多くの場合、得られる結晶はミリ以下のサイズでしかも劈開性もない。このため清浄表面が得難く光電子分光屋を泣かせることになる。しかしそこが分光屋の腕の見せ所で、Stanford大学のグループはそのような悪条件の試料においても毎度のごとくきれいな角度分解光電子スペクトルを取っている。低温・超高真空中でのミリサイズの試料劈開等等、よほど試料のハンドリングに工夫を凝らしているのに違いない。

最近国内においても驚くべきエネルギー分解能

での光電子分光実験が可能となってきた。これらの技術と新しい放射光光源とを組み合わせれば、さらに面白い実験が可能となるであろう。しかし残された問題は試料のハンドリングである。ぜひともこの部分にも腕を奮ってもらいたい。



東京大学本郷キャンパス工学部5号館にて

「高輝度放射光と軟X線顕微鏡：細胞の観察」

篠原邦夫 (東京大学大学院医学系研究科)

生命体の基本単位は細胞である。その構造と機能の関係を明らかにするには、まず構造の直接観察が重要である。すなわち、細胞には、核、ミトコンドリア等多くの細胞内小器官及び機能単位構造があり、そのそれぞれが高度に組織化されて、生命を維持している。光学顕微鏡や電子顕微鏡による観察で、この構造についての多くの知識が得られた。また、顕微観察法の長い歴史を経て、電子顕微鏡による微細構造の識別と光学顕微鏡による生理的な状態の機能部位の観察が可能となった。しかしながら、現状では、生きている細胞内における微細構造について光学顕微鏡を越える分解能で観察することは難しい。確かに蛍光染色法の進歩により、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の機能分子の生理的条件下における細胞内存在位置を光学顕微鏡の解像度で観察できるようになった。しかし、その存在部位の微細構造を明らかにするには、より高分解能の顕微法が必要である。分解能の点では、電子顕微鏡が優れているが、使用する電子線の透過率などの問題があり、電子顕微鏡で生きている細胞 (厚さ $5\text{--}10\mu\text{m}$) を直に観察することは容易ではない。

軟X線顕微鏡は、厚さ $10\mu\text{m}$ の細胞全体を透視観察することが可能で、このような光学顕微鏡と電子顕微鏡の谷間を補う新しい顕微法として期待され、開発が進められてきた。その結果今では、物理的分解能が 30nm を超える性能を有する顕微鏡装置が実現している。テストパターンを見れば、確かに 30nm 以上の解像度がある。その装置を用いて、水溶液中の生物試料を観察すると... どうもはっきりしない。その原因は、恐らく、ブラウン運動とコントラストにあると思われる。像の重なりも影響しているであろう。

ブラウン運動の問題は光学顕微鏡にも共通である。分解能をあげていくと、試料のゆらぎで観察像がボケる。それを避けるには、短時間露光を試みる。軟X線顕微鏡ではもっと高分解能を要求するのであるから、当然避けては通れない。その上悪いことに、軟X線顕微鏡の場合には放射線損傷がついて回る。例えば、軟X線顕微鏡の到達目標である 10nm の分解能で吸収コントラ

スによる観察を試みる場合、試料の吸収線量が $10^6\text{--}10^8$ Gyと推定されている。この線量は非常に大きく、DNA上の修復できない2重鎖切断が、ヌクレオソーム (直径 11nm) あたりに2個以上もできる勘定になる。しかもこの損傷は、構造観察に影響を及ぼす可能性が高い。すなわち、観察対象の試料は、それ自体ブラウン運動でゆらいでいると同時に、放射線損傷によって断片ができれば、それがまた熱拡散によって失われていく。この拡散のスピードも速く、 20nm の球形粒子が 20nm 移動する時間が $20\mu\text{sec}$ 程度と推定されている。ということは、高分解能観察には、非常に高速の画像取得が要求されることになる。現在は、結像型による露光時間が1秒以上必要とされる。例えば、ヒト赤血球に感染したマラリア原虫の構造を観察した報告例では、30秒から60秒かかって露光している。そこで、試料を固定して水溶液中で観察している例が多い。別のアプローチとしては、試料を凍結する方法も開発されている。この場合には放射線損傷の影響も少なく、安定した画像取得が可能と思われるが、凍結による構造への影響に不安が残る。以上のように、水溶液中の生きた状態の細胞の観察はなかなか難しい。軟X線顕微鏡のもう一つの利点は、任意の波長の単色光源を利用できる点にある。画像上で吸収スペクトルを求め、その解析から、目的とする原子・分子の分布を知ることができると期待され試みられている。この方法を軟X線分光顕微法と呼ぶ。分子のX線吸収スペクトルの波長を非常に細かくとると、元素の吸収端付近で、吸収スペクトルに微細構造(XANES)が見られる。このXANESを顕微法に応用した例として、炭素の吸収端におけるXANESを求め、画像上で解析して、精子内の蛋白質とDNAの分布及びその相対量比を求めることに成功した報告例がある。

以上が現状である。さて、将来像として、軟X線顕微鏡は本当に使い物になるのだろうか？

まず、水溶液中の生理的な状態の直接観察はどうか？前述の様に 20nm の球形微粒子を止めて観察するには、露光時間を $20\mu\text{sec}$ 以下とする必要がある。試算によれば、

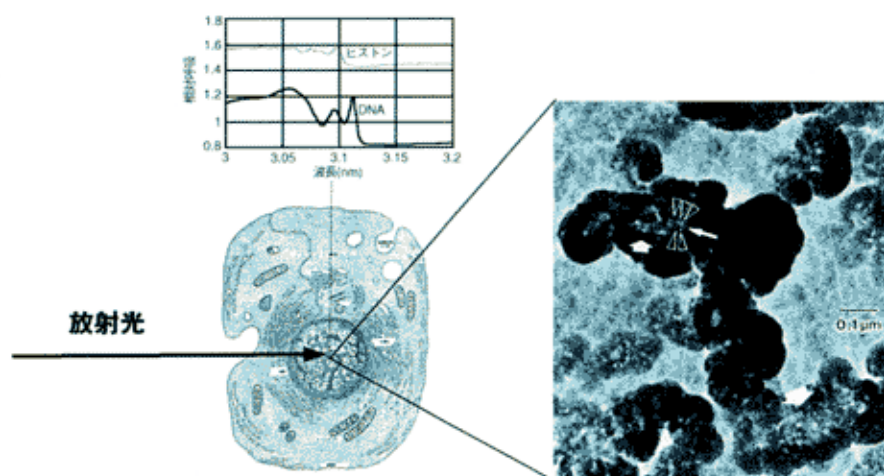
20nmの分解能で観察するためには 2×10^{17} photons/cm²以上のフルエンスが必要で、それを20μsec以下の時間で供給する、いいかえると試料位置において必要な強度が 1×10^{22} photons/cm²/sec以上と見積もられた。要求する分解能が低くなれば、線源強度に対する要求も緩和されるが、高輝度光源に期待するところ大である。

次の問題は、試料のコントラストであるが、この識別に分光顕微鏡が威力を発揮することを期待している。すなわち、分光顕微鏡では、細胞内原子・分子の識別とその顕微観察が目的となる。この場合には、多くの波長における吸収特性を記録する必要があるため、水溶液中の試料について実現可能とは考えにくい。乾燥試料あるいは凍結試料による観察でも多くの情報を得られるものと期待している。厚い試料の観察に必然的な像の重なり問題は、CT等の立体観察の手法を取り入れることによって克服できるであろう。このため

の一つの方法としてホログラフィックCTが提案されている。CTでもこの場合には10方向程度の露光で足りると推定されている。放射線損傷とブラウン運動の問題を考えると、その同時露光が要求される。2方向程度であれば同時露光も実現可能と思われるが、10方向の同時露光をどうするかは今後の課題である。

このように、今想定されている問題点は、いずれも将来的には克服可能と思われる。この他にも顕微鏡技術の発達の歴史に参考とすべき手法は多い。例えば試料のコントラストの向上に、染色法の開発が有効であることは明らかである。

ここまで、長い目で見た将来像を紹介してきた。これらの問題が解決した暁には、果して軟X線顕微鏡が光学顕微鏡、電子顕微鏡と比肩する重要な観察技術の地位を確保できるであろうか？それを見極めたいと研究を続けているのが現状である。



軟X線顕微鏡による細胞核内染色体繊維の直接観察と軟X線分光顕微鏡によるDNA及び蛋白質の分布の観察。上の図は、DNA及びヒストン蛋白質のN吸収端付近におけるXANESであり、右の写真は、レーザープラズマX線を利用して細胞から取出した水溶液中の染色体繊維を密着顕微鏡法で観察した写真である。

東京大学柏キャンパスnow

小森 文夫 (東京大学物性研究所)

柏駅から国立がんセンター行きのバスに乗ると、東京大学柏キャンパスまでは20分あまりだ。駅前の喧騒を走り抜け、のどかな田園風景や工業団地を通りすぎると、道幅も広くなり、近代的な建築や新しい住宅がたち並ぶ別世界に入る。まもなく現われる緑豊かな柏の葉公園、その向こうの柏キャンパスま

では、あと一息だ。

東大前バス停留所を降りると、眼前には新築の物性研究所と宇宙線研究所が並んでいる。(図1) これまでの研究所を知るものにとっては、そのみかけの大きさに驚く。この物性研究所本館の6階に登ると、物性研究所低層実験棟越しにこの3月に竣工し

たばかりのSOR施設実験棟（高輝度光源推進室）とVSX計画予定地が一望できる。（図2）実験棟の白い屋根がまぶしい。

まだ工事中の道路のぬかるみに気をつけながら、SOR施設実験棟に向かう。玄関を入り廊下の先にある実験ホールに立つと、大きな空間と高い天井が気持ちがいい。その天井には4.8tのクレーンが設置され、床では田無から移設された赤や青の加速器用電磁石が冷却水の導入を待っている。ここで、SOR施設関



図1 柏の葉公園からみた物性研究所（左）と宇宙線研究所（右）。



図2 物性研究所6階からみたSOR施設実験棟とVSX計画予定地。白い屋根の建物が実験棟で、その向こうの林と空き地が予定地。手前の黒い屋根の建物は物性研究低層実験棟である。

係者が集まり記念写真を撮った。（図3）この日チームタイムのために実験棟に来られなかった筑波分室の職員（図4）もここでの活動を楽しみにしている。

物性研究所の西には新研究科本館が建設中で、土が掘り返えされている。すべての建物が完成するまでにはまだ数年はかかるが、きっとすばらしいキャンパスができるにちがいない。晴れた日に柏キャンパスを訪問すると、未来が観えてくるかもしれない。



図3 実験棟内の実験ホールに集まったSOR施設関係者。



図4 筑波山のみもとより遠く柏キャンパスに思いをはせる(?)SOR施設筑波分室の職員。

平成11年度会計報告

(平成11年度会計委員 大門 寛)

科 目	収入金額	支出金額	備 考	科 目	収入金額	支出金額	備 考
前期より繰り越し	1,392,507			通信費		280,100	郵便代金
賛助会費	600,000		注)	旅費・交遊費		157,930	ワークショップ等の講師旅費
印刷出版関係費	7,000	367,500	ニュースレター印刷費・ プロシラディング巻上げ	事務局経費		72,814	アルバイト費金・銀行手数料等
雑収入	523		銀行利息	雑費		15,000	放射光学会購読会費
会議費	25,000	69,341	研究会費用補助・その他会議お茶代				

合 計 収入金額▶2,025,030 支出金額▶962,685 次年度繰越 1,062,345円

注) 今後、賛助会費については前年度中（前年度の4月1日から翌年3月31日まで）に入金されたものであっても、当該年度の収入として記載する事とします。昨年度の報告では、4月1日以前の入金分を昨年度の会計報告に加算していましたので、額が少なくなっていますが、例年通り14社から110万円の入金がありました。

会員の皆様へのお願い

所属の変更等がございましたら、下記の要領で事務局までご連絡下さい。

お名前：
旧所属：
現所属：
TEL：
FAX：
E-mail：

また本会では、VUV・SX関連分野でご活躍の方に、会員登録のお願いをしております。「VUV・SX高輝度光源利用者懇談会会員推薦のお願い」を同封いたしましたので、皆様には、ご推薦いただける方に、VSX利用者懇談会をご紹介いただけましたら幸甚に存じます。

VSX利用者懇談会 事務局
〒277-8581 千葉県柏市柏の葉5-1-5
東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設内
TEL 0471-36-3406/FAX 0471-34-6083
E-mail uno@issp.u-tokyo.ac.jp

編集後記

昨年度の途中から編集委員を引き継ぎ、今回初めて編集を担当させていただきました。私は光電子分光を用いて固体電子状態の研究を行っています。この分野の現状については尾嶋新会長が「会長就任の挨拶と現状」の中で触れてくださっていますが、私も学生時代に海外の放射光施設の高分解能ビームラインを使う機会を持ちその威力をまざまざと体験させられた一人です。市販の光電子分光装置でかなりの分解能が出せる現在、特色の

編集委員名簿

委員長	溝川 貴司 (東大新領域)
委員	小野 寛太 (東大工)
	齋藤 智彦 (物構研)
	横谷 尚睦 (東大物性研)
	渡邊 正満 (理研)

賛助会員のご紹介

VSX利用者懇談会は次の賛助会員の会費によって賄われています。

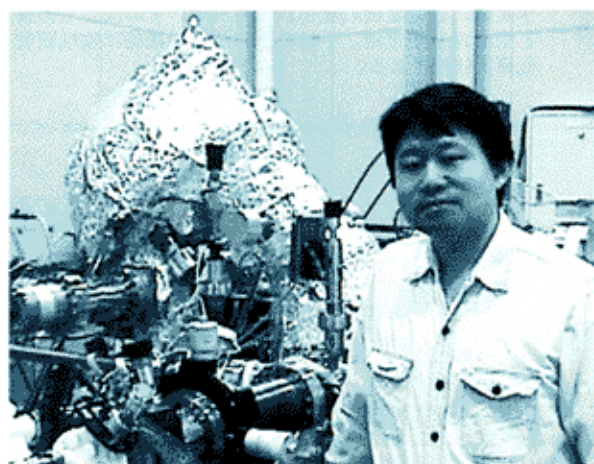
ここに、その企業14社をご紹介します。
三菱電機(株) 原子力部、日立造船(株) 技術・開発本部 真空システム部、(株)東芝 官公システム第二部、川崎重工業(株) 関東技術研究所、信越化学工業(株) 磁性材料研究所、(株)清水建設 電力エネルギー本部、(株)日建設計 東京本社設計部、真空光学(株)、石川島播磨重工業(株) エネルギー事業本部、(株)島津製作所 官庁大学本部、SEIKO EG&G(株) 営業部、住友特殊金属(株) マグネット応用技術部、日本バルカー工業(株) 真空市場開発部、(株)トヤマ

VSX利用者懇談会研究会のお知らせ

日 時：2000年7月29日 (土) 10時より
場 所：東京大学物性研究所 (柏キャンパス) 講堂
テーマ：「高輝度放射光による原子・分子・クラスター・表面の科学」
プログラム内容につきましては、別途ご案内いたします。

ある光源の重要性は増す一方です。高輝度光源の早期実現に微力ながらお手伝いできればと考えております。

横谷 尚睦 (東大物性研)



超高分解能光電子分光装置とともに

発行 VUV・SX高輝度光源利用者懇談会ニュースレター編集委員会

〒277-8581 千葉県柏市柏の葉5-1-5
東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設内
TEL : 0471-36-3406
FAX : 0471-34-6083
E-mail : uno@issp.u-tokyo.ac.jp
<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/sor/vsx/community/>