

# NEWSLETTER

VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会

1999年11月 No.6

巻頭言

## 「VSX計画の現状と課題」

VUV・SX高輝度光源利用者懇談会会長

**藤 森 淳**

(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

前号のニュースレターが出版された前後から、VSX計画をめぐるいろいろな動きがありました。まず、放射光関係有識者による高輝度軟X線・極紫外光源計画検討会（菊田検討会）が開かれ、東大、東北大両計画の検討が行なわれ、報告書が出されました。報告書ではVSX計画に対して、(1)軟X線領域を十分カバーしていない点、(2)極低エミッタンスの技術的、経済的負担が大きい点、(3)直線部の本数が少ない点の3点が指摘されました。これを受けて、SOR施設では緊急に加速器の一部仕様変更の検討を開始し、続く記事で紹介される改良案 "1.6 GeV案" を提案しました。これに呼応して東京大学高輝度光源推進委員会の諮問委員会が4月17日に、利用者懇談会幹事会が5月29日に開かれ（本号に掲載の議事録参照）、極紫外、軟X線、硬X線各分野のユーザーから改良案を概ね支持する意見が出されました。さらに、加速器の外部評価を行う加速器計画評価委員会が6月4日に開かれ、加速器専門家による突っ込んだ意見が述べられました。一方、利用計画の方からは、ビームライン・分光光学系検討会に続く2.7mアンジュレータ利用研究会で（いずれも本号に掲載の議事録参照）、改良案に則した利用計画が検討されるとともに、ビームライン配置案の作業グループが発足し、アンジュレータ相互の干渉も

含めた具体的な検討を開始しました。これらのSOR施設、利用者懇談会の対応状況は菊田検討会に報告され、改良案によりVSX計画がユーザーにとってどれだけメリットの大きいものになったかの再評価が、近いうちに下されることになっています。

さて、平成12年度概算要求の方ですが、上記の新しい動き、所長をはじめとする物性研関係者の尽力、全国のユーザーの期待と支援にも関わらず、結局、残念な結果となりました。この現実を厳しく受け止め、冷静にこれからの対策を考え、計画を推進していかなければならないのが現在の状況です。平成12年度概算要求に載らなかった理由として、12年度の財政事情が例外的に厳しかったからと見るか、同じ厳しさがこれからも続くかによって、計画の推進のしかたは大きく変わってきます。現段階では、13年度以降は財政事情がよくなるだろうと自信を持って予測することはできませんから、財政上、組織上の工夫なしには、計画の推進は難しい状況ではないかと思われます。

財政問題とともによく指摘される問題として、ユーザー・コミュニティのまとまりの欠如があります。東北大学の計画との調整、融合の試みは進まず、現在は菊田検討会に下駄を預けた形にな

っています。ただし、今回の改良案が多くのユーザーに支持されている以上、VSX計画が我が国を代表する極紫外・軟X線高輝度光源の将来計画として認められるものと確信しています。また、東北大計画は実質的には地域共同利用に重点を置いたものであり、両計画は必ずしも対立するものではないと認識しています。

最後になりましたが、現在のVSX計画のポイントは、加速器を特徴づけている27mアンジュレータの利用計画です。まず長尺アンジュレータを建設し、後から利用計画を考えるという進め方は、従来ならば可能な場合もありましたが、本計画では、厳しい財政事情のなかで進めて行かなければならないため不可能です。サイエンス（利用計画）が先にあり、それに必要な光源を建設するという進め方が強く要請されています。光源として、加速器として先端的というだけでは、物質科学、生命科学などの学術コミュニティや行政当局に対

してだけでなく、加速器科学のコミュニティに対してさえも説得力が不足だと考えられます。財政的に余裕があり、超低エミッタンス、多数の直線部、超高輝度のための長直線部のすべてを手に入れられるならば、何も問題はありませんが、今は、そのどれかを犠牲にするか、後回しにしなければ、計画の実現は困難な状況です。27mアンジュレータの利用に関してより具体的、現実的な検討を早急に進め、その学術的なメリットを見極める必要があります。光源として頂点を極めることが学術的に頂点を極めることにつながれば、27mアンジュレータはこれを推進する価値がありますが、一方、頂点ばかりでなく、放射光利用の底辺を広げることも、本計画の大きな意義であると思います。ここまで遅れてしまったVSX計画を少しでも早期に実現するには、我が国の高輝度放射光のあるべき姿を、ユーザーの方々の要望を集約しながら見極めていく必要があると思っています。

## 高輝度光源設計変更について

神谷 幸秀（東京大学物性研究所）

藤森会長の記事「VSX計画の現状と課題」にもありますように、4月の菊田検討会の見解を受け、高輝度軟X線もカバーできるように光源リングの設計変更を行ってきました。この設計案（改良案）の要点については、既に会員の皆様にお送りしました資料「光源計画の改良案及びビームライン配置の検討について」の中で述べてありますが、以下に改良案の主な点を記しておきます。

### 【改良案の主要点】

- (1) 軟X線領域で既存の第3世代光源と同程度の高輝度光を供給する（偏向電磁石の長さを60 cmから80 cmにのばすことにより、光源リングの1.6 GeV運転を可能にする）
- (2) リングの2ヶ所に短い直線部を追加して、高輝度軟X線専用アンジュレータを2台設置する。これには、加速器及び建物に関し若

干のコスト・アップを伴う。

- (3) 長い直線部2ヶ所のうち、1ヶ所をわずかに鋸状にして、そこに設置する挿入光源の同時使用を可能にする（4台のアンジュレータの同時運転、3台のアンジュレータ及び1台のMPW（または超伝導ウィグラー）の同時運転）。また、残りの長直線部には、27 mアンジュレータを設置することを計画しているが、ユーザのニーズに対応して、ここも鋸状にして、4台の挿入光源の同時運転を行うようにすることが可能である。
  - (4) 施設建設時に設置する、挿入光源、ビームライン及び実験ステーションの数を増やす。
- なお、光源リングの1.6 GeV運転によって、偏向電磁石、挿入光源（MPW、超伝導ウィグラー）から、第2世代級のX線、硬X線を利用すること

表1. 以前の案と改良案の比較

特徴	以前の案 (H11.4.10以前)	現在案 (改良案)
	1GeV計画 (VUV超高輝度光源) 真空紫外線領域の回折限界光源	軟X線もカバーする計画 1GeV計画+1.6GeV運転を実現 2本の軟X線(7ジューネ+ビームライン)の追加
電子エネルギー	1 GeV	1~1.6 GeV
リング周長	約230 m	約250 m
エミッタンス	約0.7 nm·rad [世界最小]	約6 nm·rad [1.6 GeV]
輝度	真空紫外線領域で世界最高	真空紫外線、軟X線領域で 世界最高レベル [1.6 GeV]
長直線部	2×30 m	2×29 m、2×2 m、 (4×5.3 m、4×2.3 m)
利用可能な光の波長範囲	主に真空紫外線領域 可視光からX線まで	真空紫外線～軟X線まで 可視光から硬X線まで
高輝度光 第2世代線の光 7ジューネ1次光 (最大エネルギー) (λu=4.6 cm) (軟X線用 : λu=2.1 cm)	300 eV [1.2 GeV]	500 eV [1.6 GeV] 約1 keV [1.6 GeV]
臨界エネルギー	[1.2 GeVの場合]	[1.6 GeVの場合]
BM	1.7 keV	3 keV
MPW(2.3T)	2.2 keV	4 keV
6T 超伝導リグ	5.7 keV	10 keV
利用可能な光子エネルギー 7ジューネ	数eV～約1keV	数10 eV～数keV
偏向電磁石	数keVまで	約15 keVまで
MPW	約10keVまで	約20 keVまで
超伝導リグ	約30keVまで	約50 keVまで
最大輝度 (7ジューネ) [photons/(s·mm <sup>2</sup> ·mrad <sup>2</sup> ·0.1%b.w.)] (at 200 mA)	約8×10 <sup>19</sup> [27 m, λu=4.6 cm] 約5×10 <sup>18</sup> [5 m, λu=4.6 cm]	約8×10 <sup>19</sup> [27 m, λu=4.6 cm] 約5×10 <sup>18</sup> [5 m, λu=4.6 cm] 約5×10 <sup>18</sup> [1 m, λu=2.1 cm]
最大フラックス (7ジューネ) [photons/(s·0.1%b.w.)] (at 200 mA)	約2×10 <sup>16</sup> [27 m, λu=4.6 cm] 約3×10 <sup>15</sup> [5 m, λu=4.6 cm]	約2×10 <sup>16</sup> [27 m, λu=4.6 cm] 約3×10 <sup>15</sup> [5 m, λu=4.6 cm] 約1×10 <sup>15</sup> [1 m, λu=2.1 cm]
ビームライン数	2本 (グラブ・ビームライン : 約8本)	7本 (グラブ・ビームライン : 約10本)
X線用	1本	2本
偏向電磁石用	約10本	約16本
実験ステーション数	約8基	約10基 (最大約15基)
高輝度用	約8基	約10基 (最大約15基)
X線用	1基	4基
偏向電磁石用	約20基	約22基 (最大32)
施設の規模		
建築面積	約10,000 m <sup>2</sup>	約15,400 m <sup>2</sup>
建設費		
実験設備費	約70 億円	約87 億円
施設整備費	約70 億円	約85 億円
運転経費	約10 億円 [概算]	約15 億円 [概算]
実験設備経費の内訳		
光源リング	34.4億円	39.5億円
入射器	17.8億円	17.8億円
挿入光源	3.0億円 (2台)	7.6億円 (5台)
測定器	9.4億円 (5基)	16.4億円 (10基)
低雑音電子	3.5億円	3.5億円
放射線管理	2.4億円	2.4億円
<計>	約70億円	約87億円

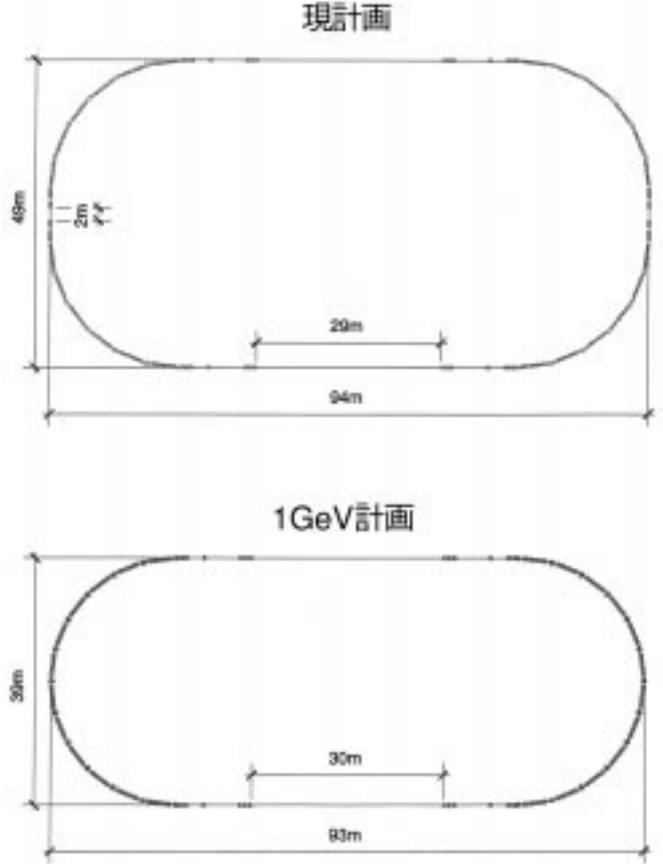
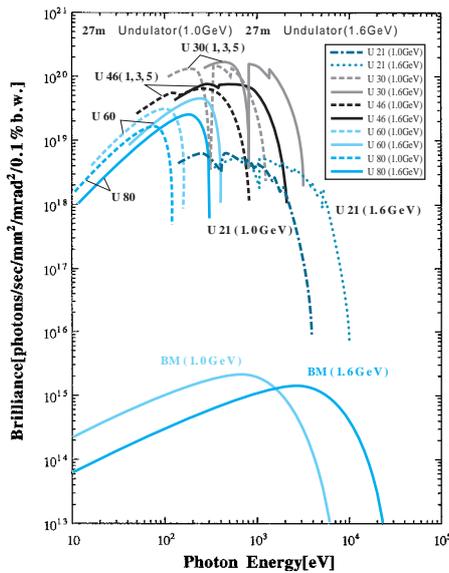
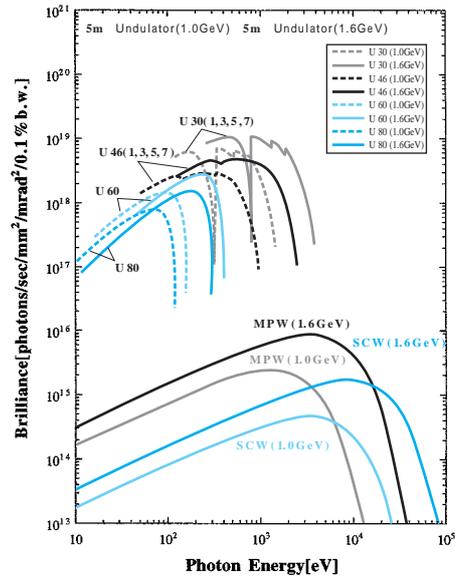


図1. 光源リングの大きさの比較



BM: Bending Magnet (B=1.09T at 1.0GeV, B=1.74T at 1.6GeV)  
注) E=1.0GeVでカップリング10%, E=1.6GeVでカップリング1%を仮定している。



MPW: Multipole Wiggler (B=2.3T)  
SCW: Superconducting Wiggler (B=6.0T)  
注) E=1.0GeVでカップリング10%, E=1.6GeVでカップリング1%を仮定している。

図2. 放射光の輝度

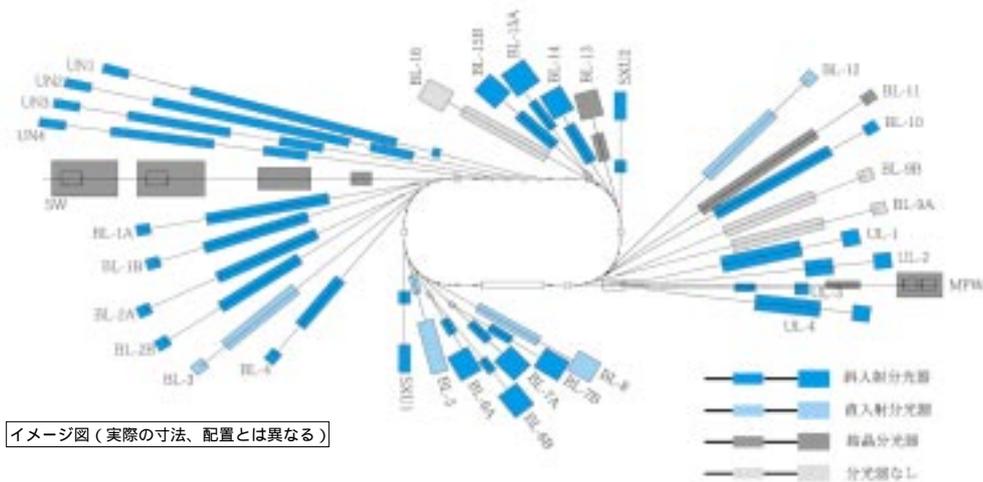


図3 . ビームライン&実験装置配置案

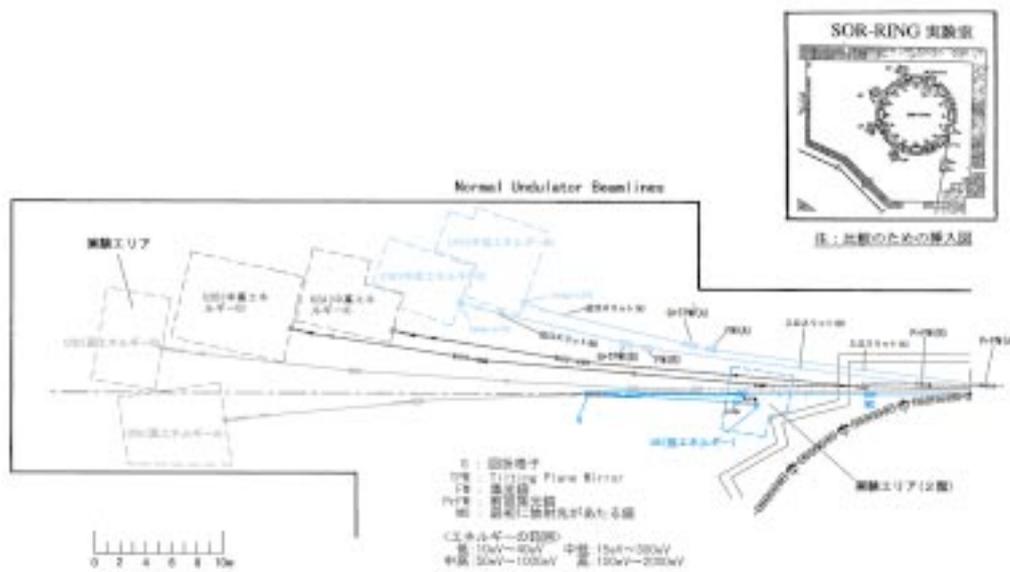


図4 . Normal Undulator Beamlineの案 (鋸状配置アンジュレータ・ビームライン)

が可能になります。

表1に以前の案と改良案の特徴の比較をまとめたものを示します。また、図1には2つの案の光源リングの大きさを、図2には改良案の放射光の輝度を示します。

この改良案では、同時使用可能なアンジュレータの本数が増えたこと、軟X線用アンジュレータが2台設置されたことなど、ユーザ・サイドから見たメリットが多くなり、限られた予算の中ではかつての2GeV計画に近づいた仕様になっています。一例として、どのくらいのビームラインが設置可能であるかを図3に示しますが、これはあくまでもイメージ図であり、今後、具体案を検討し

ていく必要があります。また、現在、検討を進めている鋸状配置の4本のアンジュレータ・ビームラインに関する配置案の一つを図4に示します。

この改良案の妥当性について加速器専門家による外部評価を受けるため、6月4日に東大物性研において「加速器計画評価委員会」が開催されました(委員(敬称略):木村嘉孝(物構研所長)[評価委員会委員長]、木原元央(K E K加速器施設長)、春日俊夫(物構研教授)、上坪宏道(JASRI放射光研所長)、熊谷教孝(JASRI放射光研・加速器部門長)、安東愛之輔(姫工大教授)、平田光司(総研大教授)[欠席]の7名)。この評価委員会からの報告の要旨を以下に記します。

## 〔加速器計画評価委員会の要旨〕

- ・新しい光源計画（改良案）には、菊田検討会見解の主要点が全て取り入れられている。
- ・加速器の設計については、概念設計（conceptual design）レベルで、加速器構成の基本に変更を迫るような問題が見いだされず、技術的には実現可能な提案であると判断される。
- ・ただし、実施設計（engineering design）に移る場合には、（１）エラーのある場合のダイナミック・アパーチャ、（２）鋸状配置のアンジュレータ・ビームラインの調整及び独立性、（３）27 mアンジュレータ及びビームラインの詳細、（４）磁場精度、冷却水温や室温の安定度、建物の振動や変形等の許容度とコストの評価、について検討する必要がある。

さらに、この報告書には、29 mの長直線部と極低エミッタンス・オプションが加速器設計の基本をなしているが、それらが加速器設計に課する条件の重みに対応して、それらによって得られる超高輝度光の利用研究上の重要性についてさらに踏み

込んだ検討と説明が望まれるとの意見もあったことが付け加えられている。

この委員会で指摘された実施設計（engineering design）へのコメントに関する検討や、27 mアンジュレータの利用に関するワークショップ（本ニュースレターの木下氏の記事を参照）を行い、7月下旬に、改良案を菊田検討会への回答として提出しました。その後、高輝度光源計画推進委員会（8月31日、東大物性研）、VSX利用者懇談会・拡大幹事会、東大内部の関係者による打ち合わせ等で、予算規模、計画内容についてさらに踏み込んだ議論を行ってきました。近日中に、これらの議論をもとに資料を作成し、菊田検討会に追加資料として提出することを予定しています。

今後は、ユーザの方々のご意見、ご要望を取り入れて、ビームライン及び実験装置の設計、利用計画を具体的に詰めていくことが必要であると思えますので、会員の皆様からの一層のご支援とご協力をお願い申し上げます。

## 高輝度光源ビームライン・分光光学系検討総会の報告

辛 埴（東京大学物性研究所）

1999年4月27日（火）13:30から4月28日（水）の5時くらいまで、高輝度光源ビームライン・分光光学系検討総会が開かれました。この総会は1GeVリングに変更して1年が経過したため、1GeVリング用・ビームライン計画の総括を行う目的で開かれた。総会の直前に、1.6GeV案の可能性が浮上してきたため、その計画の説明も行われた。1GeVリング用・ビームラインを申請しているほとんどすべてのユーザ（一部欠席）がビームライン計画の説明を行い、活発な議論が行われた。また27日には懇親会が開かれた。以下に出席者、プログラム、及び最終日の討論の簡単な概略を示す。

### 出席者

藤森（東大 新領域）	尾嶋（東大 工）
溝川（東大 新領域）	福山（物性研）
小谷（物性研）	高橋（物性研）
小森（物性研）	神谷（物性研）
中村（物性研）	木下（物性研）
藤澤（物性研）	横谷（物性研）
高木（物性研）	中辻（物性研）
吉信（物性研）	草野（物性研）
橋本（物性研）	辛（物性研）
原沢（物性研）	渋谷（物性研）
小林（物構研）	手塚（弘前大 理工）
朝倉（北大 触媒研）	本田（千葉大 工）
山下（物性研）	高倉（ICU）
曾田（名大 工）	小池（原研）
見附（分子研）	河内（東工大 理工）
伊藤（東海大 工）	柿崎（物構研）

関 (名大 物質研) 石黒 (琉球大 教育)  
 今田 (阪大 基礎工) 奥沢 (群馬大 教育)  
 菅原 (群馬大 教育) 上野 (千葉大 工)  
 木村 (神大 自然科学) 後藤 (日製産業)  
 寺田 (日立造船) 遠藤 (日立造船)  
 片山 (IHI) 佐藤 (IHI)

西殿 (IHI) 小林 (東大 理)  
 篠原 (東大 医) 廉 (東大 工)  
 横山 (東大 理) 川合 (理研)  
 渡邊 (物構研) 大門 (奈良先端大)  
 鈴木 (東北大 理) 柳原 (東北大 科研)

## 高輝度光源ビームライン・ 分光光学系検討総会プログラム

\*\*\*\*\*  
 日時: 1999年4月27日(火) 13:30 ~  
 4月28日(水) 10:00 ~  
 場所: 東京大学物性研究所講義室(Q棟1階)  
 \*\*\*\*\*

### 4月27日(火) 13:30 ~ 18:20

1. はじめに 辛 埴 (物性研)
2. 計画現状報告 神谷 幸秀 (SOR施設長)
3. マシンR & D現状報告 中村 典雄 (物性研)
4. 基幹チャンネルの設計 寺田 幸博 (日立造船)
5. 斜入射分光器の設計 藤沢 正美 (物性研)
6. 汎用ビームライン 藤沢 正美 (物性研)
7. ビームライン制御方針 手塚 泰久 (弘前大・理工)
8. センター作成の汎用ビームライン 藤澤・横谷 (物性研)
9. 気相・表面・放射光・  
レーザー 2光子分光 見附 孝一郎 (分子研)

— 休憩 15:50 ~ 16:05 —

10. 二次元偏光光電子分光による  
電子・原子・磁気構造 大門 寛 (奈良先端大)
11. 量子ナノ構造の電子分光 尾嶋 正治 (東大・大工)
12. スピン分解光電子分光 柿崎 明人 (KEK - PF)
13. コメント「円偏光を用いたスピン分解光電子分光と  
磁気円二色性顕微分光」 今田 真 (阪大・基礎工)
14. 真空紫外線放射光の利用による  
放射線生物学 高倉 かほる (ICU・教養)
15. 軟X線顕微鏡 伊藤 敦 (東海大・工)
16. オフアクシス軟X線  
ホログラフィック顕微鏡 本田 捷夫 (千葉大・大工)

— 懇親会 18:20 —

### 4月28日(水) 10:00 ~ 16:30

17. ヨーロッパ放射光施設見聞記 渡邊 正満 (KEK - PF)
18. 原子・分子吸着系X線吸収・  
発光・光電子分光 横山 利彦 (東大・理)
19. 表面化学反応物質分光 吉信 淳 (物性研)
20. X線表面・界面構造 高橋 敏男 (物性研)
21. XAFS 朝倉 清高 (北大・触媒化学)
22. 極限下赤外真空紫外分光 木村 真一 (神大・大自然)

— 昼休み 12:00 ~ 13:30 —

23. コインシデンス固体分光 菅原 英直 (群馬大・教育)
24. 発光分光 辛 埴 (物性研)
24. フェルミオロジー研究 藤森 淳 (東大・大理)
25. 直入射分光器の設計 藤森 淳 (東大・大理)

討論 14:00 ~ 16:00

### \*計画の現状について

<ビームライン&実験装置の配置試案について>

辛 埴 (物性研)

- \* 今後の活動方針 (各建設グループの名称の見なおし、統合、アンジュレータービームラインの配分などについて)
- \* その他

— 閉会 —

### 討論内容概略

はじめに、神谷氏より高輝度光源計画の変更案が説明された。蓄積電子エネルギーを1.6GeVにあげ、二つの軟X線アンジュレータを付け加え、30mアンジュレータの1本をsaw-tooth配置にするものである。質疑応答では、saw-tooth配置の場合ギャップ変更が他のビームラインに与える影響はどれくらいかとの質問が出された。実験で実際に使うギャップ値を用いて、ビームラインへの影響を再評価する必要があることで一致した。また、計画の変更案に対する事情説明の要求と、計画案にユーザー側の要求をくみ取れるような過程を経る必要性が問われた。

次に、東北大計画の概略を、鈴木氏が説明した。設計についての技術的問題、ユーザー数とその分布、ビームラインの本数・種類、予算額、全国共同利用の意味、今後の進め方などが質問された。加速器についての詳しい技術情報の報告の要望と、専門家による議論の必要性が問題点として出された。

辛氏より、ビームライン配置案についての説明があった。アンジュレータの偏光特性を考慮する必要性や、フロアスペースへの配置の仕方について質問が出された。ビームライン配置図は計画が通ってから委員会で決められるものではないという意見が出たが、現時点で、配置案を決めておく理由が説明された。ビームライン配置案を作りやすくするために必要な情報を、アンケート形式でユーザー側に提示することの必要性が議論された。

# VSX高輝度光源利用者懇談会 幹事会報告

日時：平成11年5月29日（土）13:30～  
場所：物性研究所Q棟第二会議室  
出席者：藤森、奥沢（菅原代理）、谷口、雨宮、  
伊澤、木下、鈴木章（佐藤代理）、篠原、  
関、大門、高桑、中村、檜田、小森  
オブザーバー：神谷施設長、宇野（事務局）

議事に先立ち、藤森会長より以下のような東京大学高輝度光源計画の改良に関する経緯が報告された。

平成11年4月10日に、軟X線極紫外光源計画検討委員会（菊田委員会）が開催され、東京大学と東北大学の高輝度光源計画の妥当性が検討された。この委員会での指摘にもとづき、東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設では、電子エネルギーを1.6GeVまで増加し、直線部の数を増加する改良案を作成した。本案は、東京大学高輝度光源推進委員会（委員長：福山物性研所長）の諮問委員会（4月17日）に提案され、議論が行われた。さらに、ビームライン検討会総会（物性研、4月27～28日）においても出席のユーザーから意見を求めた。これらの議論をふまえて、軌道放射物性研究施設では加速器に関する技術的な検討を続けている。5月22日に軟X線極紫外光源計画検討委員会のレポートが神谷施設長に届いたので、本日、利用者懇談会幹事会を開催して改良案について議論し、幹事を通じて多くの利用者の意見を求めることとなった。

## 議事

### 1. 軟X線極紫外光源計画検討委員会レポートの報告

神谷施設長より軟X線極紫外光源計画検討委員会レポートの報告があった。

このレポートでは、東京大学高輝度光源計画に対して、

- (1) 軟X線領域（特に200eVから4KeV）で十分満足な高輝度光源となっていない。
- (2) 技術的、経済的に負担の多い極低エミッタンス

をねらうよりも、低エミッタンスに留めるほうが現実的ではないか。

- (3) 同時に利用できるアンジュレーターの本数が限られている。

等の指摘がされている。

また、(2)の技術的負担に関する検討会として、国内の加速器分野の第一人者による加速器計画評価委員会が6月4日に物性研究所で開催されることが報告された。

### 2. 加速器改良案の報告と検討

神谷施設長より資料に基づいて、加速器改良案の説明があった。

この改良案で1.6GeV運転することにより、4KeVまでの軟X線領域を含むアンジュレータービームラインが7本使用可能となる。これにより、軟X線極紫外光源計画検討委員会レポートで指摘のあった軟X線領域（特に200eVから4KeV）を満足させるとともに、同時に利用できるアンジュレーターの本数を増やすことができるようになった。

また、中村氏より、改良案によるアンジュレータービームラインからの光の輝度とフラックスが紹介された。1.6GeV運転では、より高いエネルギーの高輝度光が利用できるとともに、1GeV運転では、従来の計画と大差ない超高輝度光源が実現できることが示された。

これらの説明に対して、

- (1) 利用可能なエネルギー範囲の拡大と挿入光源数の増大を支持する。
  - (2) さらに高輝度なアンジュレータービームラインの本数をさらに増やすべきである。
  - (3) 逆にアンジュレータービームラインの本数を減らしてでも極紫外超高輝度光源に特化すべきである。
- などの意見が出され、議論がおこなわれた。

その結果、この改良案は、1GeV案で可能な研究はほぼそのまま実行でき、さらに高いエネルギーの高輝度光の利用も可能にしているので、妥当な改良案であるとの結論に達した。今後、さらに

細部について検討を行うとともに、広く利用者の意見を求めることとした。

### 3. ビームライン配置検討委員会の発足

木下氏より、藤森会長のもとにビームライン配置検討委員会を発足させる提案があり、了承された。

この委員会では、

- (1) ビームラインの具体的配置のシミュレーション
- (2) 鋸型アンジュレーターの仕様検討
- (3) SXアンジュレーターの仕様検討
- (4) X線ビームラインの仕様検討
- (5) 分光器と挿入光源のマッチングの検討等を行う予定である。

## VSX利用者懇談会拡大幹事会報告

日 時：平成11年10月16日（土）午後1：00～

場 所：東京大学物性研究所Q棟第二会議室

出席者：[懇談会幹事] 藤森（会長）、尾嶋、宮原、柿崎、大門、雨宮、太田、伊澤、柳下、高桑、辛、中村、木下、小森、鈴木章（佐藤代理）、奥沢（菅原代理）、伊藤敦（篠原代理）

[東大関係者] 壽榮松、長沢、福山、

[SOR施設] 神谷、藤沢、小関、高木、

[事務局] 宇野

議事に先立ち、藤森会長より以下のようなこの幹事会を開催するに至った背景およびこれまでの経緯が報告された。

平成12年度概算要求後、VSX計画の予算規模縮小が必要であるという意見が各方面から伝わってきている。また、省庁統合、大学の独立法人化に伴って、新規の放射光計画は今後さらに厳しく見直される可能性があり、平成13年度概算要求を最後の機会ととらえるべきであるとの意見が出されている。そのような状況のもと、軟X線極紫外光源計画検討委員会（菊田委員長）委員の上坪氏より高輝度光源計画の原点に立ち返って縮小を検討すべきとの提案が東大の関係者に寄せられた。

本提案を受けて、9月10、18日にひらかれた学内を中心としたミーティングで、（1）高輝度光源センターは全国共同利用施設として設置される第三世代VUV・SX放射光施設であり、挿入光源5～6本以上を持ち、高輝度軟X線もカバーし硬X線も使える必要があることが確認され、（2）縮小案の検討、現行レーストラック型と円形リングとの比較を物性研SOR施設で検討することになった。

この検討結果をふまえ、高輝度光源推進委員会諮問委員会（福山委員長）が10月9日に開催され、SOR施設より円形リング案（DBA案）について説明があり、現行のレーストラック型の案（現在案）とそれに基づいた縮小案との性能および予算の比較が行なわれた。種々の議論の末、菊田検討会への答申を念頭に置き、SOR施設はDBA案と現行案のそれぞれについて具体的な縮小案の検討を進め、ユーザー間では本日の利用者懇談会拡大幹事会を開き議論することとした。縮小の方針が定めれば、“菊田委員会”に答申され、平成13年度に概算要求されることになる。

### 議事

#### 1. DBA案と現在案との性能および予算の比較

中村氏よりDBA案と現在案との性能および予算の比較、それぞれについて基本案からの縮小案が複数提示された。現在案において光源リングおよび入射器の予算削減を行っても1.6 GeVハイエミッタンスモードの運転は可能であること、DBA案と現在案ともに光源リングの予算削減を行った場合、設計電流値200mAを必ずしも確保できない可能性があること等が説明された。

この説明に対し、現在案の鋸部分アンジュレータ建設に伴う加速器、ビームライン、測定装置配置等の建設時の技術的問題点や、高輝度光源を用いた実際の実験がユーザーにとって容易かどうかについて議論された。SOR施設より、現在までに

検討した結果が示され、特に、光源建設および運転に要求される技術レベルについては、現在案1.6GeVハイエミッタンスモードとDBA案は同程度であるとの説明があった。また、SOR施設より、DBA案は時間的制約もあり定量的検討がまだ十分ではなく、今後本案を実現するためには、人的時間的コストをかけて詳細な設計を行う必要があるとの説明があった。さらに、高輝度光源建設予算の削減、現在案の27mアンジュレータ利用実験の意義などにつき、意見を交換した。

これらの議論の結果、現行案とDBA案との比較において考慮すべきことは、

1. 現行案では、鋸部分アンジュレータ建設や運転に伴う人的時間的コストが比較的大きい。
2. DBA案は一般的な光源案であり、建設や運転に伴う人的時間的コストが比較的小さい。
3. 現行案の方が光源性能が高く、将来の高輝度光源として期待できる27mアンジュレー

タ利用の可能性を残すことができる。  
の3点に集約された。

## 2. 今後の方針

種々の議論の後、今後の方針として以下が了承された。

藤森会長を中心に東京大学関係者は、現行案及びその縮小案について各方面に引き続き説明を行う。そのために、(1)現在案の鋸部分アンジュレータ建設に伴う加速器、ビームライン、測定装置配置等の技術的な詳細、(2)現在案の高輝度光源がユーザーにとって使い易いかどうか、(3)27mアンジュレータ利用実験の意義、(4)DBA案やそれらの縮小案との比較、についての定量的かつ具体的な資料を準備する。これらの説明の結果、現行案及びその縮小案についてVSXユーザーおよびその関係者の理解が得られない場合には、東京大学関係者はユーザーグループとともに早急に計画を再検討し、新しい方針を"菊田委員会"に答申する。

# ワークショップ「東大VSX計画27mアンジュレーターの利用について」

## 木下豊彦 (東京大学物性研究所)

表記ワークショップが7月14日13:00より東京大学工学部において開催されました。利用者懇談会メンバーのうち、27m長直線部の利用に関心を持つ36名の出席者がありました。本News Letterに紹介されているように、VSX高輝度光源計画が見直され、ユーザーにとってメリットの多い計画になってきています。この計画の特徴の一つに27m長直線部に設置するアンジュレータ - がありますが、これに関しては、コスト、技術的な困難さの点で一部懸念が示されてきており、ユーザーとの真摯で建設的な議論を深めることが、この計画を推進する上で不可欠であると考えております。そこで、27mアンジュレーターの効果的な利用のアイデアを募り、そのアイデアの実現の是非を技術的かつ定量的議論を基に自由な雰囲気の中で検討する

機会を設けました。以下にその概略を示しますが、当日の詳しい議事録がほしい方はSOR施設宇野秘書までお知らせください。

施設の中村氏から27mアンジュレータ - の性能と設計検討について報告がありました。27mアンジュレータからの光は5mアンジュレータからの光に比べて、約20倍の輝度と5.4倍のフラックスを有するとともに、エネルギー幅が非常に狭く(100eVのところ0.3eV以下)、分光器を使わずに、大きなフラックスの光を利用するという使い方ができます。(参考図参照、またアンジュレータ - 光の輝度などについてはホームページ<http://www.issp.u-tokyo/labs/sor/vsxs/>で参照できます)。他のfacility(ALS, Spring8, PFなど)のアンジュレータ - では、バンド幅が広すぎて分光器

を使わずに光を利用する気にはなかなかならないと思いますが、分光器を使わなくてもよいということから、中程度の分解能でよければ、それだけでフラックスの増加が期待できます。第2世代光源で得られた光の4から6桁強く、また、第3世代光源のアンジュレーター - ビームラインに設置した分光器のスリットを最大に開いて用いた場合よりも2桁から3桁は強い光になるであろうと思われます。こうした利用を行う際に、必要な次数以外の光をカットする多層膜フィルターの可能性については柳原氏(科研)よりご講演をいただきました。

一方、27mアンジュレーター部に、通常アンジュレーター用の分光器を置くことを考えると、回折限界により分解能は十数万が限度となる、という報告が藤沢氏よりなされました。その他、熱負荷の問題や、現状で得られている光学素子のスロープエラーが分解能を決める重要なファクターとなり、今後の技術開発の重要性が指摘されました。ただし、同じ程度の分解能であれば、フラックスが5倍以上稼げる分光器の設計は容易です。

実際の研究のプロポーザルに関しては以下のようなものが提案されました。

1. コヒーレンスと高いポーズ縮重度の利用 (宮原 - 都立大)
2. 高分解能軟X線領域発光分光 (辛 - 物性研)
3. 光電子顕微鏡とスピン分解光電子分光を組み合わせた実験 (木下 - 物性研)
4. ナノ物質創生での放射光利用 (宇理須 - 分子研)
5. 軟X線顕微鏡の生体試料観察への応用 (伊藤 - 東海大)
6. リアルタイム光電子分光; 半導体表面反応のその場観察 (遠田 - 弘前大)

7. リアルタイム光電子ホログラフィー (大門 - 奈良先端大)
8. 円・直線可変偏光による強磁性体の高分解能スピン分解光電子分光 (今田 - 阪大)
9. アンジュレーターとレーザーの組み合わせ実験への期待 (鎌田雅夫 - 分子研)

以上のように、このアンジュレーター - ならではの実験のプロポーザルが出されたわけですが、もっと世間をあっと言わせるようなインパクトのあるアイデアが不可欠です。軟X線レーザーの開発が順調に進んだとしても、当面100 eV以上のエネルギー領域では太刀打ちのできない光源になることは間違いありません。ぜひ、このアンジュレーター - の特長を生かした面白いアイデアを出して頂いて、懇談会又は施設にお知らせ頂ければ幸いです。近々この27mアンジュレーター - のワークショップ第2段を行いたいと考えています。

最後になりましたが、ビームライン & 実験装置配置検討小委員会と施設ではSaw tooth undulator ビームラインの案も検討しています。これについては本号記事「高輝度光源設計変更について」の図4を御参照下さい。

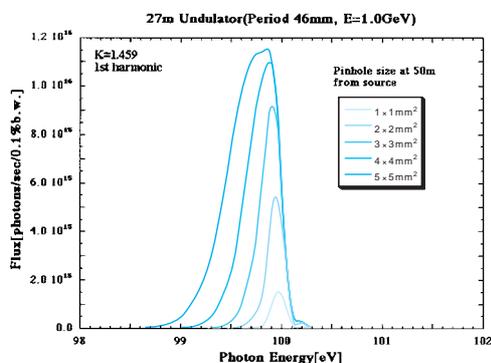


図. 27mのアンジュレーター (周期長46mm) で、分光器を使用しない場合での光束スペクトルの例

## 高輝度光源に対する期待

旗野 嘉彦 (東京工業大学大学院理工学研究科)

私共の研究分野からいわゆる高輝度光源に対して抱いている期待について述べさせていただきます。

私共の研究上の関心は、光と分子の相互作用に基づく分子の電子状態の変化とそれに続く諸過程

を、VUV領域を中心とした広い波長領域にわたって調べること、具体的にはこのような領域で分子の光吸収断面積(光学的振動子強度)、光イオン化断面積、光解離断面積等を絶対測定するとともに、生成するイオン、電子、フリーラジカルの観測から分子の新しい状態のダイナミクスを調べることにあります。

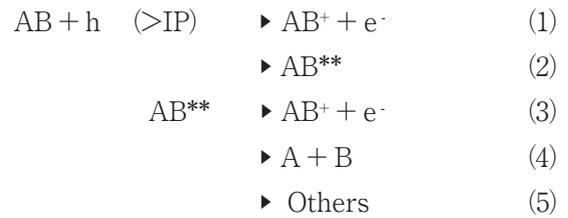
このNewsletterの読者に対して、このような研究の重要性、意義、面白さについて多くの説明は不要と思いますが、私共とはかなり分野の異なった方々を意識して以下に簡単に説明することにします。(より詳しくは、Y. Hatano, Physics Reports, 313, 109-169 (1999), "Interaction of VUV Photons with Molecules. Formation and Dissociation Dynamics of Molecular Superexcited States"をご参照下さい)

原子・分子の光学的振動子強度の量的に重要な部分はいわゆるVUV領域に存在します。すでに多くの研究が行われているレーザー光化学および内殻励起の研究はその意味からいえば、光学的振動子強度分布全体のそれぞれ長波長端と短波長端を調べていることに対応します。たとえば、多くの原子・分子についてそのイオン化しきい値から長波長吸収端までの領域での光学的振動子強度の総和はTKR総和則から計算される全体の値の2、3%に過ぎません。したがって、光と分子とのこのような意味での相互作用はほとんど説明されていなかったということが出来ます。このような状態がつい最近まで続いていたということは、実に驚くべきことです。その主な原因はまさにこの波長領域で十分な強度を持った連続光源の欠如と適当な窓材質の欠如ならびにVUV領域独特のいろいろな分光技術が未開発であったことによりますが、多くの研究者の問題意識の持ち方も大きな原因の一つということが出来ます。

標記の課題に回答するためには、これらの問題が現在までにどれだけ解決されどのようなことが明らかにされたかについて簡単に説明する必要があります。

分子のイオン化しきい値は大変大雑把に言って、10eV(120nm)近傍にあります。これより高エネルギー(短波長)の光によって起こる諸過程は以下

のように表わされます。



分子ABは光吸収に伴って直接イオン化(1)に加えて超励起状態AB<sup>\*\*</sup>を生成します。AB<sup>\*\*</sup>は自動イオン化(3)または中性解離(4)を行います。(5)はイオン対生成などですが、(3)(4)に比べて著しく小さい分岐比であることが知られています。光吸収断面積  $\sigma_{\text{tot}}$  は過程(1)(2)の和に対応し、光イオン化断面積  $\sigma_{\text{ion}}$  は過程(1)(3)の和に対応します。ここで  $\sigma_{\text{ion}} / \sigma_{\text{tot}} = \gamma$  は光イオン化量子収率、つまり分子ABが100個の光子を吸収して何個の電子を放出するかその割合を表わします。したがって、 $1 - \gamma$  が過程(4)に対応します。この過程(4)は、分子の超励起状態を特徴づけるもので、イオン化しきい値以上のエネルギーの光の吸収が行われても分子がイオン化せず、代わって化学結合の切断が起こることを示しています。このような理由から、 $\sigma_{\text{ion}}$  の絶対測定が必須であり、またいろいろ

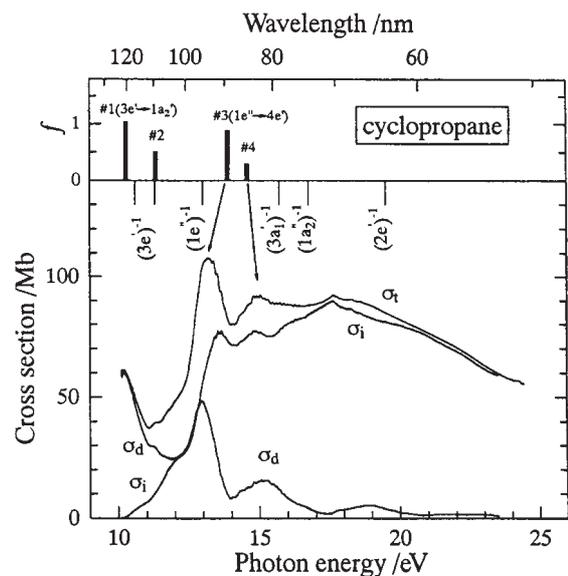


図1 シクロプロパンの光吸収断面積( $\sigma_{\text{tot}}$ ), 光イオン化断面積( $\sigma_{\text{ion}}$ ), 光解離断面積( $\sigma_{\text{d}}$ ). (K. Kameta, K. Muramatsu, S. Machida, N. Kouchi, and Y. Hatano, J. Phys. B : At. Mol. Opt. Phys. 32, 2719 (1999))

るな実験上の工夫に基づいて、その測定がいろいろな分子について行われました。その例を最近のものについて図1に示します。この他に多くの分子についても測定が行われましたが、これらすべてに共通する一般的な特徴は以下のようにまとめられます。

- (1)すでに多くの研究が行われている $I_p$ より低いエネルギー領域の光学的振動子強度の値は、全体の2、3%に過ぎない。すなわち、VUV光と分子の相互作用は全体の95%以上が不明であった。
- (2)光学的振動子強度は波長70~80nmで最大値を示す。それより長波長側では興味深いピーク、肩などの構造を示すが、短波長側ではこのような構造は少なく、その分子を構成する原子に関する断面積値の和で表わされる。
- (3)より微細な構造が簡単な2、3原子分子はもちろんのこと、多原子分子においても明らかに観測される。
- (4)中性解離過程( $I_d$ )が予測された以上に大きい部分を占め、実は予測に反して、「分子は著しくイオン化しにくい」という結論が得られる。

これらの結果に基づいて、中性解離過程(4)に着目した解離断片A、Bの励起スペクトルの観測から、超励起状態 $AB^{**}$ の電子状態およびその解離ダイナミクスを調べることができる。このようにして、多くの分子についての実験結果から分子超励起状態とは、振動(回転)励起、二電子励起、または内殻励起した高Rydberg状態が主要なもので(Non-Rydberg状態の場合もある)、その中性解離過程は、多くの研究が行われている $I_p$ より低いエネルギー領域の場合とは著しく異なって、解離断片が大きな内部エネルギーまたは並進運動エネルギーを持つこと、2重、3重結合等も優先的に切断されることもある、などの特異性が見られている。

以上に基づいて標記の課題に対する回答はおおよそ次のようにまとめられます。

- (1)超励起状態が現在は振動状態を識別して調べられているが、これが回転状態の識別まで可能になり、その上で解離ダイナミクスを観測する

ことから、回転状態のこれらに及ぼす効果を調べることが可能になる。

- (2)多原子分子については、 $I_p$ 、 $I_d$ 、 $I_a$ のいずれの場合も本質的にほとんど構造が見られないのではないかとのコメントが以前からあったが、実際には多原子分子についても多くの興味深い構造が示されることが明らかになった。ここで波長分解能がさらに向上すればこれらの構造がより確かでかつ詳細になり、超励起状態とその崩壊ダイナミクスの詳細が明らかにされ、ほとんど未開拓な理論面について、新しい研究をうながす可能性がある。
- (3)超励起状態の自動イオン化および中性解離両過程の励起スペクトルを回転状態を識別して観測することによって、それぞれの過程の前駆体としての超励起状態の寿命の値が得られる。
- (4)「通常」のコインシデンス実験がすでに多く行われているが、さらに多重のコインシデンス計測が容易になり、種々のダイナミクスの詳細が明らかになる。
- (5)放射光とそれ以外のイオン化・励起の手段(レーザー、電子線、放電等)との組み合わせはすでにその一部が実現しているが、このような利用によって基底電子状態の分子のみでなく励起状態またはイオン状態、フリーラジカル等も容易に測定対象となる。
- (6)放射光の時間構造については、パルス時間幅が格段に短縮化されることが望まれる。
- (7)偏光特性の新しい適用が行われる。
- (8)反応物理化学の歴史は、熱、触媒、放電、電気、光、放射線の各化学反応のいずれの場合においても、これら各反応について最終安定生成物の分析が行われて、その分野の発展が大きく促されてきたことを示している。放射光の場合もこれが可能になる。
- (9)以上のような分子の新しい電子状態とダイナミクスに及ぼす分子間力の効果は興味深く、クラスターを対象とした研究がすでに行われはじめているが、その系統的な研究が望まれる。さらに液相それ自身の研究(特に  $I_p$  の測定)が興味深い。

## ALSとMax-IIとPhoton Factory

## 我々には何が欠けているのか？

廉 罕 雄 (HAN WOONG YEOM)  
(東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻)

私は最近、Photon FactoryのBL-18A, 13C, 11A, 7A, 7B, 1Cなどを利用する他に1995年からSwedenのMAX-Lab (MAX-Iの BL-44, BL-33, BL-22), 1998年からアメリカのAdvanced Light Source (ALS, BL 9.3.2, BL 7.0.1, BL 10.0.1) のuserとして年2～3回くらい実験をしています。1997年にはPFの長期shut-downを利用しMAX-Labに半年くらい滞在し、MAX-Iの最新ビームラインであるBL-33の現地担当者役を務めたこともあります。

このように海外と日本の施設を常に併用していると、(Spring-8の事情はよく知りませんが)現在のPFなどでの軟X線/紫外線研究が(少なくとも固体分光において)如何に遅れているかを感じます。これは主に第3世代光源の挿入光源ビーム

ラインの有無によるものでしょう。しかし、そればかりではなくビームラインを囲む優れた研究テーマとユーザグループ、厳しい自己/外部評価システム、中期的研究戦略に関する議論体制、ユーザ/ビームライン支援システム、情報管理システムなど運営と組織というソフトウェアにおいても極めて大きい差があるのは何故でしょうか？

このような状況では、新しい高輝度軟X線/紫外線光源の必要性は言うまでもないことですが、もっと重要なのは今こそ我々の現在の軟X線/紫外線研究とその体制に対するシビアな自己評価とscientific vision/strategyの立て直しをはかることではないかと思っています。



ALS BL 7.0.1、1999年1月

## — VUV・SX高輝度光源利用者懇談会総会の開催 —

第13回日本放射光学会年会の会期中に、次の通りVUV・SX高輝度光源利用者懇談会総会を開きますのでお知らせ致します。皆様からの活発なご意見を直接うかがえる貴重な機会ですので大勢の方のご参加をお願い致します。

\* 欠席の方は、同封の委任状を、12月24日までに事務局宛お送り下さい。

— 記 —

日時：2000年1月8日(土) 9時半～10時半

場所：岡崎国立共同研究機構 岡崎コンファレンスセンター(部屋は、放射光学会シンポジウム受付付近に会期中表示します)

議題：報告

計画の現状

その他

## 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  
〒106-8666 東京都港区六本木7-22-1  
東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設内  
TEL 03-3478-6811(5411) / FAX 03-3478-2075  
E-mail uno@issp.u-tokyo.ac.jp

## 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賚られています。

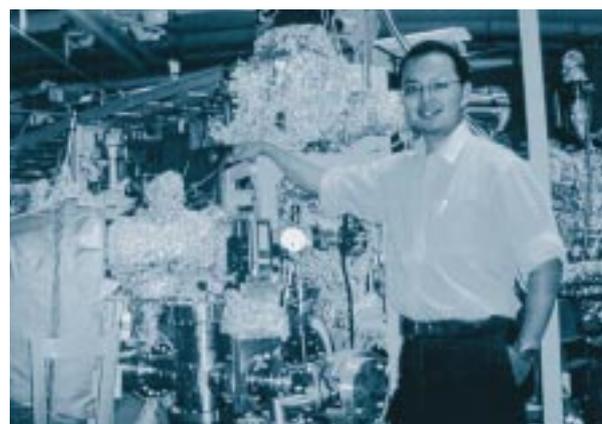
ここに、その企業14社をご紹介いたします。  
三菱電機(株) 原子力部、日立造船(株) 技術・開発本部 真空システム部、(株)東芝 官公システム第二部、川崎重工業(株) 関東技術研究所、信越化学工業(株) 磁性材料研究所、(株)清水建設 電力エネルギー本部、(株)日建設計 東京本社設計部、真空光学(株)、石川島播磨重工業(株) エネルギー事業本部、(株)島津製作所 官庁大学本部、SEIKO EG&G(株) 営業部、住友特殊金属(株) マグネット応用技術部、日本バルカー工業(株) 真空市場開発部、(株)トヤマ

## 編集後記

コロラド大学での2年間のpost-docの後PFに着任してあっという間に1年以上が過ぎました。ユーザー側から放射光施設側に立場が変わって来て、施設ならではの苦勞が少しずつ解りかけてきているところです。すでにきちんと運営されている施設でもそうなのですから、これから新しい施設を計画、実現しようという際の苦勞は、今の私には計り知れません。一方でV・SXの高輝度新光源が必要であることはユーザー、関係者等にとつ

ては論を待たない訳ですから、そのことを多くの人に広く理解してもらわなくてはなりません。編集委員としてこのニュースレターを充実させてゆくことで、多少なりとも貢献できれば、と思っております。

齋藤 智彦 (高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所PF)



Scientia systemと齋藤智彦

## 編集委員名簿

委員長 尾嶋 正治 (東大工)  
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 (物構研)

## 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

〒106-8666 東京都港区六本木7-22-1  
東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設内  
TEL : 03-3478-6811 (5411)  
FAX : 03-3478-2075  
E-mail : uno@issp.u-tokyo.ac.jp