

学会設立特別座談会 No. 4

出席者（五十音順）

飯高 洋一（帝京大）

小塩 高文（芦屋大）

糟谷 忠雄（東北大）

高良 和武（'88年度本学会会長）

佐々木泰三（'89年度本学会会長）

田中 治郎（三菱重工）

塘 賢二郎（大阪府大）

富家 和雄（高工研）

司会 神前 熙（富士フィルム）

（1989年2月25日、物性研にて収録）

神前 今日では学会設立特別座談会ということで、学会の設立に際してのコメントが今までの座談会でもいろいろと出ているようです。私は、はじめ60歳以上ということに反発したんですが、経験豊かなものを後の世代に伝えるという意味とか、定年になればより自由な立場ですから、差し障りがあるような発言も気楽にやっていただけるのではないかと。そうすれば座談会も、今までのよりは読んで面白い記事になるのではないかと。そういう希望的観測で司会を引き受けたわけです。

お集まりの方の相互間は皆さんご存じと思いますが、まず自己紹介をしていただいて、あとは気楽にフリーな発言で結構ですが、大筋としては今までの研究を振り返って、いちばん印象的な仕事をお話いただいて将来への展望、要するに回顧と展望というようなことが内容になるかと思えます。

簡単に自己紹介をお願いいたします。

私は84年に物性研を定年退官しまして、その後会社勤めをして、新米社員で富士フィルム足柄研究所で、ハロゲン化銀乳剤の基礎研究の好きなことをやらせてもらっているということです。

富家 まだ高エネルギー物理学研究所の放射光実験施設、光源系の主幹をやっていますが、この3月で定年になります。そのあとは非常に気楽にやっていこうと思っております。

高良 78年に東大から高工研に移りまして84年まで放射光実験施設で働きました。そのあとは高エ

ネルギー加速器科学研究奨励会や放射光学会、それから学校法人の筑波研究学園などで若い方たちと一緒に仕事をさせてもらっています。

佐々木 僕は履歴というと非常に古いんですが最近のことを申しますと、高良先生のお手伝いで80年に東大から高工研に移って、放射光実験施設の建設に従事しまして、85年に高工研を定年で辞めました。それから阪大の基礎工に移って、そこに3年おりました。昨年3月に今度は2度目の定年ということで、現在はたいへん気楽にやっております。

飯高 東大薬学部に居りまして高工研との関係は放射光実験施設の計画以来ですが、昨年定年になり、現在は帝京大学医学部にあります。八王子キャンパスで一般教育に携わっており、現在もっぱら医学部の物理学の授業の一部を担当しております。



神前 熙氏

富家 物理の先生なんですって。(笑)

飯高 いつのまにかそうこうことになりました。

小塩 ずっと大阪市立大学にいましたが、昭和58年に定年退職しまして、あと2年間広島工業大学にいて、そのあと芦屋大学にいます。芦屋大学はご存じの方はご存じなんですが、女子大ですか、短大ですか、文科系ですかとか言われるんですが、教育学単科大学なんです。そこの大学院に技術系が、ごく小さいもので技術教育専攻が一つできて、そこに勤めております。

塘 大阪府立大学工学部で、まだ現職ですが、3月31日で定年退職いたします。SORとの結びつきは、INS-SORといっても若い方はご存じないでしょうが、現在INS-SORの運営委員長をいたしております。

糟谷 SORとはいちばん縁が遠いんじゃないかと思いますが、どうもこの中では一番の現役らしくて、定年までまだ2年あります。1965年に物性研から東北大に第二物理ができたときに移りまして、その後ずっとおります。SORとの関係は何かというと、私もあまりよくわかりませんが、物性のほうでSORを使った実験でいちばんうるさいことを言ってきたということで、いろいろうるさいことを言うやつは何かさせてやれということで、物性研とか高工研の委員をいろいろさせられたということでもあります。

理論ですが、だいぶ前から実験講座の担当の方が本職になっておりまして、私もどちらが本職かわからないようなことなんです。今いちばん関係が深いことといたしますと、東北大で核理研の次の計画として原子核実験用のストレッチャー・リングと放射光用の共用リング計画が進んでおりまして、その推進委員長にさせられておりますので、皆様はご自由に発言できる立場かと思いますが、発言しにくい立場なんです。(笑)

田中 61年に高工研を退職しまして、今は三菱重工の顧問というのきな仕事をやっております。放射光は、高良さん佐々木さんや富家君と一緒に

建設のしょっぱなからおります。筑波には高工研の建設当時からあります。

神前 私は84年より前のことしか知らないですが、日本のSOR研究はINS-SORグループに始まって、SORリングの建設、それからフォトン・ファクトリーの完成、そういうことで本格的になったわけです。それが第1世代とすると、その後、分子研のSORはすでに動いておりますし、そのほか新しい計画が全国的に始まりつつあるということでしょうか。

現在を第2世代とすると、これから将来の第3世代になるわけで、将来の発展を踏まえて今までの経験を回顧して何でも結構ですからお話してください。放射光学会設立特別座談会ということもありますので、学会に対する意見も含めてお話しいただければと思います。

歴史的発展をふりかえって、研究のアクティビティが非常に上がったということも結構なんです。学会ができたということはまた別の意味が非常にあったと思います。学会の創立の段階では、私は受け身で、そのへんの中心におられた高良さんから、口火を切っていただければと思います。

高良 INS-SORの歴史から始めるということでしょうか。(笑)

神前 いや、それをやりますと、メンバーのしゃべり癖からいって2時間ではとても終わらない。(笑)

高良 放射光学会は昨年4月に発足したのですが、実際にはその前に1年以上にわたって関係者の間で、そのための準備が行われていたわけです。さらに、それに先だって数年にわたり、放射光学会のようなものを作ったらという議論が、いろいろな場所で行われてきましたが、きっかけの一つとしてはPF懇談会の問題がありました。PF懇談会はもともとフォトン・ファクトリー計画を推進するために作られたのですが、施設が一応できてからは、その役割、性格について、いろいろな議論が行われました。とくに佐々木さんたちの努力

で、PFニュースが発行されるようになり、それとの関連も議論されるようになりました。一方、INS-SORのほかに電総研、分子研のリングが運転を始め、さらに大、中、小のいろいろなリングが、いろいろな所で建設あるいは計画が進められるようになってきました。

神前 最初のトリガーはどのあたりですか。やはり高良さんですか

高良 いや、みんなです……。

佐々木 これは誰が言い出したということではなくて、PF懇談会を中心に懇談会をどうするという話があったり、「PFニュース」の性格がこのままでは中途半端で、学会誌みたいな面も入れてほしいという希望が多いけれども、研究所側が予算を出してユーザーに配布する雑誌としてはちょっと限度があって、そのご要望には十分こたえられない。

懇談会も「PFニュース」もちょっと行き詰まったようなところがあったので、どうするかと考えているうちに、いっそのこと学会をつくらうかという話しが皆さんから出てきたような気がしますね。

冨家 フォトン・ファクトリー懇談会で、その当時は高良さんが会長を努めていて、任期がきたので降りようとしたのかな。だから、田中君も僕もそう言ったんだけど、どうせ学会をつくらなきゃならない。その仕事があるから、もう1年続けて



冨家和雄氏

くれと言った覚えがある。

田中 それは僕の記憶ではこうなっていますよ。PF懇談会があって、要するにPF懇談会はPFに固有のものであるという考え方とか、他の放射光施設も含めた方がよいとか……。それならPFという名前がつくのはどうかとか、いろんなことを言う人がいまして、それならいっそのこと新しい会をとという話がありましたね。

高良 学会を作るための準備作業は、PFの岩崎さん、大隅さんを中心に1987年の初めごろから行われていました。全国の関係者に、企業の方も含めて広く設立発起人をお願いしたのですが、その過程で、学会の目的、性格などについての質問が以外に多いことを知り、コミュニケーションの大事なことを痛感しました。設立発起人の幹事会では、早速、設立趣意書の作成、学会の組織、定款などの検討、事業などの検討についてワーキング・グループを作ることを決め、それぞれ安藤さん、大隅さん、藤井さんに世話人になってもらいました。夏から秋にかけて皆さんの熱心で精力的な活動により、暮ごろには定款もできあがり、評議員、会長候補者も投票で決まりました。そして、88年春、学会の設立総会がおこなわれ、ただちに学会活動が開始されたわけです。

神前 僕はその時点では外にいましたが、学会は学会なんだけど、ほかの学会というか標準的な学会に比べると、設立の意義には独特のものがあると思うんです。分野もそうですね。今までこれがない時点だと、皆さん同じ光を使って研究しているんだけど、アカデミックな発表は全部ばらばらのところでやって、それで終わっている。もっともユーザーズ・ミーティングもあります。

もう一つは、内容的に生物から物理、化学と非常に広い分野にわたっていますし、今までの座談会を読ませていただくと、ちょいちょい出ているんだけど、いわゆるマシンの関係の方と測定系とか光ユーザーの方と、ある意味で異質のものが一体になってやるようなファクターがある。そ

ういう意味で設立の意義は非常に大きいわけです。そういうところを運営上に生かして、設立の意義が実現されるようにやっていただきたいということなんです。

それから、見ていますと、ほっておくと特定のユーザーだけのものになるというか、新しいユーザーが参加するときのバリアーみたいなものが、いろんな意味であるのが現実だと思うんです。そういう面を打開する意義もあります。

もう一つは、今までの普通の大学の研究室、要するに小スケールの研究室とは違う点があります。例えば若い世代を育てる、大学院学生を育てるという面は意識してやらないと、放っておいてはなかなかうまくいかないだろう。これは別に学会だけに期待することではないんですが、そういう面をこれから改善していくことが、将来の放射光の研究の非常に大事なことではないかと考えます。

高良 いま神前さんがだいたい指摘されましたが、確かに広い範囲でしなきゃいけないという声はみなさんからもありますが、まだ完全にはできていないのではないかと。

神前 小塩先生はINS-SORの草分けリーダーであったわけですが、放射光学会設立について一言お願いします。

小塩 きょう勘定してみたら69歳だったので、本席は60代以上で上限はないけれども、上のほうへいっちゃったなと思っていたんです。最初のイントロダクションといっても、私から見ると、ちょっと一時代進歩したところが標準的に原点になるという感じがします。私がしゃべるとなると、ほかの方とちょっと違ういきさつがあります。ほかの方は少なくとももともと物性関係の住人なんです。

神前 いや、僕は物性ですが、顔ぶれをごらんになるとわかるように、今日はマシンの方も含めて各分野の方が出席していますから……。

小塩 ちょっと自分の歴史にかかわるんだけど、私は宇宙線のグループにいたんです。宇宙線の班に関連して原子核研にも設立のときから出入りし



小塩高文氏

ていたわけです。30年ごろは宇宙線部門には2種類ありました。つまり、宇宙科学としてやる1次宇宙線と、加速器でできるよりもっと高エネルギーのものを、線源として宇宙線を使って素粒子学をやるといふもの、これを2次宇宙線といっていました。

2次宇宙線のほうは、年々歳々エネルギーの下のほうから加速器に追われていくということで、そのまま立てこもっていると、みんながジリ貧になるだろうと云う空気が瀰漫してしまっていて、昭和30年代になると、一斉に、そのころ出てきたスペース・サイエンスのほうへ拡大、拡張して出て行きました。例えば早川とか小田とか西村といった人々も、そのころスペース・サイエンスに行ったわけです。

私の方も当時5ボスと称して5人で宇宙線の研究者グループを差配している先生方がおられて、そのリーダーシップも加味して宇宙線研究者グループで討議して、どういうものを各自がデベロップしていくかというようなことを相談しながらやっていたわけです。目立ったスペース・サイエンスの中にソフトX線があるという話があって、私は全然タッチしたこともなかったわけですが、そちらへ出ていったらどうかというセッションがあったんです。

神前 それは学問上というか、このごろは超新星なんかでスペクトル変化のようなことも話題に

なっていますが、そのころ軟X線の研究が出てきたのは、どういう学問的背景があったんでしょうか。

小塩 一つはオプティクスとX線が、波長の側からいうとツビッシェンゲビートというか、軟X線のところはまだ境界領域で残されていたわけです。そこは開発をして埋めないといけない。

神前 要するにブランクだから埋めましょうということですね。

小塩 もう一つは、物質との相互作用が非常に強いところだから、地上からの観測で取り残されたところなんです。それをヴィークル(Vehicle)と称していますが、ロケット、人工衛星ですね、これが発達してきたものだから、観測器を持ち上げて大気圏外へ出て、そこから観測できるようになった。それとこれとがマッチしたわけですね。

だから、軟X線の技術は、まだ未来に属するけれども、できた暁には非常に有力なものだということ。国際的にも国際地球観測年(IGY)をトータルでやろうという機運が出ています。国際的な機関としてコンパーという組織も出てきている。そういうことです。

それで当時私はX線は全然素養がなく、宇宙線の中でも特にエネルギーの高い、一つの粒子で10の17、8乗から20何乗というような地下深く貫入する宇宙線を扱っていたわけですが、一変してエネルギーのうんと低いところへ出てきたわけ。様子が全然わからないものから、私は阪大の出ですから、沢田先生の門をたたいて成人教育、速成教育をしていただいたんです。だから参考文献なんかも見せていただいて、つまり組織的な勉強と云うのではないが、ポイント、ポイントを教えていただいたわけ。教わっているときに沢田先生から、有力な光源としてはシンクロトロン放射というものがあるんだということを知りました。

一方で原子核研究所のほうは、宇宙線にいたわ

けですから、高エネルギー部も低エネルギー部も顔見知りでしたから、富家さんも顔見知りでした。あのころはどこにおられましたか。

富家 東大にいました。

小塩 それでも知っていましたな。グループがづなっていたものから、知り合いだったわけ。そのころから一つはエネルギー・ロスの関係で、シンクロトロン放射はシンクロトロンのロスの元凶と云うことで注目されているんですが、逆にそれを有効に利用しようとするんです。沢田先生のお話で孔を予約しておいたという話がありました。それでトンボリアンからもらったペーパーを見せていただき、シュビンガー、パラットその他を見たりした。

一方、原子核研究所へ行って、核研で出来上ろうとしている電子シンクロトロンの仕様はどういうものですかと聞いて、これに合うシンクロトロン放射はどういう性質のもので、エネルギーがどれだけ出るというのを計算すべきだ。それで理論の笹沼君が大阪市大にいましたから、実験に替われ。大学院生でいたものから、これをやるとポストが得られるぞということでその気になって、それを連れ込んで計算をしていたわけ。

その間に佐々木さんとの出会いがあるわけです。その後ですが私は設備も基礎技術も持っていないものから、佐々木さんを頼って笹沼君を石黒先生の研究室へ施設の国内留学で行かせたんです。その間に天文台で、大阪市大で使うための斜入射分光器を買って貰いました。それで市大の軟X線分光研究体制も急速にビルド・アップしたという格好になったわけ。

その間に大事なことがあるんです。昭和37年4月に素粒子分科会でこの結果を、一方、核研のテクニカルレポートに英文で発表したとともに、物理学会の講演会で話をしました。私は原子核研究所の、高エネルギー部の電子シンクロトロンの重要な使い道にこれがあるぞということを知り、素粒子のグループの人にPRするつもりで出したわけ。

だから素粒子分科会へ出したわけです。

ところがプログラムを見て、たしか佐々木さん一人だったと思うが来られて、そのときにこれから本格的に2人でやろう、と云うことになりそれから今まで仲よくやって来たわけです。

最初にINS-SORグループとか、自由研究会、私設研究会、プライベートな集会をつくろうとして、オプティクスからX線分光までに実績のある研究室に呼びかけて、INS-SORの発起人会をつくって呼びかけて、思っただけのグループ全部が参加してこられたわけです。

そのときちょっとした挿話があったわけですが、突出すると出る杭としてたたかれるのは日本の常だとか言うから、教授をマークしたときは助教授もペアで誘うとか、助教授をマークしたら、教授もペアでそのグループとして誘う。そうするとズルッと連盟みたいなのができて、だれもたたかれないで済むだろう。そういう構想でそうだったので、(笑)事実そうだったので、うまく行ったわけです。

委員長をやるのも、手を挙げては逆効果になるだろうから、最初から投票でやったんです。その結果、最初の十数年間は私が委員長で、佐々木さんらと一緒にやって、メンバーも急速に増えてきたという格好になっているんです。

詳細なレポートは、佐々木さんの書いたものに組織的に出ております。「日本と世界の放射光研究一回顧と展望—そのI」*の日本における放射光研究の初めのあたりのことを補足してみると以上ようになります。

佐々木 縄文時代だ。(笑)

田中 佐々木さんだって縄文時代だ。(笑)

小塩 そのころ塘さんは沢田先生の所におられたんでしょう。沢田先生は戦後、コーネル大学にも

おられたと聞いていますが、そのへんがまず関係あるんでしょうか。

塘 その頃トンボリアン先生やハートマン先生がコーネルにおられましたね。しかし実際に日本でSORがほんとに日の目を見たのは、東京で光学国際会議(ICO; 1964)がありましたね、朝永先生が委員長で。あのときにトンボリアン先生やハートマン先生とか、トンボリアン先生の弟子で今ネーバルリサーチのビドーが来日しました。

佐々木 39年にやったあれ。光研で。

塘 国際会議はプリンスホテルで、そのあとどこかでやったでしょう。

佐々木 あれはインフォーマル・ミーティングで僕らが主催した。

塘 国際会議はそのあとでやったね。トンボリアンも来ましたね。あのへんが向こうでもやっているし。田無にもきたんじゃないか？

佐々木 トンボリアン先生は田無には来なかったんです。

塘 あれから彼はすぐに心臓病でコロッと死んでしまったからね。

佐々木 ええ、その年の12月に死にました。

塘 あのへんが始まりでしょうね。

高良 宇宙線の研究から軟X線なんかの研究まで一緒にやるんですか？昔は固体論なんかでも軟X線が大事な実験手段ということでした。

塘 それは軟X線が主力だったんですよ。軟X線から紫外線、いわゆる真空紫外線はSORの皮切りであることは確かですね。世界的にもそうです。

佐々木 阪大の沢田先生とか東北大の林先生といった方々、X線でもX線の分光をやられた方なんです。分光をやって何がわかるかということ、もちろん内殻からの励起がどういうものかということがわかるけれども、そのほかに沢田先生や林先生が注目されたのは、もう少し前にはクローニヒ・ペニイのモデルというものがあって、今日でいうEXAFSですね。EXAFSは分光吸収を通してある結晶の局所構造がわかるということを経験

註* 佐々木泰三, 世界と日本の放射光研究—一回顧と展望, 固体物理 Vol. 22, No.12('87) 1007; Vol. 23, No. 2 ('88) 142.



佐々木泰三氏

的に主張されたわけです。沢田先生や林先生は非常に早くからそういう先駆的な理論を出しておられたんです。

高良 早かったですね。

佐々木 ところがそれを裏付ける実験が一つもなく、トンボリアン先生はかなり無理してプレムスシュトラールングのソースでもってたくさんのデータをとられたんです。昔の版のHandbuch der Physik という本にX線分光学というのがありまして、これはトンボリアン先生が書いているんです。それに膨大なデータが出ていて、そこから沢田、林の理論を使っているいろいろな解析があるけれど、ほとんどナンセンスです。つまりそこで見えている構造は、事実上ノイズに近いんです。

放射光が現れはじめてEXAFSのスペクトルで、局所構造が見えるようになって、これは本当だということがやっと1970年代中ごろになって証明されたんです。それまでは沢田先生や林先生の理論は大変先駆的だったのですが、実験でちょっと証明されないものだから、むしろ一時期忘れちゃったわけです。今日EXAFSがこれほどはやっているけれども、沢田、林、両先生を先駆者として日本の学界が早い時期にいい仕事をしていたんですね。

高良 僕は専門じゃないけれど、林先生は、昔こんなことをしておられたんだなあと思いましたよ。

糟谷 林先生は理論家ですか。

塘 いや、実験家です。実験の結果を説明するための理論を考えておられた。

糟谷 林先生の定年のときに、そのあとどうするかでずいぶん議論しました。われわれが見ても何が見えているのかわからないんです。プラズマだろうと言われるとたぶんプラズマかもしれないけれども、あまりにもわからないということで、結局ああいう方向はちょっとまだ無理だということで、当時、昭和41年ぐらいでしたか、核研でシンクロトロン放射の実験を初めておられた佐川さんに後を引き継いでもらったわけです。

塘 林先生はお父さんの方です。

糟谷 67年に定年になった。

塘 いまもお元気ですよ。84歳です。

糟谷 1967年ですよ。

佐々木 林先生が退官されたのはそのころです。

糟谷 そのあとに佐川さんですね。そのときに林さんの仕事をどう評価するかは非常に難しく、どういう格好で続けていったらいいか。

佐々木 そのときは実験がまだ一つもないから、ポジティブな評価はおそらくなかったでしょう。

塘 いや、あったんですよ。

佐々木 あったけど、みんな悪いから。

糟谷 うん、悪いんです。

塘 もう一つはXPSが発見されて、その波長を長くしてUPSでいこうということになって、SORの利用になる一つの動機でしょう、ちょうど同じくらいの時期ですから。

神前 EXAFSの話が出てきて、やっと今日のテーマにつながってきたわけです。XANESとかEXAFSとかいろいろあると思いますが、加速器というか光源加速器のほうの発展の経過についてお話してください。

田中 核研のESができたころは、たしか36年の暮れでしたか。

富家 12月ですね。

田中 そのころはシールドも何もなかった。天井があいている。最初のビームが回ったといっても、

ショボショボですからね。中へいってのぞいたんですよ。そうすると青白く光っているのが見えたことは覚えています。

ところが加速器屋から見ると、目の敵だということです。とにかくRFのパワーを食うだけだから困るということしか初めはなかったですね。放射光のパワーはエネルギーの4乗に比例するとかいうやつがありまして、当時は何しろRFのパワーが出ませんでしたからね。

高良 エネルギーはどのくらいでしたか。

田中 最初は750MeVです。そのころはまだ小塩さんや佐々木さんのビームラインはなくて、当時の素研というやつかな、準備室ができて、高エネルギーの大部分の人が移る直前のころ、亀井さんと山口省太郎さんがいまして、エネルギーを2倍にする。例の1.3GeV 増強というのですが、それができていなかったころから放射光を使いたいということ。

佐々木 いや、僕らは750MeVでやったんです。昭和38年5月ぐらいにビームラインをつくったんです。750MeVで最初はずっと働きました。最初われわれが実験したころは、天井なしです。エネルギー増強から天井ができたんです。

田中 当時は加速器の連中が認めてなかった。空いているから使えたということ。

佐々木 そうでもなかった。ちゃんとマシンタイムをもらいましたよ。

小塩 発振器も自励振とかで、それを見たんですよ。

田中 あれはどうかなあ。八角形のやつでしょうね。

小塩 うまくエネルギーが成長したのもあり、途中で電子が逃げたものもあった。

田中 それから改造したんですが、そのへんの時期は忘れちゃったけれども、その後、いまあるものに変えたんですね。熊谷さんがいるころは、たぶん本格的にはできなかったでしょう。たしかサントリーのビールを持ってきたのは山口さんに



田中治郎氏

なってからね。

佐々木 そう、小塩さんがね。熊谷さんは主任でした。3階の部屋をぶち抜いて。

小塩 まず、熊谷さんのところへ行った。

田中 熊谷さんはあまり乗り気じゃなかった。

佐々木 いや、そうでもなかった。僕は現場で場所をくださいというので、クレーンに自分でまたがって写真を撮って歩いて、ここはどうですか。それで熊谷さんがなんとかしてやろうと行って、真空制御盤の裏で。

田中 あれはもうちょっと後ですよ。

佐々木 いや、そうじゃない。あれは38年5月に僕らもビームラインをつくった。

田中 38年というと、もうあれをつくりはじめていたもの、今の1.3GeVエネルギー増強。

佐々木 いや、増強はまだできていなかった。

田中 だから、われわれとしてはやっていたんですよ。

佐々木 750MeVでずいぶん長い間やったんです。最初はわれわれの論文は750MeVで書いた。

高良 田中さんを見無視して書いた。

田中 だってそのときはただぶら下がっていて、別に特別な要求がなければ、何の影響もなかったですからね。

富家 田中君を除いて、わりかたみんな理解していたんです。(笑) 偉いと思うのは、高エネルギーをやっている連中は、よくあれを素直に、佐々木

さんたちに使わせた。

佐々木 好意的だったね。

田中 いや、別に反対している人はいなかったけれども。

富家 無視していた。

田中 そうそう。

富家 田中君だけだよ。無視したのは。

田中 いや、私は無視もしなければ賛成もしなかった。だって、ぶら下がっているぶんには、こちに何の影響もなかった。

佐々木 邪魔しない。最初は窓をつけてやった。初めからお漏らしがいっぱいあって、佐川さんもお漏らしをしたんですよ。

富家 よくやったね。

田中 おれは覚えているよ。例のエポキシのドーナツに窓をつけてね。

佐々木 最初エポキシでやった。

田中 エポキシでドーナツをつくる。エポキシのときはよかったけれど、それからあとメタルに直すときが大変だった。

佐々木 エポキシでビームが回らなくなったというので、亀井さんたちが大変だ、大変だと騒いでいるわけ。INS-SORの窓でちょっと見てくれと言うから望遠鏡でのぞいたら、エポキシが溶けている。放射線でやられたエポキシが鍾乳洞のツララみたいになって上から垂れ下がっているわけで、それを僕らが見つけたんです。

田中 それはエポキシじゃないんだよ。あれはグリースです。山口さんは例のエポキシ・ドーナツのつなぎから漏るといって、角山君がシリコン・グリースをベタベタ塗るものだから、グリースが流れてきてね。

佐々木 僕らが望遠鏡でのぞいたら、鍾乳石が天井から何本もぶら下がっていた。

田中 垂れてきたところは放射線でゴムみたいになっちゃったんだね。

佐々木 漏れているからグリスを塗っても、中へ吸い込まれた。

高良 放射線効果で硬化したわけだ。

田中 それとドーナツの天井のアルミホイールがはがれてきてね。

佐々木 いろんなことがあったよ。発電機がこげて煙を出したのも、僕らが見つけたんだ。

高良 原因は、佐々木さんがつくった……。

佐々木 違う、違う。エポキシは僕らがつくったんじゃない。それは高エネルギーで、僕らはそんなものをつくるのを許してもらえないですよ。

田中 それはとても、触ってもいかん。(笑)

佐々木 こっちは居候ですから、大家さんのすることに文句はつけられない。(笑)

高良 見つけてあげた。

佐々木 そうそう。

神前 今は日本の加速器を作るほうのレベルが非常に上がっていますが、それはまだ日本も草分けで初めての頃ですね。

田中 今からみれば、惨憺たるものだったでしょうね。

神前 だけど一応、軌道計算といったものはやるわけでしょう。

田中 それはもちろんです。そうでなければできないから。

佐々木 その当時、僕らは外側でシグナルを測っていると、いろんなノイズやオシレーションが乗っているんです。今なら例えば富家先生のところへ持っていくと、これはヘッド・テールだとか、これは何とかインスタビリティだとか、すぐに診断されると思うけれど、そのころはこんな成分もある、あんな成分もあると、いろいろデータをとって亀井さんに見せたら、そんな余計なことばかり言わないでちゃんとしたモニター・システムを作ってコントロール室によこせ、と言われた。(笑)あまり相手にしてもらえなかった。

でも僕らが見ていると、ビームが加速して光が強くなりますが、途中でストーンストーンと何カ所か落ちるわけです。そういうのを時間経過でどこで

落ちるかというのを見つけて、亀井先生や熊谷先生のところへ持っていくと、熊谷先生はそれを見て、これは診断法としてはなかなか有力だわいとだいぶほめてくれたけれどね。(笑)

富家 加速器以前の話からしますと、僕が大学を卒業したのが昭和28年で、なにしろ世の中が悪くて就職先なんか全然ないわけです。居直りまして大学院に残りました。当時は原子核でベータ崩壊の相互作用として五つの型が予想されていましたが、そのうちのどれかということで実験を始めたんです。

その年の夏の終わりでしたかアメリカに行っている素粒子の人から手紙が来ました。そこに何やらすごい加速器が発見されたとある。これがAGSといわれる強収縮シンクロトロンなんです。当時の高エネルギーの加速器は弱収縮シンクロトロンなんです。これは建設費がエネルギーの2乗に比例する。だからよほどの経済大国でないとやっていけない。

ところがAGSをよく調べてみますと、エネルギーと建設費が比例している。これはいつの日か日本も金が儲かったら、高エネルギー加速器ができる。私の先生の宮本先生が私を呼びまして、これからの物理は素粒子だ。それができる。しかしそれには加速器が必要だ。加速器は道具方である。一生表には出られまい。だけどだれかやらなきゃならないから、お前、やれ。こちらも泣く泣く決心しました。ですから大学院の初めのときから加速器を専門にやったのは、私が第1号ということになります。

そのあたりからいろいろ勉強しまして、先ほど集束の計算なんかしたのかと言われましたが、われわれ宮本研が第1号でやりました。そのあたりから原子核研究所ができることになりまして、宮本研にいた小林さんがシンクロトロンを設計したわけです。

田中 そのころでしたかコンピューターが出はじめた。ところが小林さんは手で計算していたんで

すね。

富家 僕はタイガーの手回し計算機でやっていましたよ。

田中 それを小林さんがやっていた。ちょうどそのころでしょうか。核研ができて、これからいろんなものをやろうというときに、富士電機の子会社の有林電気がリレー式の計算機の賃貸しを始めた。それで我々のほうの入射器の計算はそれを借りてやった。小林さんは、私は自分でやるのが好きだと言っていたな。手回しでしきりにやっていた。その後は頼んだかもしれないけど。

富家 マトリックスの掛け算をやるんですが、それをタイガーでやるんだから大変ですよ。

神前 何行何列ですか。

富家 2行2列です。大変でしたよ。大学にないものだから、僕はあるところの払い下げのを買って、朝大学に持って行ってやるんです。終わらないから、またかついで家へ持ってかえるんですが、ものすごく重いんです。

神前 加速器技術が、それから日本で進んでくるのは、その次がプロトン・シンクロトロンですが、そのあたりからどんどん進歩していきますね。

田中 そのころはプロトンのマシンを目標にしてエレクトロンから手はじめにやったのですから、それと素研の準備室の期間がずいぶん長かったんです。9年ぐらいかかった。

富家 最初のシンポジウムが1958年です。そのころ熊谷先生が核研から人を連れて宮本研に来られたんです。将来の高エネルギーをどうするか。それが1957年です。素研ができたのが1971年です。

高良 そのころストレージ・リングという話は出なかったんですか。

富家 あります。

田中 いや、日本では出なかった。

富家 出たんです。

高良 パリとノボシビルスクが成功したのは何年ですか。

田中 それはもっと後ですよ。

冨家 1964年です。

佐々木 65年だね。

高良 だから71年にはもう4、5年たっていたわけですね。

冨家 そうです。そのあたりをお話ししますと、加速粒子を電子にしたのは、非常に楽だったからです。それでまず腕を磨こう。将来はプロトンの高エネルギーだ。そこで腕を磨いたものですから、今度はプロトンで高エネルギーにいきましょう。

それで1971年に素研ができたわけです。ところがわれわれの考え方は、陽子加速器と電子加速器は相補的なものである。だから高エネルギーの電子の加速器は続けてやらなきゃならない。

そこで今まで電子加速器をやっていた連中が、ほとんど全部高エネに来ました。その留守を私が預かったというわけです。やはり電子をやらなきゃいかんというので、私が行った当時の原子核研究所の将来計画は、3ないし10GeVの電子ストレージ・リングでした。私が行ってからほんとに本式に計画をはじめたんです。72年のはじめでしたか、そこへ高良さんが話を持ってこられたんです。X線の出る放射光の施設が欲しい。そうすると核研でやっていた3ないし10GeVは、まさにそれにピッタリなんです。それで乗っかって両方で始めたわけです。

神前 それは佐々木さんのチームがリングを作るのをスタートした後ですね。

佐々木 そうです、スタートしていました。僕らがストレージ・リングをつくりたいと思うようになったのは65年（昭和40年）です。当時もうストレージ・リングのアイデアはあって、デザインもレポートがいっぱい出ていました。その頃はノボシビルスクとオルセイが先行してたんです。フラスカッティのグループがアーダ（ADA）という非常に小さい機械をつくりまして、これをオルセイに持って行って、オルセイのライナックを使って、そこで入れてみたんです。それは63年です。ですからわれわれが核研でビームラインを

持って始めたころ、フラスカッティとオルセイの連合チームはストレージ・リングの入射試験をやっています。

高良 高エネルギーの後ね。

佐々木 そうです。つまり、ストレージ・リングのテクニカル・フィジビリティをそこでテストするというので、それが63年にうまくいましてペーパーが出ました。Nuovo Cimentoなどにいくつかのペーパーが出ていますが、トゥーシェク（Touschek）効果が証明されたのは、その実験です。トゥーシェク効果というのは、ビームをどんどんためていくと、電子と電子の衝突でビームが2体衝突で減ってゆく。従って蓄積できる電流はこのプロセスのために限界があるというお話だったんです。それはすでに早い時期に出ていました。素粒子の実験をやるようなコライディング・ビーム・マシンでノボシビルスクとオルセイで、それはさっき冨家さんが言ったように65年ぐらいにその実験が始まっています。68年ぐらいにかなりポジティブな結果が出てきたんです。世界中でコライディング・ビーム・マシンはアイデアはいっぱいあった。DESYも一生懸命でほとんど図面はできたけれどコライディング・ビーム・マシンは技術的にあまりうまくいかないだろう。つまりルミノシティ（luminosity）という衝突の確率が低いというのが理論屋のご託宣で、なかなかゴー・サインが出なかった。それで数年かかっているわけです。

ストレージ・リングを僕らが作るなんて、そんな無謀なことを最初はやる気はまったくなくて、ストレージ・リングはシンクロトロンと違ってエネルギーが上がったり下がったりしないし、一定エネルギーで蓄えた電子を回し続けるわけですから、光源としての性能はシンクロトロンよりずっとよろしい。

そうだとすれば高エネルギーの人たちがストレージ・リングを作るならば、我々はシンクロトロンに居候するよりは、ストレージ・リングに居

候するほうがよっぽど得だ。(笑)そういう判断をしたわけで、ストレージ・リングが欲しいと言い出したわけです。

実は核研の限界で加速器や物理の偉い先生方に、日本ではエレクトロン、ポジトロンをやりますかと大勢の人にご意見を聞いたんです。そうしたら圧倒的な意見は、日本の次のフェーズはプロトンでやるんだ。なぜかという、エレクトロン、ポジトロンは、もし非常に衝突の確率が低くてイベントのレートが少ないとすると、そういう機械をつくっても物理の実験ができないで終わる心配がある。下手すると量子電磁力学の証明をやるというたった一つの目的のために、そういう大きな機械を作ることになってバカバカしい。プロトンなら、仮に外れてもいろんな副産物があって、戦略的にはずっと有利だという判断を皆さんしていました。日本では残念ながらエレクトロン、ポジトロンを機械をつくるという意見は、高エネルギー、加速器の人たちの間では声がきわめて小さかったわけです。

とてもじゃないが、すみませんが作ってくださいなんて言える状態ではないんです。こうなったらこっちは衝突なんかやらなくていいから、ただ溜るだけで核研の電子をちょうだいしまして、なんとかやらせてもらえないかということを考えだしたのが66年ぐらいです。

田中 日本の当時の状況では何種類もなんてとても考えられなかった。一つに限ると。そうすると安全パイということになる。

富家 いま佐々木さんからアダという名前が出て、非常に懐かしく思いました。1961年の秋に私はフランスカッティエへ行っただけです。そうしたらアダに初めて電子が溜った。どのくらい溜ったかというと、いま100個回っている。(笑)そういう時代だったんです。

やはり、放射光を出しますので、フォトマルチプライヤーで見ていると、その量がカクンと減るんです。電子が1個落ちるのが見えるんです。

これは後に佐々木さんがだいがモニターに使っていましたが。

田中 そのころ最後の1個がどこに消えるかなんだな。

富家 そうなんです。

佐々木 僕らもそういう実験をだいが楽しんでやりましたよ。

富家 そういう時代だったんです。

高良 数が少ないとできるね。そのころはストレージ・リングはなかったんですか。

田中 ありました。CERNにISRを建設中でしたが、ほとんどできていましたが、それは作っているうちから評判が悪くてね。あれはCERNの加速器屋の道楽だと。

高良 最後は動いたんですか。

田中 もちろんです。しばらくたってね。

富家 だけど何の結果も出なかったね。

田中 そうそう、だからマシン屋の道楽だと言われたわけです。

富家 物理的な結果は出なかったんです。陽子・陽子の衝突ですからね。

佐々木 僕はDESYに66年から68年までいましたが、66年に行ったときにはDORISの概念設計はすでに終わっていました。毎年DESYの評議会が開かれて、アメリカやヨーロッパ中から専門家を集めてDORISの建設のゴー・サインを出すか出さないかという議論をワーワーやっていました。

僕がいた66年も67年もゴー・サインはついに出不いのに、設計はほとんど終わっているんです。僕が立ち去る68年の春ごろには、相当詳細な設計がありまして、僕もそれを見せてもらった。実際にゴー・サインがでたのは1968年の秋です。あれはロー・メソンの実験でしたかね。意外に大きなイベント・レートが出てきたということで、にわかには表面化しました。それでDORISは68年の秋にゴー・サインが出たんです。

神前 やってみるまではうまくいくかどうか自信

がなかったとういことでしょうか。

高良 金がかかるから、なかなか……。

田中 しくじりましたでは済まんからね。

富家 巨大なお金を使いますから、失敗は許されないんですよ。

高良 ノボシビルスクなんかの天才的な人、ブドルケのようなのがいると、やっちゃうんだろうなあ。

田中 それは予算とか何かに関係なければ、一発で。

佐々木 ブドルケはワンマンなんです。

田中 そういう人がいればできる。

富家 それからはかのところで産業用加速器を売っていた。

田中 そういう商売ができるから。

富家 だから、あれの建設費の半分は自分のところで稼いだ金なんです。

田中 ロシアはだいたいそういうことだね。

富家 面白いですよ。

高良 ノボシビルスクは自分が稼ぐと言っていますね。

田中 ノボシビルスクと、もう一つ何かあったよね。

高良 モクスワでしょう。非常に大きい計画は別だけど、小さい計画だったら自分でやれる。あそこでパーティがあったときに、日本よりもはるかに資本主義的だと言ったんです。

神前 ほんとだね。今ならともかくUSSRなんて非常にビューロクラティック・システムで。

高良 ものすごく巨大な金はアカデミーなんかには出すけれども、ある程度野心的な仕事だと、ある程度まで自分たちでやる。

佐々木 しかしソ連はモスクワ一極集中で、そこにみんな金や人を集めちゃうから、レニングラードとかノボシビルスクは自力で頑張るしかないんですよ。

高良 あれは限界だな。

神前 普段はなかなか聞けないような面白い話が

出てきていますが、ディフラクション関係では、SORを使ってEXAFSだけでなく非常に発展していると思います。僕はディフラクション関係はあまり詳しくないんですが、だいぶ前にダレスベリーに行ったら、タンパク質の結晶を作ってきて、構造解析をする実験はどこでも行列待ちで、非常に盛んですね。

飯高 需要が多いですね。

高良 特にイギリスは盛んでしょね。

神前 特にイギリスですか。全国から来てというか、EXAFSもそうですが、今までできそうでできなかったという実験が……。

飯高 もともとディフラクション関係は、強いX線源が欲しいという要求が強かった。高良先生は特に苦労して居られたわけですね。私たちはそういうものをねらったわけですが、少なくとも従来の10の3乗ぐらい強い単色のX線ビームが出れば、世の中ずいぶん変わるなあとは思っていました。

神前 そのころ、どういうことができるだろうとか、どういうイメージがありましたか。

飯高 いろいろな試料を扱っていると、一つには結晶性が悪いものがあります。これはどうにもならないんです、普通のソースでは。回折パターンそのものに非常に散乱線のノイズが大きくて、強度測定の精度が出ない。もともと回折線も弱いですから。

それから非常に小さい結晶しかとれないものがあり、これも強度が弱い。さっきのタンパク関係では、両方兼ねている。小さいうえに結晶性があまりよくないものが多い、そこで、このようなものでも箸か棒にはかかるようになればよいという希望を持っていました。

神前 構造も複雑ですね。

飯高 回折像が複雑でもあるし、尖鋭な回折パターンも出ない試料を抱えていたからです。高良先生のほうでは単結晶の反射曲線（プロフィール）を正確に測る実験をされていたのではありませんか。ところで当時はSPEARでもDESYでもNI



飯高洋一氏

NAでも単結晶の実験は全部カメラで行われ回折計は小角散乱や筋肉の実験にしか使われていなかった。どうもSORに見合った回折計を開発するのが遅れたようですね。日本ではそれを敢然とやってのけただけではなくウィグラービームまで使いこなしたのです。

高良 構造解析なんかで、これには使えるだろうというのは、飯高さんたちはすぐに共鳴してこられました。そのころはX線が強くなりすぎると結晶が壊れるからダメだというのが、日本のコンザーバティブの人たちの意見でした。

神前 ということは、そうおっしゃった方は必要性がなかった。

高良 アメリカで構造解析に将来必ず使えるだろう。そういうペーパーがあって、それだといま結晶の構造解析は分子量が2~3万だが自然界には数万以上というのが無数にあるわけです。それを分解能数 \AA 位でぼんやりとした骨格だけ見るなら、スポットは数千測ればよいが、 \AA ぐらいで見ると、10万から20万ぐらいの回折スポットを測らなければならない。それには何週間かかる。そこで強いX線を使えば早く測れる。しかし、一方ではそんな簡単なものではなくて、そんなに強くなったら、結晶が壊れるからダメという意見があったんです。だけど、もし強度の2乗とか3乗に比例して壊れるのでなければ、1乗でしか壊れないものだとすれば、早くできるほうがいいじゃ

ないかと、言っていたんです。

神前 それは壊れるまでに実験が終わるだろうと…………。

高良 例えば測定をやると、飯高先生の専門だけど、今まで1週間とか2週間やるでしょう。やっている間に像がぼけてくるわけです。だから結晶をとりかえる。しかし、10時間ぐらいで測定がすめば、まだ像はぼけないから、構造解析が一応はできる。今はもうもっと早く測れるようになっていきます。

飯高 それこそやってみないとわからないということ、だいたいなぜ壊れるかということ自身、それほどはっきりしていたわけではないんです。わからないことが多い。

おかしなことに履歴が問題になるんです。一回X線にあててしばらく休んでいるとダメになる。普通のX線ソースですと、続けて長い時間測定していると必ずダメになるし、途中で実験を休んでも時間がたてばダメになっちゃうんです。SORは、さっさとデータをとってしまうからそういう点では非常に当たったわけです。最初からきちんと予想したわけではないけれど、そういう点はずいぶんありましたね。

高良 専門家はいつもそういう心配をするけれど、こっちは素人だから。

富家 それと同じ話がありまして、PF計画をやっているときに、高良さんと私がお阪へ呼ばれたんです。生物物理の研究会でね。そうすると強力なX線をつくってもドーズが同じだから、そういうのをつくってもしょうがない。こういう反対をされたんです。

そのとき私が言ったんですが、非常に強いX線が出た。マイクロセカンドで照射が終わった。そのあと見てみたら、その生物は死んでいたかもしれないけれども、マイクロセカンドの間に原子や分子は動けますか。(笑) 生きていたときの像は撮れます。そうすると、それは意味がない。あとで生きていたことが証明できなければならないと

言う。専門家は非常におかしなことを考えるんです。

高良 実際はよく知らないけれど、ほんとの専門のことはわからないけれど、イオン化するけれど、イオン化したあと原子が動くのに時間がかかるんです。

神前 写真感光もまったく同じなんです。相反則不軌とよばれる現象があって、照射量、つまり照射強度掛ける照射時間の積で物事がすべて決まるんだというのは、実際にはなり立たない。

高良 その場合は $I \times T$ ではなくて。

神前 I の絶対値に依存する。

高良 当時は I の n 乗だったんです。 n が 1 より大きいんじゃないか。もっと悲観的な意見が多かったんです。せめて $I T$ だったらいいと考えたら、 $I T$ ではなくて壊れるのは時間がかかって、……………。

神前 一般的にはそうなんです。よかったですね。

(笑) SOR を用いるタンパク質の構造解析にはあまりファミリーではなかったけれど、このような実験によって学問として非常に進歩したんです。

飯高 これもまた正確に予見した訳ではないけれど、デザインして作っていくという時代になったんですね。遺伝子工学の勃興によって。結局それでタンパク質が作れることになった、人工的に。最初のころは天然にあるものを人工で作ることだったんですが、いまや鋳型を人間が作ってやって、生き物がせっせとそれで作ってくれる。そういううまいテクニックが出まして、タンパク質の種類や性質をこちらでコントロールできる。

そうなるの一つは実用の目的で使えます。もう一つは、タンパクの機能を研究するために、部分的にいろいろ変えてみることもできるわけです。そういう両方があることによって非常に需要が増えたんです。

高良 それは極最近でしょう。

飯高 わりあい最近です。極く最近なんていう訳

でもありませんが、わりあい最近です。

高良 ドラッグ・デザインといって分子量が数百の薬の設計は構造科学の普通のやり方でできるようになって、武田でもどこでもかかれるようになった。これはどこまでいつ行くのかなあと思ったら、今はタンパク質のデザインの話になっている。

佐々木 飯高先生にお聞きしたいんだけど、例えば酵素がありますね。そうするとたいいてい活性中心があって、中くらいの金属が座っていて、周りに軽元素がネットワークをつくっていて、それが何か動く。そうすると中心に座っているメタル・プロテインのメタルを A から B に入れ替えるとか、周りに座っているのを例えば硫黄じゃなくてほかのものにするとか、そういうこともできるわけですか。

飯高 金属を入れ替えるというのは、昔から行われています。メタル・プロテインだけではなくて、一般にメタルなしの酵素もたくさんの種類があります。それがいま言われたように、活性中心の、もちろん中心もそうですが、周りのいろいろなアミノ酸を入れ替える。故意に入れ替えてみたら、こうなったということから、たぶん働きがこうだろう。たぶん働きがこうだろうということは、実は入れ替えなくてもある程度予想がつかますが、それを証明する手段としては、そういうやり方がいちばん確実なんですね。

富家 やっと弥生時代から平成になった。(笑)

神前 なかなか画期的ですよ。

高良 さっきのお話で強い X 線が欲しいというのは、僕らはきわめて単純で、トポグラフィーみたいないい結晶の格子欠陥は 10 時間ぐらいかかるけれど、われわれは今度はもっと単色で平行なという意味でやろう。だからともかく強い X 線が欲しかったんです。

富家 その強さの話ですが、結晶屋さんは昔の X 線ソースをそのまま使っていたわけで、1900 年から 1960 年まではほとんど変わっていないんです、

輝度が。

高良 100ぐらいは変わっているけれど。(笑)

富家 2ケタ変わっていないですよ。

高良 1ケタ半ぐらいですね。

富家 1960年から放射光を使い始めてから輝度増大のスピードはどうなるかといいますと、10年で3桁なんです。10年で3桁という進歩は、革命なんですよ。

高良 ベンディング・マグネットで10の4乗倍になってアンデューレーターで10の4乗倍になる。次の高輝度マシンでアンデューレーターを使うと、さらに10の4乗倍になる。それをトリスタンなんかを使えば、さらにエミッタンスが小さくなり、アンデューレーターからのX線は、もっと強くなる。北村君たちによればトリスタンの長い直線部を利用すれば、さらに10の3乗倍になり、在来のX線管に比べると10の15乗倍ということになる。シンクロトロン放射で得られるX線は強いと信じて、皆さんとPFの計画を進めたわけですが、初めはこんなに強くなるとは思いませんでした。

塘 もう一度、昔と同じような実験を遂行してみてもよさそうですね。佐々木先生は昔の実験はノイズだらけだとおっしゃったけれども、ほんとの意味のノイズではなかったのですね。

これは神前先生の領分ですが、写真で撮るわけです。120時間ぐらい露出しておくわけですから、ともかく1カ月ぐらい置いておくわけですから、根気のいい話ですよ。そうすると結局、ほんとの構造なのか、写真乾板のグレインが出ているのやら区別がつかないのです。またフォトメーターで黒化度を測定しますから、ノイズといえばそうですが、要するに何かガチャガチャが出ているものはすべてグレインみたいに覚えてしまうのです。そういうのがSORの利用によって全部変わってきますね。

高良 それを軟X線でもやっていたんですか。だいたいX線領域でしょうか。

塘 そうですよ。X線領域です。軟X線だったら、



塘 賢二郎氏

とてもプレムスシュトラールングはできません。だいたいCuK α ぐらいのエネルギー領域で写真乾板を使って測定していました。露光は1ヵ月のものです。(笑) 現像の途中でコチョンと割ってしまったりね、乾板を。(笑)

神前 結晶の話はまだあるかと思いますが、分光、軟X線のお話に移してください。

塘 私、最近INS-SORの委員長をやっていますが、主に物性研のSORリングを使うわけですが、案外、申し込みが少ないんです。糟谷先生もおられますが、申請を、昔みたいにワンサワンサと落とすという状態ではなく、落ちるほうが少ないんです。いい傾向だと思うんです。

それは容易に採択されるという意味ではなくて、SORを使ってデータを出せばよいという、何かデータが出るのはもうわかっているから、測定したデータを使ってゆっくりと物理を考える時代になってきたからだと思います。非常にいい傾向ですね。

神前 そうですね。スタートは押すな押すなで、マシンタイムが少ないのはしょうがないけれど、これからはほんとにゆっくりマシンタイムをとって、十分いい実験をする。そうすれば若い世代も育ってくるし、新しいユーザーも入りやすいでしょう。

塘 とったデータをじっと眺めて考えて、物理をそこから引っ張り出そうという時代に入ってきた

んだと思いますね。

糟谷 いや、そうじゃないと思うな。むしろ逆じゃないですか。物性で知りたいことに対して、対応できないということだと思います。むしろ物性のほうで知りたいという情報が提供できないことに問題がある。

神前 例えば？

糟谷 物性で知りたいのは、電子なんです。構造解析はそれがいちばん基本にあるけれども、物性の立場でみれば、枠組みを決めるだけであって、基本は電子状態を知ることです。電子状態は一般にダイナミカルなものであって、ダイナミカルな量としていちばん基本的な例えば一体グリーン関数という最も基本的な一粒子的振舞いを示す量が光電子分光で直接分かるわけです。

ところがその与える情報の誤差が、今のところせいぜい0.1 e Vまでいってないんです。ところが物性で知りたい情報は最低1ケタ、出来れば2ケタ高い精度です。このギャップはなかなか埋まらない。例えば高温超伝導体の電子状態だったら、1ケタでもいくかもしれない。しかしわれわれがやっている f - 電子系のもっと重い電子だと2ケタ上げないと充分ではない。こういうものに対応できてない。

神前 分解能の問題だね。

高良 光電子分光の場合にもう1ケタ精度を上げるのは、強度が強くなってできないんですか。

糟谷 強度が強くなれば、絞ってできます。

佐々木 それはできるんですよ。

高良 できるのを、それだけ理論と実験のほうがマッチングが悪くて、欲しいといってもやらないわけです。

糟谷 今のところいちばん精度のいい実験は放射光じゃなくて内殻レベル間のシャープな光を利用したものです。

神前 まだ強度が足りないから。

佐々木 強度の問題だけじゃないと思うんですよ。

神前 分光器ですか。

佐々木 光電子分光は、糟谷先生は理論家だから、そのへんはちょっと実験屋に対し、お前、怠けているぞ。(笑) なんとかしてくれと言っておられるんだけど、今までの光電子分光は0.1 e Vの分解能があれば、かなりましな情報であると認識されていたわけです、特に固体に関しては。それで糟谷さんみたいにヘビー・フェルミオンの問題のディテールを追いかけようとする、そんな荒っぽいのは困る。

気相の光電子分光の分解能はm e Vのレベルに測定技術として入っているんです。固体のほうは、0.1 e Vレベルの分光器がそこらじゅうにいくらでもあります。1ケタ下げるとは困難ではありませんが、分光器そのものからテクニック全体を洗い直さないとできないわけです。

高良 固体の表面でのバラツキ？

佐々木 そういうことじゃないんです。固体の表面は申しぶんなく立派な表面がいま得られるんです。だけどエレクトロン・アナライザーについては固体の人は僕らが見ていると、たいへん乱暴な使い方をしてることが多い。だいたいアナライザーの電極とかエレメントの表面の例えば金コーティングとか脱磁とか、ごく荒っぽくやっておられる。あるいはそういうことを全然ケアしない人がいっぱいいる。

電子や分子のほうでも、m e Vを見る実験は、何度かやると電極を全部外して磨き直したり、コーティングし直したり、交流磁場で脱磁を非常にていねいにやるんです。そのうえでミュー・メタルのケースに入れて、地磁気をコイルで消してやるわけですが、場合によっては外来の電波に対する遮蔽をやるとか、たいへん神経を使って細かい仕事をするんです。

じゃあ固体と気相とどっちが難しいというと、そもそもターゲットの密度が気相のほうが3ケタ低いんです。しかも大気圧でなんか実験できませんから、みんな減圧するでしょう。そうすると7ケタぐらい気相の実験の方が信号が少ない。固体



糟谷忠雄氏

の資料で0.01 eVの分解能が出ない。そんなことはないです。(笑) われわれ実験屋仲間として言わせてもらえば、固体の人が高分解の実験に対して、十分に備えていないということです。

高良 データはわれわれの構造解析とはずいぶん違うけれど、そっちは近いんだから、佐々木さんたちがもっとそっちへ行って刺激を与えなきゃダメですね。

糟谷 だからできるんだったら、やってもらわんと困ると思う。

塘 分解能を10の3乗へ持ち込むのが精一杯です。X線領域では10の5乗程度でしょう。分解能とは $E/\Delta E$ のことです。

高良 X線は今度は強くなったから、前は10の7乗ぐらいだったから、今は8乗にいきますよ。

塘 やっと10の3乗ぐらいでやっているわけですからね。

高良 8乗から9乗にいったら、そうなるニュートロンでなきゃ観測できないといったような相互作用も観測できるようになっている。

糟谷 結局ニュートロンが物性屋に人気があるのは、精度が非常に高いからですね。それこそ1ミリよりもっと低い零点何ミリeVまでちゃんと出る。

佐々木 光のほうも頑張ればできる。

糟谷 勿論ニュートロンと光電子では見るものが違うわけですが、光電子の方がかなり遅れている

というので、今のところはやりたいんだけど、この程度の情報ではあまり魅力がないということなんです。それが強いですよ。

高良 今度の放射光の学会でもそうだけど、みんなと一緒に集まってやる時に、ちょっと遠慮があったり、言いつばなしで、啓発しながらコミュニケーションを図るとというのが少ないんですね。放射光も今のところはだいたいみんな発表するようになったけれども、今度は発表のあとでお互いに討論して、こうしてくれとか、それはできない、よし、やってやるという空気ができるといいですね。

塘 佐々木先生がおっしゃった例でも、理論のほうがちょっと先に進んでいて、それを裏打ちするデータがないとおっしゃったけれど、糟谷先生のおっしゃったような物性のところでも、SORを使ってさえ、そういう状態にあるということにしてね。

糟谷 われわれが知りたいのは例えば価数揺動で、ある原子の価数が時間的に変動しているわけです。そうすれば当然その時間の範囲内で周りの結晶はフォローして動いているわけで、その程度のタイム・スケールで見れば、それが見えるはずなんです。そういう実験をしたいと高工研に持ち込んだら、ダメですと言われて断られた。

神前 時間スケールはどのくらいですか。

糟谷 フォノンの振動数より少し小さいか場合により一桁か二桁小さいというところですね。

高良 リアルタイムじゃ無理ですね。

神前 リアルタイムじゃ無理です。どういう測定で、ブロードニングみたいなものですか、 ΔE ですか。

糟谷 EXAFSでそれはかなりぎりぎりで見えるということで、外国ではだいぶやっているんです。両方の構造の平均が出るかそれらの和として出るのかかなり限界ぎりぎりのところなんです。

塘 揺動しているもののスペクトルと、そして同じ希土類に属するもので揺動してないものを測定

して合成したものと比較すれば。

糟谷 例えば温度で揺動時間が変われば、温度によってそれが1本になったり、2本に分かれたりする。

高良 その変化ぐらいの時間変化だったら、おそらくミリセカンドぐらいだったら、今やれますよ。EXAFSでも、普通だと20分ぐらいですが、松下君や大柳君たちの方法ではミリセカンドではないかと思います。

糟谷 ミリセカンド、もっともつとずと。

高良 変わるのは何ミリセカンドであって、変わった両方の変化の振動数がものすごく小さくて、それがフォノンだとしたら、その差を見るんだから、できますよ。できないと言ったのは、話し合いが足りないんじゃないですか。(笑)

糟谷 なんだか難しいらしいね。

高良 どうも話し合いが足りないと思いますよ。いろんなプロジェクトがあったら、お互いに話し合っ、いっしょに協力しようとか、そちらがAをやるならこちらはBでやるという風にそれぞれ特色を出すとか、これは俺たちのほうがいいのか、そういうインターアクションが必要だと思えます。どうも競争があると、紳士的なのか、みんな黙っちゃってね。

糟谷 そういうのはアメリカなんかでは、お互いに交流が盛んですね。

佐々木 糟谷先生がもうちょっと積極的に実験屋をしごいて、そういう厳しい要求を出されたらどうですか。

神前 結構しごいているんじゃないですか。

糟谷 こちらが素人でわからないから、ごまかされちゃうところがある。(笑) わからないんですよ。

神前 それは相手が悪いなあ。悪質だ。

佐々木 つかまえている実験屋がヘナチョコなんだ。(笑)

神前 いろんな意味で学会の議論、特に違う分野の方がね。昔から思うんですが、日本の例えば物

理学会でも、ご質問、ご討論ね。質問、討論も、もうひとつ手ぬるいですね。聞いていると、妥協したりしてね。外国人にはあんなのでは通りませんよ。何かアンチテーゼを出して、違うはずなのに、そのうち両者が一致しちゃうとかね。もう少し突っ込んだ議論をする風潮が欲しいですね。

高良 X線、電子線の人は割に紳士的な人が多いけれど、学会では別でやりますよ。上田先生とか小川先生とか亡くなられた本庄さんとかおられてね。

神前 それは昔の先生ですよ。

高良 いや、今でもそうだと思いますがね。話が済まない、そのテーマでこの次にシンポジウムをやろうということがありました。そのくらいインターアクションがないと、ただ集まって言っぱなし、聞きっぱなしでしょ。

神前 ただ集まって話すだけじゃなくて、もう少し突っ込んでやっていく。そういうところから本当のデベロップメントが……。

高良 ただ、放射光の場合、同じところでいっしょにやりますから、コミュニケーションの機会は他の学問に比べて恵まれていると思いますが。それでもずいぶん進んでいる点があると思いますけれどね。

冨家 それはダメです。日本の最初の憲法第1条は、和をもって貴となす、ですから。(笑)

佐々木 それは五箇条の御誓文だ。(笑)

高良 冨家さんがそういうことを言うとは……。

糟谷 日本は村意識が強いんです。違った村にくちばしを入れるという意識が今一つ強いんでしょう。

高良 けんかすれば進むんですけどね。仲よくけんかすれば。

糟谷 ニュートロンと放射光で、どっちが何をやれば、どっちがいいかということ、もっときちんと詰めてやらなきゃいかんと思いますね。そう

というのが日本ではほとんどないんです。

神前 光電子も、最近のPhys. Rev. Letterでペトロフが加わっているペーパーで、フェルミエッジのへんを高分解能のエネルギー分析でやっている。あれはハイTcスーパーじゃないですか。糟谷 ハイTcでもやっていますね。

神前 暫く前に読んだので、うろ覚えなんだけど、ほんとに理論と対決するというか、そういう実験をやはりしなくちゃいかん。必要ですね。

糟谷 あれは本当のフェルミエッジ近傍の情報としては、分解能が足りないですよ。(最新情報ではかなり分解能も上がって来た)

神前 足りないけれど、やはり前向きですよ。日本はあそこまでやってない。

糟谷 日本もやっていますよ。やっていますけど、何がほんとに知りたいかということがよくわからないですね。

田中 むしろこういうものをやってくれと言われたらどうですか。そういうのはなかなか難しいですか。

佐々木 糟谷さんなんかはそういう注文を年中出しておられますね。

糟谷 実験のほうだって、それを希望していると思うんだけど。

高良 逆に実験のほうで、こんなことがわからないから考えてくれと言ったら、そんな泥くさいことはやれんと言ってやらない傾向がある。外国でペーパーがちゃんと出て、かなり学問の形になってきたら、その先はやるけれど、今の学会のトピックスと関係ないような、ダーティーなデータの理論はやらないという傾向がどうもあるんじゃないか。理論と実験の両方がどうも一緒にやってないんですね。

神前 外国はほんとに泥くさいことでもやっています。

高良 昔、聞いた話ですが、ベル研究所で理論屋は実験室をぐるぐる回って、何かいい問題はないかと探しているというけれど、雑誌を見て問題を



高良和武氏

探すんじゃなくて、現場へ来て探してもらうといんじゃないかと思えますけれどね。実験屋も頼みにいかないといけない。相談に行かなきゃいけない。

神前 最後に締めくくりで、この際一言というのをお願いします。

高良 いま研究者の仲間で違った分野の間の相互啓発が大事だと思いますが、それ以外に放射光の場合企業の人が入ってきたんです。それから大きいものを作るとなると官僚も入ってくる。そういう違った組織の人の間では言葉も違えば、論理、モラルも違うんです。

研究者の場合は、何かいい仕事をする、むしろ宣伝するわけです。聞きにきたら、一生懸命ただで教える。聞いたほうは、それを使う場合、こういうことを誰から聞いたということを引用して感謝する。

企業の人の場合は、聞くときは研究者の論理でただで聞いて、あとそれで儲けちゃうんです。(笑) アメリカなどにも聞きに行くようになると、そのうちアメリカの産業も負かされるというわけで、国家経済の論理が入ってくる。研究者の立場で聞くだけ聞いた後で、向うから“君のところでは何をやっているか”と聞かれると、“それは企業秘密で言えない。上から止められている。”ということになる。研究者と企業の論理が混線しているから、気をつけないといけないと思います。

塘 気をつけるといっても、どう気をつけるんですか。

高良 儲けるつもりで聞くのだったら、ちゃんとお金を払うとか、人を送って向うの仕事に協力するとか、そういうことをすべきだと思いますよ。研究者の論理で徹底するのだったら、聞いたことで自分だけが儲けてはいけない。聞くだけではなくこちらからも教えるべきで、ギブ・アンド・テイクだと思います。

神前 僕は専門じゃないんですが、マシンの分野で似たような話を聞いたことがあります。日本人はマシンの技術開発の話聞くばかりで、テイク・アンド・テイクだと外国の人が言っている。

高良 出すものがあるても出さないで、聞くだけ聞いておいて、儲けるといふんだから、向こうは負かされるわけで、怒るはずですよ。

富家 いま超LSIの小さなリングを会社がみんなつくろうとしているわけです。特に日本は十何社が始めています。

神前 そのようですね。

富家 その連中がみんな外国へ行って聞くんです。向こうは、お前さんたち、何をやるんだと聞いても答えない。それでいま非常にいやがられているんです。これは研究者の話じゃないんです。会社です。

高良 研究者と企業の論理がゴッチャになっているんです。

塘 会社あたりでSORを利用した研究に関心があることは確かです。佐々木さん、ご存じですか。関西も民活でコンパクトSORリングを作ろうと計画していますが。

佐々木 僕は知らない話だけど。

塘 運動があるんですよ。それは大阪科学技術センターと大阪ニュークリアサイエンス協会が中心になって計画しているのです。私がびっくりしたのは、その講習会の参加費が1万円ですよ。ただじゃないんです。この参加費で人が来るかと思っ

超満員です。1万円取ったら、100人来たら100万円でしょう。

佐々木 大阪ニュークリアサイエンス協会というところで？

塘 そうです。それと大阪科学技術センターと共同で作ろうと計画しています。2日ほど前に電話をかけたら、それほど簡単に話は進みそうにないとのことで、そうだろうな、と言っておきました。だから会社の人は非常に関心を持っていることは確かです。

その講演は、こういうエネルギーのリングをつくったら何が研究できるかというのではなしに、広い範囲にわたる一般的な話が主でした。どんなエネルギーのリングを作るかは決まっていなくて、話はハードX線から赤外線まで及んでいる。

高良 もう一つ言わせてもらおうと、このごろは超LSI用の小型リングの建設を産業界で数社が競争で、通産省も応援してやっている。こんなに盛んな所は外国にはない。一方、大きいリングも、ヨーロッパとアメリカの後を追って、もっとエネルギーの高いものを科技厅の予算で建設する計画があります。

しかし、パイオニアでかつ基礎的な研究を推進するための将来計画が、どうも忘れられそうな気がしてね。いくつかの大学で基礎研究用の小、中型のリングの計画を一生懸命推進しようとしても、どうも進まない。それから高エネルギーのX線の領域でもトリスタンを一部でよいから早く使わせてもらって、今こそ、基礎の分野でパイオニアの仕事をするのが、大事だと思いますけれどね。

今の糟谷さんのお話にもあったけれど、特にエレクトロンでもう1ケタ上げたらいいというんだったら、そういう測定装置を作るとか、さらに高分解能を研究するために、高性能のリングを早く作る必要がありますね。

糟谷 そう思いますね。日本では利用者の多いものを作る。数の少ないいわゆるパイオニア的なものには、どうも金が出ないという傾向があります

よね。

高良 日本の最近の経済力では、今おっしゃったような光電子の実験が容易にできるような、小型のリングだったら、二つか三つぐらいできてよいはずです。

塘 去年の今ごろ物性研の所長あてに、高輝度リングを作ってくれという要望書をINS-SORとしては出しておきました。糟谷先生のおっしゃったように非常に困難なことはあるでしょうが。

高良 ぜひ欲しいと、もっと積極的に言うべきですね。

塘 今の高良先生の発言は、石井先生あたりが、聞いたら喜ぶでしょうね。

高良 日本の場合、三つぐらい出ると、みんな遠慮して、困ったなあというところがあるんですね。

塘 遠慮はしないでですよ。

糟谷 いやいや、遠慮しているんですね。

高良 お先に失礼、お先にどうぞという精神で、順序を決めて、こちらがすんだら、その次はそちらでやろうという話し合いも必要だと思います。一つのリングで経験を積んだら、お互いに同じようなものを作るんだったら、共通な部分はいっしょにして安く作り、節約できた金で新しいことをやるとか、お互いの設計、計画をつきあわせて、それぞれどういう特色を持たせるとか、プロジェクト同士でもっと話し合いがあってもよいのではないか、少しはやっておられるかもしれないけれど。

糟谷 そうするのは非常に少ないですね。

高良 放射光学会などでワークショップなどを作って、そういうことをやってもらうことを期待しているんです。学会でなくても、やろうと思えばいろいろな形でできると思いますが。

塘 広島も、一部民活導入を考え始めたのではないのでしょうか。パンフレットが来ました。大きい掲示用のものが。広島の中国電力あたりが中心になって、大学専用から切り替わって来ているよう

に思いますよ。

佐々木 HiSOR懇談会は、前からある。

塘 そのバックアップが大学だけではなくて。

高良 文部省から金が出ないのならば、やむをえない。

佐々木 文部省がやるのに、民間が資金的に応援したってかまわないと思うんです。高工研だって初めは文部省が作って、あと民間がどんどんやってきた。

塘 そういう格好になるのか、民間が金を出して作るのかです。

田中 そうしないと出してくれない。大学から言うと、要するに大学だけではダメだ、ほかで使うやつがいるかどうかと言われたと言っている。

高良 最近はそのような傾向なんですね。

田中 そのような傾向があるんですね。

神前 文部省のほうが、ね。それはしょうがないね。

塘 それはさっきの高良先生の話に戻りますが、じっくり落ち着いてユニークなリングを作るつもりでも実際に民活で出来るものは糟谷先生の要望のような非常に高分解能用のものではなくて、一般向けのするリングになってしまうでしょう。

糟谷 まあそうですね。

高良 それは妥協すれば。

佐々木 それはそれでいいんだね。いろいろな目的があるから。モードを変えて使うこともできる。その中の一部分を基礎研究をやっている人は、がっちり囲っておけばいいでしょう。

神前 新しくつくるんだから、たくさんとは言わないまでも、少数でも自分のところでないといけない研究で、特徴は持つべきですね。

佐々木 ベルリンはたいへんうまくやっていると思います。BESSYmbHという会社なんです。フリッツハーバーが生みの親で、国が予算を出している。そのほかに6社、ジーメンスとかAEGとか民間6社が資金を出して株式会社を作っています。したがってあそこの所長は国立研究所の所

長であると同時に民間会社の社長なんです。その会社のほうは軟X線のリソグラフィとか顕微鏡とか、そういう応用に金を出すし、国の業務も一部を負担して、放射標準、光の標準をやる。ですからいろんなキャリブレーションのサービスも受けつけます。そういうのを業務として、そちらで会社の金を集めてやる。

一方では例えばスピン偏極光電子とか、固体も気相も両方やっていますが、これはベルリンの独壇場です。そういう基礎的で重要性の高い研究をあそこで集中的にやっています。今のところベルリンが世界でダントツのセンターです。それはうまいやり方で、民間資金を国のものにプラスで導入しておいて、自分は自分でその一部を囲って道楽しているわけです。そういうやり方は、ドイツでやれるのに日本でやれないことはないですね。

神前 高良さんのほうがよくご存じだろうと思うけれど、ドイツは昔からある意味の伝統がありますね。

高良 あそこは3分の1は大学関係、3分の1はPTB（日本の計量研にあたる場所）、3分の1は企業関係とはっきりしていますけれどね。

塘 資金は、額分が決まっている。

佐々木 ちゃんと国境が引いてある。

塘 ベルリンの中のベルリンの壁ですか。

佐々木 そうそう、非常にうまいやり方で基礎研究を十分援助もできますね。多目的でもできる。

塘 コンパクトSOR講習会が3回ぐらいありましたから、みんな一応顔を出しましたが、確かに高良先生がおっしゃったことは、いわゆるX線領域でも問題になってきています。タンパク質の研究みたいなものでも、急激にいわゆる薬屋さんとかがやりだすと、データの取り方を教えてみても、出たデータはわれわれ学者のほうには還元されない可能性があります。さっきの企業秘密といえますか、X線のほうも企業サイドになって行くという気がしますね。

高良 そこで金を出してくれればいいんですよ。

(笑)

塘 出してくれるより、お前らもこれを使えとビームラインを完全に割り当ててもらおうのが一つの方法です。

糟谷 装置は作って、半分なら半分は大学が使う。

富家 今のフォトン・ファクトリーをどうするか問題になりますが、本来ならアンデューレーターでX線が出るリングが欲しい。今の放射光を使ったときに、何ができたかという、空間的な分解、時間的な分解、エネルギー的な分解、これは非常に上がった。次の段階は、この三つのうちの二つを組み合わせることができる。これは新しい画期的なことで、そのためには輝度をもっと上げなきゃいけない。

われわれはそう思っていたし、10GeV計画ですが、科学技術庁がああいうことを言ったものだから、実現不可能になった。われわれとしてはどういうことをやるかです。

糟谷 どういうことを言ったんですか。

富家 科学技術庁が大型放射光の計画を出しまして、あれは必ず進みます。

神前 関西ですね。

富家 関西です。役人が決めたことは必ずやるんです。

神前 そっちをやるとPFの計画がダメになったわけですか。

高良 そんなことはないと思う。(笑)

富家 われわれとしては今までの計画はどうするか。いろいろ議論していますが、一つのやり方は、今のフォトン・ファクトリーはデパートメントストアなんです。あらゆる商品を売っている。昭和63年度の実験は350あります。おそらく平成元年は400でしょう。まさにデパートなんです。

その中でさっきみたいな落ち着いた仕事はできない。何か特色を出さないといけない。もしトリスタンが価値がなくなってくるとすると、あれを使ってすさまじい輝度の高いものに変換できる。当分のあいだ、世界中が追いつけないようなリン

グです。そのかわり実験する場所は4カ所に限る。非常に特殊な専門店です。

田中 今いろんな分野の先端は広がっているでしょう。その後どこかに空洞ができやしないかという感じがしているんです。特に放射光に限りませんが、基礎にあるものがなくなってくるんじゃないか。若い人が汚いことをしたからなくなってきた。

産業界もそうでしょう。学会だってそうです。われわれが大学にいたころは、ほとんど古典ですから。今では、その辺に空洞ができています。第3次産業が栄えて、第2次産業や第1次産業が消えていく。こういうのがいろんな分野に出てくるんじゃないか。いろんな兆候がすでにあります。加速器にも出てくるんじゃないか。

富家 出てくる。

田中 佐々木さんが言われたように、いろんな技術を伝承する。それは10%もいけば御の字じゃないか。というのはまた同じことを次の世代がやるわけです。なぜかという、昔のことはどこかへ行ってしまふから振り出しに戻ってくる。

佐々木 そういう心配は大いにありますよ。

田中 いろんな兆候が日本にも現れている。よくて新しいものができればできるほど、そういう形になってしまう。

佐々木 そういう傾向が生ずるのは、日本の明治以来の科学技術の輸入スタイルが、今日でもまだしっぽを引いている。日本ではいつも目が外ばかりに向いていて、外で問題意識や技術を拾ってきて日本に持ち帰ると、日本ではぐっとレベルを抜きますからね。

そういう形でやっている人が多くて、日本の国内で苦労してここまで立ち上げた人のことは、皆さんあまり注意して見てない。だからそこに技術があるのに、外国へ行って教わろうとしている。今日のように放射光は世界の先端の知識や技術を蓄積しているにもかかわらず、そういう傾向もあります。過去のことを教訓として学ぼうとしない

のは、未来も非常に危ないんですね。

ですから技術の伝承はどうしたらできるかというと、次の世代の人が自分自身ゼロから、つまり出来上がったおまんじゅうをひょっと買ってきて食べるという態度じゃなくて、自分が何か作ろうと思ったら、となり近所にノウハウを持った人はいっぱいいますから、自分で先づやって今あるノウハウは日本の国内で調達する。

そうしたら必ずその技術は伝承されるけれども、どこかへ行って出来上がったものをひょっと要領よく持ってきて食べようというやり方でプロジェクトなりをやると、われわれが犯した間違いをもう一度やって、無駄でも何度でも同じ失敗をやるということです。

僕も実際例えば真空紫外分光をやっていますと、僕らの真空紫外分光は、日本の学会ではまったく少数孤立だったんです。物理学会なんかでそんなことをやっている、そのセッションは最後の三つか四つがそういう講演で、そのあと皆さんサーッと帰るわけです。(笑) 今日では糟谷先生のような大御所までが真空紫外分光をやれやれとおっしゃるけれど、(笑) 昔はそういうわけにかなかった。

しかし僕らはそういう時代から今日までかろうじて生存してきたんです。(笑) だけど相変わらず僕らがかつてやった失敗を現場でやっている人がいるんです。例えば分光器に真空ポンプを取りつけて、こっちにディテクターを置くと、シグナルが入ってくる。それはそうなんです。真空分光は全部真空で、窓なしの領域ですから、スパッタイオンポンプで、そこにイオンとエレクトロンが出てくるわけです。それがヒューッと流れてカウンターにどンドン入るわけです。

そんなのは僕らは20年前にやって、こういうことはやっちゃいかん。(笑) だけど何人もの人がそれをやって、おかしい、何かノイズが入る。肝心のフォトンのシグナルがさっぱり数えられない。

僕らもそういう失敗をさんざんやりまして、こ

これはきっと電子が来る。そこでネガティブ・ポテンシャルをかけて電子を追い返す。そうすると何だか知らないけれどノイズが増えるんですよ。(笑) あっ、こいつはイオンだ。プラスをかける。そうするとまたシューッと上がる。イオンと電子とどっちか来るんです。

唯一の解決は、プラズマソースからまったく見えないところにディテクターを置く。2次、3次の衝突なんてしていていますから、目隠しすればよい。

僕らはそういうことをしばらくやってわかったけれど、同じことを何度もやっている。物性研の先生もやってるしね。(笑)

そういうのがだんだん多くなってきて、苦労して。

神前 ある意味では社会全体に共通する、会社にも共通する問題で、これは重大問題ですね。単に教育とかの面だけでカバーできる問題ではなくて、社会全体の問題ですね。

塘 物理の学生も財テクの分野へ行くけれど、物理指向の学生そのものが減りかけているでしょう。

佐々木 アメリカなんかもはっきり減っていますね。

塘 希望をとったら、物理へ来ないで地球物理か何かのほうが多かった。

糟谷 そうそう、最近は物理系で取っていると、皆さんが希望するのは宇宙地球物理です。そちらのほうが面白い。

高良 夢があるんじゃないですか。

糟谷 夢があるんですね。

高良 こっちも夢があればいいんですよ。汚れはいやがるかもしれないけれど、夢があることが分かればもっと来るんじゃないですか。

塘 私の友人の娘も東北大の物理へ行っていたんですが、3年生のときにサッとやめて、なんと北海道の水産へ変わった。

佐々木 いま水産や農林は人気があるんです。東大なんかで農学部は全然大変な時代が長

かったけれど、今は農学部は人気があります。

高良 そうすると放射光は恵まれているよ。

神前 なぜそうなったんですか。

佐々木 バイオです。

塘 われわれがこんなことを言っているの、バイオの連中とか地球物理の人が来て放射光を使いますよ。

佐々木 あれは学問的にも面白いとか新しいことがいっぱいあるし、銭儲けにもバッチリつながりますからね。(笑) 会社はやっぱりそういう人を採りますよ。

富家 田中君が言ったことを心配されるだろうけれど、止めようがない。これは歴史の流れだ。

田中 しょうがない。結局、前線だけ先に伸びて、補給が続かなくなる。だからどこかでポシャる。

佐々木 どこかでポシャる。

田中 それでまた振り出しに戻る。

富家 それでいいんだよ。(笑)

塘 情けない話になってきた。

神前 そういう問題は大事なんだという認識だけは持ってほしいという気がしますね。

最後に小塩先生、一言お願いします。

小塩 私は定年になってから久しいのですが、例えば次の世代のうわさとか、各社でいろんなマシンができて、方々で放射光が流行りだしているわけですが、その一番の根元は何でしょう。それを教えてほしい。つまり超LSIを頂点とする実用に主眼があるのでしょうか。

神前 やはりそれだけではないんじゃないでしょうか。小塩先生が産み落とした卵が育ってみると、期待以上にパワフルなものだった。実学的な意味だけではなくて、基礎研究の上で非常に威力を発揮した、思った以上に、そういうことじゃないでしょうか。

塘 やはり基礎研究でしょうね。

佐々木 そう思いますね。

神前 単にリソグラフィーができたとか、そんなものじゃない。それはバイプロダクトであってで

すね。

小塩 だんだん耳が遠くなってくるので、大きな音しか聞こえないんだけど、聞こえてくる音はリソグラフィーを主として実用に供するのが目的でワーワー騒がれているんじゃないかと聞こえてくるけれども。

佐々木 マスコミはそれで騒ぎますが、学会は必ずしもそうじゃないと思うんです。

塘 会社もそうじゃないでしょうね。

糟谷 ほんとの基礎が、いちばんシビアな要求を出すんです。だから基礎の強い所ほど最先端が進歩し、それからより一般の利用法が開けてくるわけです。

神前 そんなことで応用ばかりやっていたら、応用はもう頭打ちで、これ以上進まない。

高良 ある意味では田中さんと同じで、基礎をしないで、応用ばかりやっていたらダメですね。

小塩 そういう意味では精神は非常に健全だなあと思って、大いに安心してよいのですね。

神前 そうですよ。

高良 健全だと思っている人もいます。(笑)

神前 世の中には大蔵省だか知らないけれど、ひずんだ考え方をしているファクターがないとは言えない。

富家 おそらく飯高さんの分野が、いちばん伸びてるんじゃないですか。

飯高 今の基礎かどうかに関して言いますと、作った方、あるいは物理関係の方から見れば、完全に応用だと思いますが、こちらの分野では基礎なんです。そういう形の応用とか基礎はいくらでもあります。そこで片方は、それくらいの応用だったら、ちょっとやってあげるよという具合でやったことが、もう片方の分野ではものすごく基礎的なことにつながる。

佐々木 上田良二先生がどこかに書いたもので、基礎研究と応用研究は対立する概念ではない。つまり基礎研究と対立するのは、末梢研究である。

(笑) 応用と対立する概念は純正だ。つまり応用

はそれで世の中に利益を得よう、銭儲けしよう、実社会に役立てようというものです。そうすると応用の意識がまったくない学問的に興味や好奇心だけでやっているのは純正なんです。

湯川先生の間子論は、まさに純正研究の代表である。したがって応用と純正が一方に対立する。そうすると純正であって基礎研究である。中間子論とか素粒子論は、純正であって基礎的な研究なんです。

それから純正末梢科学というものもある。これは大学の研究にはとても多い。(笑) 一方基礎で応用というのがある。応用基礎研究、それは銭儲けも考えているけれども、根っこが非常にしっかりしていて、太い幹がある。飯高先生がおっしゃるようにタンパク質なんていちばん根っこや幹のところではないかもしれないけれども、太い枝なんです。その先に細い枝がまたいっぱい出て、葉っぱもつくし、花も咲く。

ですから基礎研究は、根っこがしっかりしていて、たくさんの学問から養分を吸い上げて、大きな幹が立つと、そこからいろんな学問が派生して出てくる。放射光研究は、基礎研究としては非常に大きな柱を立てたと思います。たくさんの太い枝が出て、また細い枝もいっぱい出るから、今日こういうものが必要だと認識されだしてきたわけです。だけど枝の先のほうに少し儲かる部分があるからといって、基礎の部分はそれで別に価値が変わるわけではないと思います。

高良 いま佐々木さんが紹介された上田先生の考えには、まったく賛成なんだけど、ピュアを純正と訳すのはどうかなあ。純粹であっても、いつでも正しいかどうかわからない。

佐々木 そうね、正というのはわからんね。

高良 いつも自分が正しいと思っている。(笑)

佐々木 上田さんのもう一つの皮肉は、末梢応用研究というのがあるか。これはたくさんあるので、日本の社会はほとんどそれですよ。(笑)

神前 それはいっぱいありますよ。

小塩 末梢応用研究には価値がないというんだから。

高良 よく言えばリファインメントですがこれは、商品としては大変価値があり、競争力がある。

佐々木 日本はそれが盛んだから儲けているんですよ。

塘 ちょっと新しい誘導体や置換体をつくと、特許を取ってみて、次にEXAFSを測定して構造がほしい同じであれば、同じところにこれが入っていると、簡単に決めてしまう。EXAFSというのはそういう使い方がいいですね。同じ構造のEXAFSが出たら、解析するわけではなく、たぶん構造も一緒だろう。どうもそのように使いたいらしいです。だから必ず将来必要になってくる。ガスクロを使うように、どんどん新しい物質を持ってきて測定するようになる。

神前 そういう人種を、世の中、地上から抹殺しろと言っているのではなくて、それだけが全てであっては困ると言っているのです。

塘 そのへんの研究は佐々木先生、末梢に入るんですか、末梢応用に入るんですか。(笑)

佐々木 それは末梢応用ですよ。

神前 それは悪ではないけれど。

高良 末梢は実用的な研究で、何だろう、何だろうと考えるのが、ある人から見ると末梢に見えて、もう違いがあったらこれでいい。

佐々木 幹のほうから見るか、先のほうから見るかによって、基礎であったり末梢であったり、立場は違うかもしれないけれど。

塘 ある意味では放射光がそこまで入ったということかもしれませんね、そういう利用をされるまでに一般化してきたということですね。

飯高 いま言われたようなことが、たとえばクロマトグラフィー、これによって、生化学、それこそ純正、純粹の学問の分野がどれぐらい進歩したかわからない。だけどそれは何とかと何とかは使い方で、そのほかにもいろいろ使えるわけです。それが産業界では大事なことになっています。

しかし、クロマトグラフィーの技術は非常に大切なんです。最近ですと例えば遺伝子の解読なんているのがありますが、ああいうのはそういう技術なしにはできない。

塘 放射光がもうそういう時代に入ったということですね。

高良 手を変え、品を変えと言いますが、はじめに方法論の開発があると、それを使って研究する物はいっぱいあるんです。タンパク質などいくらでもある。一方、物の研究が進むとそちらの方からの要請で方法論も更に進む。そういう物を変えてやることもまた大事なことです。物理屋や装置屋は品物を知らないからね。

佐々木 まだ現存施設が非常に活躍しているだけでなく、次のフェーズも作ろうという動きもいろいろありますが、そうするとそれをジャスティファイするためには、輝度が何ヶタ上がると、こうなります。いろいろメニューやごたくを並べるけれども、今はわれわれの地平で見えている景色は、どうもそれがそのまま実現するとは思えない。

つまり小塩先生や僕が25、6年前にシンクロトロンはものすごく強力な研究手段になったと思った。一般論としてはそれは正しかったんですが、今日そこに現れてきたものは、その当時、僕や小塩さんにはまったく見えてなかった世界がたくさんあるわけです。

それは予言し得た部分と予言し得なかった部分と比べると、予言し得なかった部分のほうが多いような気がする。予言し得た部分といっても、意外な結果が出てくるからわからないということもあるけれど、そうではなくてまったく認識しなかった新しい学問的な研究手段が現れた。

例えば光電子のスピン偏極をつかまえるなんて、あの時点ではまったく想像もできませんでした。それから円偏光の放射光ができるなんていうことも、われわれはとても想像もしてなかったわけです。

ですから一つのディシプリンがごっそりわれわ

れの視野から抜け落ちていたようなものが、今日現れているんです。これからあと何が起こるかに関しては、大蔵の官僚を説得するには、そういうのはほとんど無力なんだけど、われわれ自身の心構えとしては、いま見えていない、われわれのいま見えるフロンティアのその先の世界こそが、次世代のサイエンスの非常に大きな部分ではなからうかという気がするんです。

糟谷 今日の話には出てこなかったんですが、もっぱら今のところは上へ上へと行っているけれども、逆に例えば遠赤領域の光源として、果たしてどれだけ役に立つかです。仙台の場合は、いずれにしても小さいものだから、波長が長いということで特色を出さないといけない。そうすると一つの極端な形で遠赤としてどれだけ使えるかをきちんとやっていきたいということです。

確かにいろいろいい点が出てきて、光源が絞れるために、全体の強度は強くないけれど、輝度は非常に明るい。だから非常に小さい試料でも測れるとか、高圧をかけた実験が、今では光だけですが、遠赤でもできるようになる。あるいは高磁場をかけるとか、案外輝度が上がって絞れることによって、新しい物理が出てくるということですね。差し当たりはそういう程度のことだろうけれども。

高良 遠赤という場合は、ベンディング・マグネットから出るんじゃないかと、一種の自由電子レーザーみたいにするわけですか。

糟谷 今のところは簡単にベンディング・マグネットで使っています。

高良 それをさらにアンジュレーターを使ってやると、もっと強くなりますね。

糟谷 そうでしょうね。

高良 スタンフォードの物理教室でも、そういう計画を出していたけれど、責任者のマディがよそに移ったことなどで、ちょっとポシャったという感じですが、これからはそういう時代が来るでしょう。

佐々木 そのへんのことはSDIがらみになって

きて、アメリカではひそかにあちこちでやっているようなんです。糟谷先生がおっしゃるような遠赤外の領域も、自由電子レーザーがかなりテクニカルに実現の可能性が高いように思います。もちろん長い波長の放射光利用というのは特徴のある計画で、推進されるといいと思います。

それと同時に自由電子レーザーの可能性も、検討される価値があるんじゃないかと思っています。

糟谷 2年ほど前から鳥塚さんが言っていたのが、かなりいい面が出てきているんです。つまり非常に単純に非常に短い1ミリ程度のバンチのビームを曲げてやると、1ミリ程度の波長であればコヒーレント光が出ます。それを実際に最近やりましたが、やはり出ているんです。1ミリ程度の波長で、普通の放射光で出るものの6ケタ大きいのが出ています。

高良 普通のベンディングですか。

糟谷 普通のベンディングで、ただバンチが1ミリと非常に小さくバンチ内の電子の数が10の6乗位でそれだけ増えるわけです。

ただ、これはバンチを小さくするのが非常に難しいだろうし、今のところはライナックでしかできないんです。しかしぐるぐる回せば、ぐっと効率よく出るわけですね。これはいちばん単純なものですが、ただ加速屋の技術の問題だろうと思います。

田中 というよりむしろ要求が出ないとやらない。特に大きい研究所になるとそうでしょう。これが欲しいんだという人が出てくれないとね。だってしょっちゅう共同利用はやっているわけですから、なかなかいじれない。

高良 その要求を、大きい声でみんなが力を合わせて何回もしつこく言わなきゃダメなんだなあ。

田中 そう、今の糟谷先生の話は、例えばPFだったら、入射器からビームを曲げて出しているわけでしょう。あんなとこに置けば、いくらでもできるわけですよ。ただ垂れ流しにしているだけの話でね。

ところが放射線の問題をクリアしなきゃいかんとか、実験室の問題とかいろいろありまして、やるには相当な障害を乗り越える覚悟でやらないといけない。ユーザーが多くないとね。例えばこのPFだってシングルバンチは、年に、一回やれるかやれないかでしょう。

高良 これからは新しいことをかなりやらないといけませんね。

田中 最初はユーザーも、ほとんどないと思います。だけどできれば広がってくると思うんです。

高良 それは波長はどのくらいですか。

糟谷 1ミリ程度です。

高良 この間、佐々木さんが科学技術庁のあれでやっていたのは、サブミリ波ぐらいのところ、あれは光源がないんですね。

糟谷 ないんです。そこらがいちばんないんですね。

神前 非常に面白いお話がいっぱい、タネは尽きないと思いますが、これで終わりたいと思います。皆さん非常に有能なスピーカーがそろっておられまして、非常に面白い記事になると思います。どうもありがとうございました。