

## 座談会 No. 9 (1993年11月2日収録)

## 「分子科学研究所 UVSOR10周年記念座談会」

## 出席者

村田 隆紀 (京都教育大学)	福井 一俊 (福井大学工学部)
伊吹 紀男 (京都教育大学)	見附孝一郎 (分子研反応動力学部門)
難波 孝夫 (神戸大学理学部)	浜 広幸 (分子研 UVSOR 施設)
神野 賢一 (京都大学理学部)	司会 鎌田 雅夫 (分子研 UVSOR 施設)

## 1. 自己紹介から

司会 昭和58年11月10日初点ということで、UVSORに放射光が出てから10周年になります。それで、今日UVSOR10周年記念座談会を企画させて頂きました。

最初に、自己紹介から始めたいと思います。今日の司会役をさせて頂きますUVSOR施設の鎌田と申します。私がUVSORを最初に使いに来たのは、もう7-8年前と思いますが、8Aのフリーポートのところに、斜入射分光器を持って来て、希土類のN吸収のスペクトルを取りました。4年前にUVSOR施設に来させて頂いて、今度は使う側じゃなくて、お世話する側になりました。天国から地獄に来たようなことになったと感じています。(笑)

いままでは、光電子分光による内殻励起子の研究を物性研のSOR-RINGでやって来て、UVSORでは光脱離や半導体の清浄表面のUPSをやり始めて、おもしろい結果が出だしたところです。

村田 京都教育大学の村田です。私は80年から81年までOrsayのLUREという放射光施設を使う機会がありました。それから帰って来た当時は、UVSORの計画が着々と進んでいて、もうシンクロトロン等の建設が始まっていた頃だと思います。当時のUVSOR研究会で軟X線領域における

EXAFSの話をしたわけです。その後、昭和57年の4月から58年の3月まで、客員助教授というポストが出来たので、喜んで来させて頂いたのが、UVSORに関わった初めです。

幸いだったのは、UVSORに初めての光が出たときに、たまたまそこにいました。当時春日さんがコントロールをしておられたのですが、光が出たということで、コントロール室へ見に行き、その後の飲み会にも参加することができました。

仕事としては、軟X線の分光器を作ることに携わってきました。現在、鳴門教育大学におられる松川さんが、積極的に手伝って下さいました。



鎌田 雅夫氏

もう改造されたそうで、今では旧型になってしまいましたけれども、7Aにある分光器を、松川さんと金沢大学の直江さんと私の三人で苦労して作りました。

伊吹 京都教育大学の伊吹です。私は、1979年の第1回UVSOR研究会で、Wisconsin大学のシンクロトロンを使った経験を紹介する機会を頂きました。これが分子研との最初の出会いです。私は化学の出身ですので、それまでは東大物性研にSOR-RINGがあることも全く知りませんでした。その後、光が出て、正晶先生のグループのBL-2Aの装置を使い、今はUVSORのスタッフの平谷さんとクロロフルオロカーボン類の光吸収スペクトルや蛍光断面積の測定、分子リユードベリ状態の研究を始めました。今でもそうですけども、BL-2Aで長い間お世話になって来ました。

数年前にBL-3A2が立ち上がって、130eVまでのinner valence励起による多価イオンの生成と分解過程も測定しています。結局、この10年間、ユーザーとして非常にラッキーな立場(笑)でした。これからはもうずっとそうありたいと願っています。

難波 神大理学部で難波です。私とUVSORとの関わりは、83年の暮れにUVSORの研究会で、放射光で赤外をやったらどうなるかという話をしてくれないかという話が、東北大に移られました、当



難波 孝夫氏

時のこの現場の責任者をしておられた渡辺さんから連絡が来まして、研究会で発表したのが最初です。その後、分子研で赤外ビームラインを作りたいので、協力して欲しいと頼まれました。その当時、まだ放射光で赤外線を集めてやるということはどこもやっていませんでしたので、やりがいがあると思って、協力させてもらうことにしたわけです。

放射光との出会いとしては、物性研の放射光施設ができる前の田無の核研時代のビームラインに大学院学生の時に連れられて行きまして、真空紫外の吸収スペクトルを測定したのが始まりです。その後、極端な反対方向の遠赤の分光をやる研究室に就職しましたので、遠赤の分光、非常に暗い領域なんですけれども(笑)そこでずっと分光実験をやってきました。

司会 何が暗いんですか。(笑)

難波 遠赤は光と電波のちょうど中間なんですよ。比較的いい光源がないので、そういう意味で暗黒領域と言われたんです(笑)。それから分光領域自身も、マイノリティーだから、そういう意味でも非常に暗い。そういう暗いところで83年ぐらいまでずっと、フォノンとか分子の振動回転の研究をして来ました。

司会 最初から、遠赤までやるという話になっていたんですか。

難波 実は光というのは、エネルギーで分けるんじゃなくて、波長で分けるんですよ。波長スケールで、放射光の分光領域をかかせると、赤外、遠赤が非常に広い領域なんです。それを一つの分光器でスキャンすることはできないですよ。便宜的に分光学上は、赤外、中赤と、それから遠赤というふうに大きく分かれるんです。大体20から25ミクロンぐらいが、その境界になるんです。それで、やってすぐ成果が得られそうな遠赤をとにかく最初にやったらいいと思って、それを最初にしたんです。

神野 京大理学部の神野です。何時だったか良く

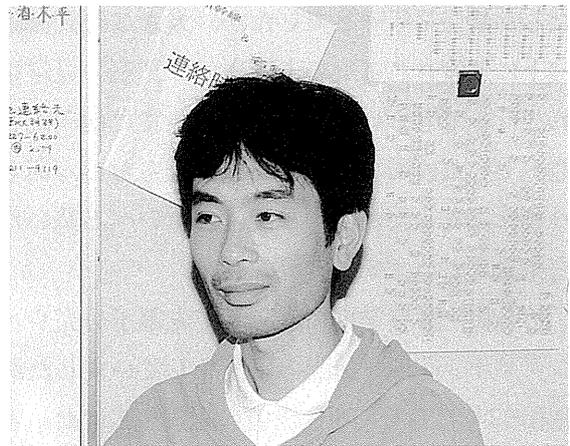
覚えていないのですが、多分、NECのパソコンで元祖のPC9801が出て、まだ間もない頃だったと思うんですが、渡辺さんからUVSORの測定系のデータ取り込みをどんなふうにするのがよいか、コンピュータは何が良いとか、何人かが寄って方針を相談するからお前も・・・と言われて、それで分子研に来たことがあるのが、なれそめと言えますね。でも、UVSORを使いだしたのはだいぶ後のことです。そんな訳で、ここのユーザーとしてはむしろ新参者なんです。ですから、UVSORの生みの苦しみというのを知らずに、成果が出る段階になって、有り難く利用させて頂いています。

私も、先ほどの難波さんのお話にもありました、田無のSORに学生時代に行きました。その後、放射光とすっかり縁が切れて、主にエキシマレーザーを使ったり、瀬谷型の分光器で重水素の光を使ったりというふうなことをやっていました。1987年頃、今は物性研にいる田中耕一郎君と一緒にアルカリハライドの蛍光の時間分解ですけれども、それを偏光で励起して実験をやりまして、ちょっとおもしろい結果が出ていたんです。偏光でやるんだったら、特に時間分解と偏光の両方があるんだったら、やっぱりこれは放射光に限るというんで、UVSORで単バンチの実験をやらせていただくかと思ったのが、そもそもの切っ掛けなんです。

実はその時に大変お世話になったのが、この隣にいらっしゃる福井さんで、まあ、本当になんにも勝手の知らん人間に、よう愛想も尽かさず面倒見て下さったものだと思います。これからは、自分が使わせていただいているBL-1Bあたりで、ユーザー・サイドから貢献できることがあれば、少しでも恩返しをしないと申し訳ないと、心底思っております。

司会 どうも有り難うございます。ちゃんとテープに入ってますからね。(笑)

福井 福井大学の福井です。僕はシンクロトロンに関わりとUVSORの関わりが一緒の人間という



福井 一俊氏

ことで、そういう意味ではUVSORでシンクロトロンを学んだ世代になると思います。今所属している研究室の中川先生が、ここの客員に着任された時にくっついて行ったのが始まりです。その時、今のBL-6A2と8B2にある、現在名大におられる関さんがすごく努力された、PGM分光器の立ち上げをミラーを入れて光を通すところから参加しました。光を知らない人間にとっては、分光器の中身から知ったんで、ラッキーだったと思うんです。それが昂じてスタッフになってしまった。それが多分60年じゃなかったかな。

スタッフになって、いろいろなビームラインの立ち上げにつきあわせてもらいました。自分の研究としてはもともと半導体だったので、化合物半導体の内殻吸収から始めて、それからだんだんビームラインの立ち上げが分光器から光電子分光装置に変わって来ると、自分の実験も、化合物半導体の光電子分光の方にだんだん移ってきたという感じです。

見附 分子研の見附です。私は大学院生のときから分子研とかなりのつきあいがありました。その中でも当時の分子集団研究系の木村、小谷野、正畠諸先生やそれらのグループの助手・技官の方々と学会や研究会などでしょっちゅうお会いしましたし、自分の研究室の先輩達が分子研で共同研究

をしていた関係で何度か見学したこともあります。たしか修士2年の冬でしたか、大きな研究施設が地下に建設されていると聞きリング室の見学に連れて行ってもらいました。当時、まだ偏向磁石を並べていた段階で、その周囲にはもちろん何もありませんでしたが巨大な設備にたいへん驚いたことを覚えています。

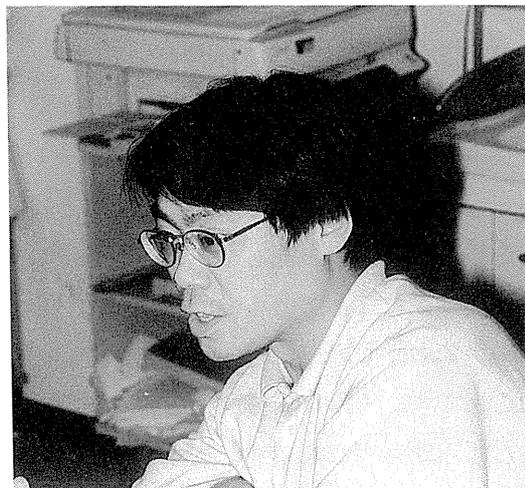
その後、教養学部就職して光電子分光やペニングイオン化電子分光の研究をしていましたが、昭和62年に自分の研究分野の範囲を広げたいという動機で、小谷野先生をお伺いしたところ、二つ可能性があって、一つは実験棟で稼動していたイオン分子反応の装置と、もう一つはUVSORのしきい電子分光・質量分析装置があるからどちらを利用してもいいですよとおっしゃった。それで、完成した装置よりもまだ開発段階で自分の特色を出せる余地がある方がいいのではと考えてUVSORでやってみようと思いを決しました。

まずBL3Bで、ファンデルワールス分子内の電子移動で生成する負イオンを観測しようと装置を改造し調整していましたが、その内に普通の分子からもイオン対解離で負イオンが効率よく生成することが分かってきて、翌年からその方針で仕事を進めて順調にデータを取れるようになってきました。

平成3年の4月に、研究所に極端紫外光科学研究系ができて、反応動力学研究部門が新設されました。私は機会があってこの部門に着任し現在に至っています。今は、BL3Bで気相単分子反応や光電子分光の研究を続けており、さらに、BL2Bで同時計測や金属負イオンの光脱離の実験を開始したところです。

浜 分子研の浜です。ここにいらっしゃる皆さんは光を使う実験をする方々で、僕一人が光源に携わっています。もともと僕は原子核物理をやっていました。ここに来たのは3年前なんですけど、分子研も、UVSORも知りませんでした。(笑)

UVSORがどういう放射光科学に役立つのか、



浜 広幸氏

まるで知らないままにマシンを動かすようになりまして、それだけ乱暴なこともやって来たわけなんです。まずは加速器がどれだけここ数年の間に進歩しているかというのは、多分あまり多くを知られていないんじゃないかと思います。計算機を使ったコントロール、今までのオール・マニュアル、オール・ハードの時代から、今はかなりフレキシブルな運転ができるようになっています。

その他、ローアルファの実験と呼んでいるんですが、加速器のパラメータを変えて、電子ビームのバンチを非常に短くする実験を行ないました。これはなんのために短くするかというと、まず時間分解能をあげるということ、それからDaresburyでやられた、難波さんも関わっておられた、自発のコヒーレント放射光が見えないかということです。これはライナックでは見えていたのですが、ストレージリングでやったら面白いじゃないかと思ったわけです。それで、アルファ、つまりmomentum compaction factorと呼ばれるパラメータを小さくして、バンチを短くするという実験を一応は先駆けた感じでやって、それなりに評価があったと思っています。

難波 今、バンチ幅はどのぐらいなんですか。

浜 通常運転は、500pSということでしょう。

難波 それではスペクトルは変わらないですね。

司会 浜さんが言ってるのは、もっと頑張れば、それより1ケタぐらい下げられる可能性があるということですね。

浜 まあ、1ケタですね。

神野 時間分解分光をやっているユーザーの立場から言うと、それは大変期待に満ちた話になりますけれども。

浜 どの程度の分解能が必要であるかというような定量的な話をしていただければ、検討できると思いますね。それを発展させようとする、いろんな協力が必要だと思います。

それから、あまりやられていなくて成功例も少ない、ストレージリングの自由電子レーザーを理研に移られた高野史郎さんと一緒に、トライしてきました。発振実験に成功して、紫外光の自由電子レーザー光を発生できました。

## 2. 10年の歩みと苦労話

司会 では、次に、この10年の間に色々あった苦労話などを披露して頂いて、後進の若い方々の参考にさせていただきたいのですが。

村田 軟X線用の2結晶分光器の建設は、当初は設計ミスがあったり、分光された光の強度が小さくて、随分苦労しました。直江さんが、独特の頑張り度で光軸の調整をやってくれて、ようやく人並の強度になりました。

司会 結晶そのものは、そんなに悪くなかったのですか。

村田 結晶は、結果的には非常にいいものが手に入っていましたね。結晶を手に入れるのも、松川さんの功績なんです。京都の鉱物試料屋に行きまして、そこから買って来たんです。世界中で、今ベリルを使っているところは、UVSORとSUPER-ACOだけなんです。他はビームが強過ぎて使えない。あるいは手に入れようと思っても手に入らない。ベリルを用いて、1keV以下を分光できるUVSORは貴重な存在なんです。

神野 紫外線やX線のダメージですぐやられてし

まうから、光が強かったら、あっという間にダメになるということですか。

村田 そうなんです。

福井 UVSORでもわざと弱くしてやっていますね。

司会 VUV領域はどうでしたか。

福井 一番苦労されたのは渡辺さんだと思いますけれど。とにかく、あの頃は必死になってやっていただけなんです。でも、どこもかしこもうまくいった覚えはないんです(笑)。とにかく今思えば反省ばかりです。例えば各ビームラインの性能評価が不十分だったということです。つまり、一個、一個をちゃんとピカピカに光るようなビームラインに作れたかという、当時はとても出来なかった。

伊吹 今はどうですか？

福井 かなり違うと思います。現時点では専属のビームラインマスター制になっているので、その人たちがだいぶ蓄えて来ているんじゃないかなと思います。

司会 計測のプログラム関係は、福井さんがかなり世話をされたんですね。

福井 そうですね。あれは自作のプログラムを村田さんや、岡山大学に移られた中村先生のプログラムに合わせて作ったものがベースになっています。

とにかく最初の時点で、ユーザーの要求を全部聞いていたらとてもやってられんということがわかったので、提供するプログラムは基本的に測定するだけにして、解析の方は皆さんにお任せしますということでBASICで書きました。あれで自慢と云えば、どのビームラインも測定プログラムを立ち上げた時は同じ顔をしているので、一回来たユーザーは他のビームラインへ行っても、操作を早く飲み込めるというわけです。もちろん共同利用のビームラインだけに限っていませんけれども。

司会 世界的に見ても、赤外がUVSORの一つの大きな目玉になってると思うんですが、その辺の話を披露していただけないでしょうか。

難波 赤外領域を放射光で見ることを、UVSORでやらせてもらっているんですけども、それまであんまりそんな発想はなかったと思うんですね。放射光を使って赤外をやる。実際にデータを出し始めたのは、分子研のUVSORが世界で初めてでして、そこで赤外ビームライン建設に当初から協力させてもらったんです。84年に、1年間かけて建設したんです。けれども、赤外の分光そのものが分光研究からしたら、非常にマイノリティーなんですね。そういう分光を、ましてや放射光でやろうというのは、勿論私の発想ではなくて、分子研の井口先生の発想だったわけで、非常にそういう意味では先見性があったと僕は思うんです。今まで既に走っている施設に、そういう全く他でやっていないようなビームラインを作るというのは、なかなか冒険でできないんですよ。当時は、UVSORが走り始めてまもなくでしたから、他でやっていないビームラインを作ろう、特徴を出そう、その一つとして赤外ビームラインを作ろうというのは、UVSORが新しい施設だから出来たと思うんです。

一番感じたのは、今はそういうことはないですが、当初はなんで放射光で赤外をやらなくちゃいけないのかという周りの人の理解、それがあまりなかったように思います。分子研からのサポートは、あったんですけども。放射光学会自身の中で、赤外をやるというのは、未だに大変マイノリティーであるわけです。分子研でデータをどんどん出し始めて、それから1年半ぐらい後に、Brookhavenの赤外ビームラインが出来て、そこもデータを出し始めて現在に至っていると思うんです。

司会 UVSORが本家ということですね。(笑)

難波 ええ。85年からデータを出し始めたんですよ。UVSORでは微小試料でやる。それからその後、遠赤領域でも、GPa領域の圧力が、誰でも手軽にできますというのが、実行できたと思うんです。私が東北大学の池沢先生と一緒に放射光で

赤外の仕事をやり始めて数年たってから、日本物理学会で、『シンクロトン放射光』という本が編集されたんですね。その本を見ますと、当時PFにおられた佐々木先生が、「放射光はX線から赤外まで出る。赤外まで一緒にいい光源である」というふうに書かれたんですね。それ以前の教科書を見ますと、放射光源というのは、要するにX線、VUV光源だと。どこにも赤外の赤も出ていなかった。

司会 シングルバンチの起用というものが、赤外と並ぶ、UVSORの大きな柱と思われませんが、その辺の話を語っていただけないでしょうか。

神野 例えばシングルバンチの下での蛍光減衰曲線の測定とか、時間分解分光とかいうのは、今の難波さんの赤外の話とはだいぶ事情が違うわけです。難波さんのお話は、UVSORが世界で初めてやれたんだということでありましてけれど、放射光を使った時間分解分光は、DESYでも随分やっているわけです。また、TACを使った時間相関単一光子計数法は完成されたテクニックですし、そういう点でもここでの実験が、世界初めてという類の形で言われるものではないわけです。しかし、VUVから軟X線域でサブナノ秒のショートパルスの光励起が自由に波長を変えてやれるというのは、これはもう大変すばらしいことです。そうい



神野 賢一氏

うことが、UVSORでは、実に手軽にやらせてもらえる。他ではちょっとそうはいかないでしょう。マルチバンチで測れる寿命は10ナノ秒位だけれども、シングルバンチのときは頑張れば1マイクロ秒位までいける。短い方は、100ピコ秒位が限度かな、現状では。本当に有り難いですね。それまでは、窒素レーザーとかエキシマーレーザーとか、高出力・低繰り返しのレーザーパルスを使って二光子励起でやるしかなかったんですが、これは大変問題です。出来た励起状態をまたレーザーがたたいて、非線形の変なことが必ずと言っているほど起こります。それでは困るわけです。

そんなことで、私たちもシングルバンチを使い出したんですが、同じ頃に、立教大の窪田さんや信州大の伊藤さんたちがBL7Bで、フッ化物のオージェ・フリー発光の測定を精力的にやりましたから、よく一緒になったものです。最初は結構大変でした。なにしろ発光が弱くてまともに分光が出来ず、時にはモノクロを使うのを諦めてフィルターでやったりもしました。それでも、MCAのディスプレイの上に綺麗なDecay曲線が出てくるのを目にして、感激でした。この時とったKCl:BrのBrダイマー発光のDecay曲線をUVSORレポートにのせたところ、それがイタリアのGrassanoの目にとまったらしく、SRパルスの有用性を示す例として彼のレビューに載っています。それが後には教科書を大幅に書き換えるような成果につながっていったと思っています。要するにアルカリハライドの励起子の問題なんです。長い歴史があって、いろんな方が詳しい研究をやられていたんですが、そういうところにも抜け穴があった。その一つがVUV励起での混晶の時間分解発光分光だったということなんです。オンセンターとかオフセンターとか、緩和励起子について結構いろんなことが解りました。UVSORがシングルバンチ運転に力を入れてくれていたお陰で、私どもがやっていたことがタイムリーに運んで、評価してもらえ研究が出来たということ

で、大変感謝しています。

### 3. UVSORの現状と問題点

司会 では、次にUVSORの現状と問題点について、率直なご意見を出していただいて、今後の飛躍の糧にさせていただきたいと思います。

伊吹 外部ユーザーの立場から言いますと、UVSORの加速器を担当されている方は誰であるかは分かります。また、どなたが固体あるいは気体のビームラインを担当されているのかも大体分かります。しかし、各ビームラインの分光器や計測システムについて、スタッフがどのように責任を分担されているのかがほとんど見えないうことを強く感じます。

福井 受け持ちという意味ですか。

伊吹 ええ。例えば測定中に何かトラブルが生じた時、どなたに相談をしたら良いのかということがわからない。ユーザーとしては測定を続けられないこともあり、大変困る事態になります。

福井 今は、受け持ちのビームラインが決まっているだけで、専門で分けているわけではないですね。

伊吹 ということは、ビームラインの受け持ちの方に聞けば良いということですか。

司会 はい。別にその人が全部わかるわけではないけれど、その人がそのビームラインで起こっていることを一応把握して、その人で解決できなけりゃ、他の人の助けを得るというシステムをとり出して、まだ1年半ぐらいです。それもサイエンティック・スタッフだけで全部カバーできないので、テクニカル・スタッフの人に助けをもらいながらやっている状態です。

昔は、ビームラインを見る係もまだなかったし、福井さんがポケットベルで、あっちこちのビームラインで呼ばれて、駆けずり回っていたと思います。それはもう極力やめようと思って、現在はビームライン担当制にしています。

福井 いままでのUVSORではそこまでシステムが

ちゃんと出来ていなかったですね。

浜 それは人数が少ないからなんです。1人がいろんなことをオーバーラップしてやらなければ、とてもやっていけないわけですね。そうすると、どの人がどれだっという区別すること自体が、無意味になって、また、そうすることで自由度がなくなってしまう、ということでその様になったんじゃないかと思いますね。

伊吹 それはよくわかります。しかし、例えばビームライン担当制にかわったならば、そのことをユーザーに是非知らせてほしいと思いますね。

司会 逆もまた真なりで、ここのビームラインで使いに来ている人が、今何をやっているかが随分わからなくなりつつあるんですよ。どこか壊れた場合は、飛んでいくからすぐわかるけど、本当にいいデータが取れているかとか、それこそスペックまがいのきわどい実験をやっているかとか、そういうようなことに関しての、ユーザーとお世話する側の間のコミュニケーションが、ユーザーが増えて来たためか、やりずらくなってきましたね。

村田 僕はUVSORは特攻隊精神でやって来られたと思うんですよ。それは設立の時からそうでしたね。なにしろ初めの頃は、渡辺さんと春日さんの助教授二人と、助手に米原さんだけです。三人でしょう。それから技官が松戸さん、山崎さん、蓮



村田 隆紀氏

本さん、中村さん、この四人です。ある時に私が、外国で、UVSORではサイエンティスト三人とテクニシャン四人でやっていると言ったら、その人が「私はそんな話は信じない」と言うんです。(笑)そんなことができるはずがないと。

難波 これからのことを考えると、共同利用施設として、全国からやって来るユーザーにいい光を供給する施設でありたいのなら、人を増やすことが重要ですね。

見附 一応、人員は増えているんです。技官数が変わっていないのは事実ですが、助教授と助手のポジションは次第に増加しています。それから、極端紫外光科学研究系が2年半前に設置されて、所内用観測システムを担当する人の数が急激に増えました。それでも、20のビームラインのすべてを研究者が責任を持つことは現状では難しいと思います。

司会 だから、そういう面では実際に使っている人が、自分の使うスペックを施設の言っている通りに鵜呑みにせず、自分である程度調べながらやる必要があります。

神野 BL-1Bや7Bでは、一応ちゃんとした蛍光スペクトルが取れる状態までに今はなっていると思うんです。多分スタッフの方が、要所要所に気を配って、チェックするような余裕ができたからだと、思いますね。でも、いつも気を配っとかないと、土台、駄目になる部分というのはあるわけですね。だから、ユーザーも単にあるがままのものを使わせてもらって、取れるデータを取るだけで、あとは、はい、さようなら、とういうのでは駄目だというのは、一回きりのユーザーでないかぎり、もうみんな骨身にしみていると思うんですよ。こちらのスタッフの努力だけで、これだけのたくさんの、かつそれぞれにくせがある装置をちゃんと維持することができるとは思えないですね。これから先は、ユーザーが自分のそこで取るデータをちょっとでも良くしたいと思ったら、もっと定常的にそのビームラインに関わっていくこ

とをしないと。ユーザーと、UVSORスタッフとのインターフェシングというかな、そのやり方を考えないといけないんじゃないかと、つくづく思いますね。

難波 現在のように人員に制限がある状態では、全部のビームラインの管理と性能向上化をUVSORに求めるのは、僕は不可能じゃないかと思うんです。ある程度ユーザーの中でそういうのに興味ある人、固定客ですよ、そういう人にやってもらうというのも、一つの方法じゃないかと思うんです。専用ビームラインが比較的問題はありながらもうまくいっているのは、その計測装置で研究者としてデータを出さないと、研究者の生命が断たれると思う人がいるからだだと思いますね。

見附 その通りだと思います。

伊吹 確かに施設利用と協力研究では装置の使い勝手は全く違います。やっぱり協力研究の方が断然良い。その理由は、今難波さんが言われた通りですが、施設利用でも、何等かの形で各ビームラインのノウハウがユーザー間でうまく受け継がれていかないと、結局のところUVSORから出る論文の量と質にしわ寄せされてしまうだろうと思います、それを心配します。

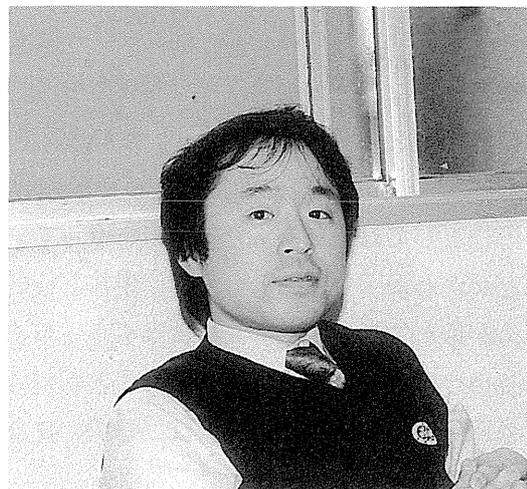
村田 UVSORはとにかく限られたスタッフで、ありとあらゆることを面倒見ていこうという姿勢が基本にずっとある気がするんです。典型的な例として、ユーザーズ・ミーティングをやった後の懇談会を、この方々が総出で作った手料理を出すというようなことまでなさっているわけですね。これは素晴らしい伝統であると同時に、本来ならばそこまで使う必要のないエネルギーを注ぎ込んでおられるということになります。

UVSORに来れば、すべて面倒を見てくれるという感じがあって、使いやすい状態になっていることも多いですね。そういうすべて面倒見ていくという姿勢を、この辺でやっぱり転換されないと、今後は競争には負けていくだろうと思います。

司会 そういう意味で施設の職員を、まだユーザーの人は上手に使い切っていないと思うんですよ。楽なグレードでどンドン時間をつぶしてしまうと、それでいいというようになってしまいますね。それで終わってしまうと、本当にもったいない。

福井 そういう意味ではユーザーグループが、分子研にはないですね。当時そういうものを組織化しなかった私達が言うのも変ですが。

神野 BL-1Bについて多少厳しい言い方をすると、当然出ていいスペックが辛うじて出てるぐらいですね。使い勝手というのも、いろいろ問題がある。それでも、シングル・バルチ・オペレーションをセールス・ポイントとしてやってきて、他ではなかなかそう簡単に出ないような成果が出て、カウントになって来たのが今までですね。そういうことだけで、世界にアピールしていくのは、もうこれから先は難しいとおもいますね。これまでのレベルでこれまでと同じやり方を今後やっても駄目ですね。次の手のことを考えないといけない。そこでどうやって道を見つけていくかというのが、私自身にとっても大変問題です。装置の改良の責任を所内スタッフだけに押しつけるのではなくて、ある程度はアクティブ・ユーザーが分担するとか、新しい実験が出来るような芽を育



見附 孝一郎氏

てていく必要があると思いますね。

見附 UVSOR施設のスタッフのノウハウはかなり蓄積されてきましたし、それ以外に、我々の研究所には装置開発室と呼ばれる極めて優れた設計開発部門があり、その技術スタッフも分光器の駆動機構に関して多くの経験を積んでいる。だから、各観測システムの責任者が本気になって、ある程度大きな予算がそのビームラインについて、しかも一時的に施設利用の期間を犠牲にして改良に専念できるのであればとても使いやすい高性能の分光器や観測装置が作れるだけのポテンシャルを我々は既に持っていると思感しています。

ただし、改良の要望が単一のユーザーから出てもすぐに取り掛かれるかという、それはなかなか難しいでしょう。でもユーザーグループ全体からの強い希望が出てくれば十分にやれると思います。

浜 難波さんが言ったようにきっちりとしたステーション・マスターがいて、どのデータのどの程度の質が、議論するためには必要なんだろうということを知る人がいなけりゃということですよ。ユーザーの間でつながりを持って議論し合う。それからそのステーション・マスターがそれを理解していくという、そういう質的な向上というのがこれから必要なんじゃないかと思えますね。

司会 だから、どういう質を問題にしているかということをもっと自己主張をしていただきたいですね。そういう意味もあって、今ユーザーズセミナーと称して、興味のバックグラウンドを、ユーザーの人に話をして頂いています。それで、なるほど、一つひとつはわりと地味なデータだけでも、目標としてはかなり大きなものを狙っているんだとかがわかって来るわけです。現在どういうデータが取れていて、そのためにはもう一步こういう改良が欲しいんだというようなことを言ってくれるユーザーがたくさんいれば、UVSORは安泰なんですけどね。

伊吹 年一回の研究会のスタイルを変えて、同じ



伊吹 紀男氏

ビームラインのユーザーが一堂に会する場ができれば、データの質の限界も検討できるし、場合によってはスタッフの方や所長にも、いろいろな要望も出せるようになると思います。

#### 4. UVSORの将来と放射光利用への夢と抱負

司会 では、次に話題を変えさせて頂いて、将来のUVSORや他の施設での放射光利用についての夢や抱負を話して頂けないでしょうか。

神野 私は、これからは外部摂動をかけた実験を時間分解分光と組み合わせたいと思っています。ストレスの問題とか、磁場効果。そういう辺のものは試料やテーマが変わっても、かなり共通的にニーズはあるわけですね。それから他からレーザービームを入れて、瀬谷で分光した光と一緒にして、一種の二重励起的な実験とか、磁気共鳴との組み合わせとか、そういうのもある。決してそう特殊じゃないと思うんです。逆に例えばそういうものが今のUVSORのユーザーの中の実験として実際行われて、プロダクトとして出て来たら、今度は関係ないことやっている人でも、ああ、こういうことができるのかということになると思うんですね。いろんなユーザーが一度集まって、その辺の工夫をしたらおもしろい。それは三人寄れば文殊の知恵であって、十分いろんな可能

性が出てくると思います。

難波 今神野さんがおっしゃったのは、多少どのビームラインでも問題になって来ているというふうに感じます。今までのUVSORの使い方では、一般性というのが求められてきたと思います。どのくらい多くのユーザーがそれを必要としているかという観点です。しかし、個々のユーザーの要求には非常にバラエティーがありますから、施設がそれに一々対応できないかもわかりませんが、今後のやり方では、誰でも使えるというより、そこでしかやれない、そういう研究もやっぱり追求しなくちゃ生き残れないと思うんです。

神野 ええ、そうですね。

難波 その結果、研究が非常に特殊になってしまう恐れがありますが。

司会 だから、その結果そのビームラインに合わない、自分のプロポーザルが却下されても文句は言わない。(笑)

難波 そう、そう。それはあると思う。もう、サンプル持って来てデータが出る時代は終わったわけですよ、早く言えばね。先ほど神野さんがおっしゃったように複合手段で、いろいろな条件下での実験をやっていく時代にだんだんなると思うんです。例えば私はイオン結晶、磁性体の赤外の分光をやってるんですけども、磁性体としてはどうしても磁場が使いたい。また、圧力を使いたい。そういう時は、要するにアピールしないと駄目ですね。圧力に関しては、私、渡辺さんがここにおられた時に、どうしてもそれは今後必要で是非やらしてくれと言って、課題研究で申請させてもらったんですよ。3年間。磁場の方は私、自分の大学から超電導磁石を持ち込んで、磁場の中での分光をやり始めたんです。けれども、そういうことにはいろいろ問題はありますね。ユーザーが持って来た装置が、分光器とうまく合わないとか、そういう特殊な目的に関してUVSORから十分なサポートが期待できない。しかし、その時特殊でも、あるデータが出せると、他のユーザーが見

て、ああ、こういうこともできるのか、じゃ、自分もやろうかと。そういう新しいユーザーの開拓というのものも、そこから生まれて来るんだと思うんですよね。

神野 うん、そうだと思いますね。

難波 だから、今後の話に移ってしまうんですけど、UVSORとしても、模索して欲しいと思いますね。UVSORでしか出せないデータを得るためにね。

福井 それだけじゃなくて、マシンの方もいろいろ努力されて、それに対応できる。これからそういうことが当然になっていくと思います。

難波 ところで今、電流値を上げないのは、どういう理由ですか。

司会 その理由の一つは、真空度です。分光器の真空度があまり良くないと、結局光学素子が汚れるんですね。それからライフの問題があって、単に電流だけ増やしても、ライフが短くて、モニターシステムをちゃんと付けないといけない。エネルギーの高いところは、できるけど、VUVの方は、逆にやり辛くて、まだ完全にモニター系がしっかりしてないんですよ。

福井 入れようと思ったら入れられる最大電流は、850mAですか。

浜 1A程度です。

難波 そんなに入るわけ。

浜 マシンの方ではそういうことはやっているんで、結構レコードつくってるんですけどね。供給しようとする、今200だけど、250とか300とか、もちろん寿命によりますけれど。

福井 わざと弱くして計っている、BL-7Aと8B2がありますね。確か、BL-8B2では、有機物の光電子分光をやっていて、あまり強いと、光化学反応で分解してしまうというので、むしろメッシュを入れたりしてやっていますね。(笑)

司会 まだそういうテクニカルな問題はあるんだけど、そのへんは要望との兼ね合いだろうと思います。

伊吹 ただ、どうですか。真空を悪くするガスの供給源がビームラインの方にあるという問題がありますね。

見附 確かにその問題がありますね。でも使える気体試料にあまり制約がないという点はUVSORの特徴でもある訳ですから、その辺は折り合いを付けないといけないのではないのでしょうか。

福井 それはUVSORの宿命ですよ。

難波 だから、これからは特に高電流を希望する人がおられれば、シングルバンチモードがあるように、大電流モードというのも、一日ぐらいあってもいいんじゃないかなという気もしてるんですけどね。ガスを出してダメージを受けるところは、シャッターを締めちゃって。

司会 またX線の方はウィグラーを使っていくということが、ありますね。そういう運転モードもあります。

では放射光を利用した、今後の夢や抱負をお願いします。

神野 僕が今、一番興味を持っているのは、励起状態の緩和の初期プロセスです。固体の中でのダイナミクス、固相における光化学反応といってもいいと思いますが、難しくてなかなか判らない。それでも、励起の遍歴性と電子相関、それに電子と格子の相互作用、こういったものが実に微妙にタイアップしあって、ドラマチックな現象を起こしていることは見えてきているんですね。放射光が活躍する場の一つがここにあることは確かだと思います。イオン結晶では電子格子相互作用が強いというのは当たり前なんですけども、これまでは大体その面ばかりが強調されていた。ところが、格子緩和、要するに励起状態へ持っていったときに、結晶の局所構造が変わるわけなんですけれども、極端な場合は、格子欠陥ができたりするわけなんですけども、そういうものの出来方が、初期励起状態の内部自由度、例えば励起子の軌道半径の大きさとか、スピン量子数の違いと不即不離の関係になっていることが、日本の研究者の最近の

いろんな仕事で出てきているんですね。電子相関、電子・正孔相関ですけど、それと電子格子相互作用がそれだけ露な格好でミックスして起こっているのがはっきりしている例は、他には知らないんですよ。ただ、そのメカニズムが、要するに判らない。この辺りの問題をきっちりさせていくということは、単にイオン結晶だけの問題ではなくて、化合物半導体やアモルファスとか、ちょっと大袈裟に言えば、凝縮系全体の問題につながっていきたくらうと思っています。私の場合、夢や抱負といえば、放射光の利用の仕方斬新なテクニックを見いだして、この辺りをスカッとさせてみたいということです。

司会 格子緩和がらみの話に関しては、内殻励起のオーグジュリー発光など、いろいろと面白いテーマがたくさんありますね。最近信州大学の伊藤さんと香川大学の伊藤さんがやられた、光増幅の実験は随分面白いですよ。このように少しエネルギーの高いところで、新しい話がでてきていますね。ガスの場合はどうですか。

伊吹 ガスでも凝縮系に近いような、クラスターがらみの話がありますね。

見附 そうですね。大きなクラスターを光励起したとき、どのようなリユードベリ状態やエキシトンが生成して、それらがどのようなチャンネルへ緩和していくのかというようなことはまだほとんどわかっていません。それから、気相の分野の将来としては、放射光とレーザーとを組み合わせた新しいタイプの実験を考えていく必要があると思っています。このことは、価電子領域でも内殻領域でも変わりはないでしょう。一例を挙げると、放射光励起で生成した解離分子のレーザー誘起蛍光や多光子イオン化、あるいはレーザーで特定の量子準位に励起した分子の光吸収測定や光電子分光など、考え出せばいろいろあります。

伊吹 実験的には分子の電子状態、要するに励起した最初のステートとその後の反応との相関の問題というのが大切ですね。それからもう一つの点

は、これからは理論計算の方との共同研究が避けられなくなると思います。

司会 今度分子研の理論の教授に慶応大学から岩田先生が来ることになっています。だから、その辺の理論的な方面は、ずいぶん力強くサポートしてもらえると期待しています。

軟X線の方もベリルが実際に使えて、1keVのところでもスペクトルが取れるという利点を生かしていくということが、あり得るんじゃないですか。

村田 全くその通りだと思うんです。Na原子というのは、地球上の存在比率が非常に大きい原子なんですけれども、最近ようやくここでNaのK吸収がとれるということが知られるようになったらしくて、方々からいろんな話が舞い込んで来ます。特に鉱物関係、地球科学の関係の人たちが大変興味を持っているようです。Naを含んだ鉱物のマンツルの中で作られたものが、どんな構造をしているのかを調べたい。これはXAFSに関することですから、構造解析につながるんですけども、そういう吸収スペクトルのデータが、全然ないわけですね。測ろうと思ってもどこにも測るところがない。そういうサンプルを、ここでしか測れない。そのスペクトル出すだけでもまだやるのがたくさんある。その意味では遠赤外と同じように、暗黒領域ですね。それと同時に、コンビネーションの実験というものも当然進むべき方向です。

司会 今UVSORでは2台あるundulatorの一方を円偏光にして、スピン偏極光電子分光装置をそれに付けようと計画しています。放射光の持つ偏光性は大変魅力ですからね。

福井 皆さんの言われたことは、結局シンクロトロンの特徴を利用しているということです。コアを叩ける、サイト依存性、時間分解、あと偏光ですね。偏光を考えると、BL-5Aに計画しているスピン偏極光電子分光とかがあるわけです。

また、時間分解に関しては、今までやって来たところの範囲で、ノウハウもあるし、マシンもさっき話題に出た様にいろんな問題を解決している。

こんな条件の良いところは他にないんですね。なおかつもっと進んだことをやれそうな、個人的感触を感じています。

やっぱり売り物だと、僕は思っています。すみません、ちょっと営業的な言い方をしてしまいました(笑)

もう一つ、先程話題になっていた組み合わせでは、SRの特徴同志の組み合わせ、例えば光電子分光と時間分解とか、そういう使い方もあるだろうと思います。これから、他の施設との差別化という意味でも、そこがおもしろい分野になるんじゃないかなと思っています。

難波 ジェットや気体の発光が測れる装置は、世界的にも少ないですね。

伊吹 あまりないでしょうね。また、エネルギーが高くなれば、いままでのような可視紫外の発光のみならず、真空紫外から軟X線の発光分光も可能になるし、是非とも測定したいと思っています。

村田 話は少し違うのですが、これまでUVSORは類似のリングが世界で少なかったために、その地位が安泰だったということがあります。しかし、最近と同規模のリングが続々と現われはじめましたね。バークレーのALS (Advanced Photon Source) は完成披露をしまして、ルイジアナ州立大学のCAMDという施設は、ほぼ1.3GeV弱のものですが、もう動いています。どちらのリングも、大変な意気込みでこれからの研究を進めようとしています。BESSY IIも計画されています。このように世界中に強力なライバルが次々と生まれつつあります。UVSORは第二世代のリングで、ビームそのものは決してローエミッタンスではないわけですから、このような環境の中で生き残っていくためには、かなり特徴を出さなければいけないと思いますね。

福井 UVSORは10年たったんですからそれなりに、時代に遅れてきている。しかし、僕はDaresburyを見た時に、じゃ、あそこは時代に遅れたから、どうかというと、むしろ枯れて、使い

やすいところがあるなあと思ったりもしましたけどね。

伊吹 そういう意味では、UVSORは10年前と比べて今はうんと使いやすいですよ。安心して使えますからね。

浜 そんじょそこらをヒョイヒョイと変えられないということもあって。だから、やっぱりある種の使い分けをやっていくんだろうと思いますけどね。

福井 そういう意味でも僕は差別化というのは、これから絶対大事だと思うんです。シンクロトロンは普通になって来ますからね。まあ、普通って言うのは言い過ぎですが。

浜 例えば、Daresburyは古いマシンですよ。遅れちゃいかんというので、ラテスを変えているんです。ローエミッタンス化しているんですよ。それはもうだいぶ前ですけど。もちろんそれをやる時には、1週間や2週間のシャットダウンで物事はすむわけではないんで、思い切ったことをやっただけですね。そういうことを今までやらずに来て、これからも生き残るといふわけにはなかなかいかないので、ここの特徴というものは一体何かというのを、とにかく重点的に考えていくということをやらざるを得ないですね。

難波 分子研のいいところの一つは、小回りがきくということだと思うんですよ。例えば高分解能の分光を考えると、観測系だけでやろうとしても、限度があるところがあるんですよ。この前LundのMAXにでかけて話を聞いてきたのですが、あそこは100eVで、17meVの光電子分光ができるんです。それは分光計だけじゃなく、光源とどういふふうにもマッチングとるか、マシンの人と相談して、ああいうビームラインが出来たとか、そういう話をしていました。だから、本当に高分解能を目指すんだったら、マシン系の人を入れて、その小回りがきくところを大いに利用して、光源の方も性能をアップすることが必要ですね。

福井 あと、もう一つは、ここは、善きにつけ悪しきにつけ、分子科学研究所というものの所属であるということです。その意味では、分子科学研究所のIn House Staffの、見附さんがおられる部門が出来た。今までの努力でそういう部門が出来て来たわけですよ。これをもっと大きな部分を占めるものにしていかなければいけないんじゃないかなと思います。

司会 あと、分光器の話ですが、今日大阪市大の石黒さんに来てもらう予定をしていましたが、都合で来れなくなりました。彼が来てくれれば、分光器の位置付けがきちりしてもらえると期待していたんですが。

UVSORでは最初にPGMを入れて、それはそれなりの性能を発揮していると僕は思いますね。だけど、世の中の進歩に応じて、もっといいものが必要になってきています。それに関して、石黒さんの考えられたBL-3A2の定偏角分光器は実は非常にいいマウントなんです。それをBESSYのPeatmanが真似て、それを一生懸命作ろうとしているぐらいです。ただ、それが完全に使い切れているかとか、完全にチューンナップ出来ているかという点で、残念ながら一歩引けを取っている。SX700とか、ドラゴンとか、外国の有名ブランドですべてがいけるという世界ではないですからね、EUVの領域では。まだまだ技術的にもちゃんと頑張らないといけないですね。また、そのいいアイデアが実は身近にあるんですよ。

伊吹 これまでの10年間はポストに余裕がなくて、分光器については主に石黒さんに頼らざるを得なかった。しかし、これからは分光器担当者を何とか確保できないかと痛感します。というのは、分光器の性能に疑問を抱いたとき、自分の取ったデータに自信をもてなくなってしまうからです。

村田 ちょっと後向きかもしれないけど、今あるものの性能をフルに引き出すということ、後回しになって開発のために少し置いてきぼりになって

いる部分を、まず整えていただくことも大事だと思いますね。またまた開発にエネルギーを注いだために置いてきぼりになったものは、相変わらずそのままということが続くと困ると思うな。

難波 だから、今あるやつを本当に使い切るという視点と、但しそれだけでやっちゃうと、次の発展が出ない。

村田 そう、そう。

難波 その両輪の。

村田 バランスがね。

難波 問題だろうと思っているんですけど。だから、その辺はいろんな意味で、人容が多ければ、いろんなものができるでしょうけど。

福井 常にその問題に戻って来るんですよ。

見附 分光器については、所内用観測システムでもいろんな悩みを抱えています。担当している研究者が何代も替わっているのに、申し送り事項はおろか昔の記録がほとんど残っていないんです。この前もグレーティングの交換と光軸合わせをやるうとして随分と困りました。まず、前任者に電話連絡しその人の教えてくれた情報をもとに順次過去へ遡っていったのですが、分光器を納品した当時の業者側の技術担当者にコンタクトするのに一週間以上もかかったのです。BL2B2、BL3Bとも技術担当者が運良くまだ会社に在籍していたので助かりましたが、もしその人が退職して行方不明になっていたらと想像するとぞっとします。今後は後継者にきちんとしたマニュアルを作って残すことが大事だなとつくづく思いました。

司会 将来的には、ここはガスのハンドリングが結構できると思っています。去年度の終わりに特定ガスの処理装置が付いたんですよ。あれが本当に働き出すと、よそではやり辛いようなガスも、まして化学の人もたくさんおられるので、ハンドリングに慣れた人もおりますから、やれると思います。このように放射光自体ではありませんが、全体的なバックグラウンドとしての施設のそういう能力は、ずいぶん力強いものになるという気

がします。

## 5. 最後に一言

司会 そろそろまとめをしないといけないので、皆さんに今日の感想を含めて、最後の一言ずつをいただいて、終わりにさせていただきます。

浜 UVSORは一定期間の役目は終えたんじゃないか。終えて終わっちゃうわけにはいかないの、本当に大きな変革をしていかないと、これから新しく作り上げていくことはできないし、そういうことができない、あるいはやろうともしないような施設は、どんどんつぶされていかざるを得ないんじゃないかと思いますね。

見附 この座談会で皆さんの話を聴いていろいろと参考になりました。施設の変革はかなり早急に取り組む必要があるという気はしているのですが、それに向かって手を拱いているわけではないことを理解していただきたいと思います。

それから、私が担当している所内用観測システムについて一言。ほとんど自分達のグループが専有的に使えるという点で、おそらく他の放射光施設の研究者に比べてかなり恵まれた環境にいると言っていいでしょう。だから、我々が世界的に競争力のあるデータを出せなければ非難されても全くしょうがない。これまでもそう感じてきたし、これからさらに周囲の厳しい評価にさらされるようになると思います。

過去を振り返ってみると、かなり独創的な研究をしてきたという面ではある程度自慢できるという気がします。ただ、UVSORの気相グループの仕事の全体を見渡すと、共同利用の放射光施設なら必ず備えていなければいけない実験装置が欠けているところがあります。例えば、高分解能の角度分解光電子分光とか内殻領域のイオン・イオンあるいは電子・イオン同時計測とかの装置。本来、こういった類の実験は創設期から計画して実行していなければならなかったものでして、それらが抜け落ちているのは気相グループの大きな手落ち

だったのではないのでしょうか。今では世界中どこでもやっていますが、私の印象ではそれでもまだ間に合うしUVSORに必要だと感じています。近い将来計画として、気相の分野の背骨となるこういった基礎的研究と、かなり冒険的な試みとの二本立てで進めていきたいと考えています。

福井 世界のSR施設の中でのUVSORというのは中小店舗ですから、中小企業が大企業の中でどうやって生き残っていくかという、正に普通の会社で行われていることと同じ立場で考えればいいんだと思うんです。そういう意味では差別化は避けられない道かなと思います。どういう風にするかは問題ですけど、私個人としては、SRのパルス性に特化してもいいのではと思っています。一方で、分析機器というかルーチン化して、膨大な人数の研究者が利用するもの、たとえばEXAFSがあります。光電子分光もそうなるのかも知れません。こういうものは店としては品揃えしておかねばなりません。この辺が難しいですね。本当に10才ともなると大変だなと思います。

難波 赤外利用の立場からUVSORを見ますと、先ほどからUVSORもそろそろ二回目になるので、見直しが必要になってきているというお話が出たかと思うんです。そのためには、できることを協力させていただきたいと思っています。その将来像は、多くのユーザーが使いやすいというものをベースにして、UVSORでしかできないよう

な仕事をやっていくという、二つの面があると思うんですね。そういうことを志向できるような赤外ビームラインが、二回目目のUVSORとして、立ち上がって、もう一度先頭に立って走れるようになるといいなと思います。

伊吹 今までの10年にUVSORに欠けてたものがあつたとしたら、それは健全なる批判勢力だろうと思います。その勢力は、ユーザー間でUVSORを発展させるための組織でなければならないし、同時にスタッフ側の意見や反応を生かせるシステムでなければならないという印象を持っています。

村田 これからは競争相手が相当出て来る。今度は外圧がかかって来ると思うんですね。

ですから、それを意識した変革というものは、是非とも必要だと思います。

司会 一言だけ言うと、これだけの装置は、どこにでもあるものじゃない。ごくありふれたように見えるデータも、ちゃんと取るにはそれなりの努力が必要で、かつそのデータもいろんな意味で重要であると思います。ただ、世界が相手だということで、ここで一つでも、二つでも光る仕事を、どういう形で作っていくかということにも心を砕きたいと思っています。最後に、UVSORに出掛けていったら楽しいなという環境を作るように努力したいと思っています。

どうも今日は有り難うございました。

