

## 『医学・生物学の電子顕微鏡黎明期：福岡～アメリカ～日本』

樋田一徳（川崎医科大学解剖学）・中村桂一郎（久留米大学医学部顕微解剖学）

日 時：平成 23 年 5 月 18 日（水）午後 4 時から 1 時間半  
場 所：福岡国際会議場「日本顕微鏡学会第 67 回学術講演会」会場  
出 席：山田英智先生（名誉会員・東京大学名誉教授）  
天児和暢先生（名誉会員・九州大学名誉教授）  
友清芳二先生（九州大学名誉教授）  
柴田洋三郎先生（大学入試センター・九州大学名誉教授）  
臼倉治郎先生（名古屋大学教授）  
藤田 守先生（中村学園大学教授）  
上原清子先生（福岡大学准教授）  
司 会：中村桂一郎（久留米大学教授：本誌編集委員）  
樋田一徳（川崎医科大学教授：本誌編集副委員長）  
記 録：金丸孝昭先生（九州大学病院中央形態分析室）

### はじめに

日本顕微鏡学会は昭和 24 年に前身の日本電子顕微鏡学会が設立され、平成 16 年の日本顕微鏡学会への改名を経て現在に至っている。学会設立から 60 年余、電子顕微鏡を取り巻く科学環境は時代とともに変化して来た。物理学、化学研究のために開発された電子顕微鏡は、戦後、生物学領域の研究者が多くを占め、様々な新発見を生み、生命科学に多大な貢献をした。しかし分子生物学をはじめとした近年の諸科学の発展に伴って多くの研究者が電子顕微鏡を離れ、レーザー顕微鏡などの新たな顕微鏡イメージングにシフトしつつある。この間、工学系・材料系の研究者は電子顕微鏡を用いて目覚ましい成果を挙げ、利用度が急速に高まり、最近の学会でも電子顕微鏡を用いた研究発表は、材料系が多数を占め、生物系は年々減少している。

今年度の当学会学術集会の開催地である福岡では、学会設立間もない頃から電子顕微鏡を導入して研究を始め、生物系、材料系共に後世に残る多くの業績を挙げられた研究者が多い。そして同時に、多くの後進が学んだ、日本の電子顕微鏡のゆかりの地のひとつである。そこで学術集会の開催にあたり、九州、福岡地区で過去 60 余年、電子顕微鏡に関わり、指導をされてきた諸先生にお集まりいただき、電子顕微鏡の黎明期の貴重なお話を伺う企画が編集委員会で提案された。全く未知のミクロ・ナノの世界を如何に切り開かれたのか、どのような苦難があり、それをどのように乗り越えられたのかを拝聴し、これから我々の方向性に指針をいただければと思った次第である。幸い、ご案内を差し上げた先生のうち、山田英智先生、天児和暢先生、友清芳二先生はじめ、本学会会員として長年ご指導をいただいた先生方にご出席いただけることとなり、編集委員会では、この座談会を記録し、特別記事として本号に掲載することとした。

以下は、1 時間半、途中休憩なく行われた座談会の全記録である。座談会の貴重なお話の臨場感が読者に伝わるよう、先生方のご発言をなるべく忠実に記録した。読者の理解を深めるため、編集委員会により若干の補注を適宜加えさせていただいたことをお許しいただきたい。

### ■九州における電子顕微鏡のはじまり：

日本における黎明期～細菌学から～

天児和暢名誉教授（以下、天児）：僕は電子顕微鏡を始めたのは昭和 35 年なんです。九大卒業して、すぐに細菌学教室に入って、細菌学教室に入って聞いたんですけども、九州大学で一番はじめに電子顕微鏡が入ったのは細菌学教室だと、二代目の教授の戸田忠雄先生っていうのがね、電子顕微鏡は重要だということで、全学の設備のひとつとして九州大学に置こうと、いうことで初代の顕微鏡、細菌の教室に入

った。で細菌学教室の食堂というのがあって、その食堂を片付けて、そこを電顕室にして、HU-2 とかいう日立の顕微鏡が入って、その顕微鏡の写真は実はまだあるんです、ものはないですけどね。どういう写真、電顕であるかを。で、そういうことで僕も戸田先生から電顕をやりなさい、と言われて、まあ、その頃はまあ電顕、最盛期だったですね。大体、電顕学会の偉い先生はみんな生物系だったです。東昇先生とかね、学会でよくおこられましたね。ちょっとゴミがあると、写真にゴミがあると、“汚い”って、写真に指紋でも付いとるもんならもうボコボコにおこられて（一同笑）、学会ってこん

なに怖いところなんだと、こんな具合です。その、僕はバクテリアをやっていた関係で、細菌の切片を切るということガラスナイフで当時は切っていたんですけど、そういう写真を出していると皆さんがですね、よく言うのは、電顕の写真は、めざしの黒焼きだ、というのをしょっちゅう言われるんですよ。で、はじめは意味がよくわかんなかったんですよ、めざしの黒焼きってどういうことなんだと、そしたら、電顕の試料は固定して、脱水して、要するに乾かして、そして電子線を当てて燃やして見るから、結局、見ているのはイワシじゃなくて、めざしの黒焼きだと（一同大笑い）、まあそういうことを、ああ、そういうことかと思って、改めて戸田先生たちが切っている結核菌の写真を見てみると、本当、核が抜けてるしね、ああ、だけどしょうがないかなと思ってたんですけど、その言葉がずっと頭の中にあって、ある時、液体窒素で固定して凍結すると、生きたように見えるよ、という話も聞いたんですけどね、いつかやってやろうと思ってたんですが、思いついた頃には液体窒素はえらい高い時代です、1リットルがなんぼという時代ではなかったですからね、使えなかったですけども、九大から福岡大学の教授になって行って、そこで液体窒素を比較的安く、まあ手に入る時代だったんで、そこで早速、自分で装置を作ってやってみたら、やっぱり昔のは、めざしの黒焼きだと、思いましたね。（一同笑）まあ、電顕やっていて、やっぱりよかったなと思うのは、そういう新しい技術を自分でこう開いて来て、新しいデータがね、出たということだと思います。残念ながらもう、なんか免疫学と遺伝学が発達してくると、そのことだけでもう答えが出るようなね、バクテリアの場合には、ただ僕ら形態をやっている人間はその形を見たらどうかなと思うんだけど、やっぱり電子顕微鏡の技術というのは結構難しいですよ。固定、包埋、切片、まあネガティブ染色にしても、初めての人にやらせると大体真っ黒になってネガティブになっていない、っていうことが多いからですね。やっぱり若い頃から電顕やっていないと、なかなか電顕に手が行かないというかね、だけど若い人はどうしても遺伝学をやりたいがる、ですよ。それがちょっと今のところ残念だなと思っていることです。そういうことです。また何か話します。

中村桂一郎教授（以下、中村）：山田先生、何か一言お願いします。本当に、今日はどうもありがとうございました。

### ■電子顕微鏡導入、切片、包埋、ミクロトーム

山田英智名誉教授（以下、山田）：いいえ、どうも。一番古いのは私ですけど、今、先程も戸田先生のお話があったけども、昔は生物関係で電子顕微鏡を使って仕事をするというのは、まあ戦前からあった訳ですよ。電子顕微鏡はありましたよ。だから、その当時はほとんど生物関係ではバクテリアの教室でやってたですね。それから東京の方で慈恵の寺田先生（寺田正中・慈恵医科大学微生物学）、それから京都大の笹川先生（笹川久吾・京大大学生理学）という生理の先生ですけど、その二人が大体、その笹川先生のところに東さん（前述の東昇先生）が行ってたんですね。東さんは笹川さんのところで、電子顕微鏡を任されてやってたんですよ。だからその当時は結局、まあ、そういうことで、バクテリアの

形を見る、あるいはウイルスを見る、そういうことしか電子顕微鏡は生物関係では使われていなかった、戸田先生はおそらくそういうことで、九大でもそういう形で入れたいということで、電子顕微鏡を入れようと考えられたんだと思いますね。いわゆる全学でなかなかお金が出ませんからね、大型の機械というのは、全学で入れて、その場合、実際にどこに置くかというというのは、やっぱり戸田先生のお力で細菌学教室に入ったんですね。そこで全学共通ということでポジションが付いたんですよ。それでオペレーターとして就いたのが徳安君（徳安清輝先生・元久留米大学医学部助教授）なんですよ。徳安君は九大の応用物理を出て、そして、だからその全学でできた電子顕微鏡のオペレーターとして入ったんですよ。それ以来、ずっと、そのポジションというのは細菌学教室に人が増えたという形になっているけど、あれは全学共通のポジションなんですよ。結局それはなくなりましたけど、なくなったというかオペレーターもいなくなったから。徳安君の後で、あれは宮内さんかな（宮内恭一；後に日立へ）、それから後は松尾さん（松尾達也；後に日本電子へ）、いずれも日立とか日本電子から来ましたけどね。ちょうど、細胞学といいますかね、細胞学、形態学をやっている者にとっては、やっぱり細かいものを見たいということは当然でくる訳で、私はそういうことで、まあ細胞を見たいんだけど、中を見るためには切らなきゃいかんわけですけど、中は見えませんから電子顕微鏡では。しかしその頃は切るのが切れないわけですね、切ることができない、それがなかなか難しかった訳ですよ。日本では当時、東さん（東昇先生）と、それから大阪市立大学の藤原（藤原忠）さんという人がいまして、それから慶応の渡辺陽之輔（慶応大学病理学）さん、そのあたりが一番熱心でした。関東地区の電子顕微鏡学会がそういう意味で生物関係の方がグループを作って、超薄切片の作り方を集まって研究してたんですね。九州地区はそういう点で非常に遅れてまして（聴衆より、そうなんですか）、やっている人がいなかったですからね。私が昭和20年に医学部を出て解剖学教室に入った時には、九大には、そういうことをやっている人は誰もいなかったですね。まあ、それで関東地区でやったテクニックを小さな本になって出ていたので、それを参考にしてやり始めたけど、当然、ものにならなかったですね。東さんもセクションニングのテクニックは、アメリカに行って習って来たんですよ。アメリカのベーカー（R.F. Baker; UCLA Anatomy）さんとダニエルピース（D.C. Pease）と言って、カリフォルニアの。あの人たちが最初に光学顕微鏡用のミクロトームに送りを入れて、10分の1くらいに小さくすることを考えてね、それから包埋もパラフィンとセロイジンとを混合して固く包埋するんですね。固くなるんですね。そうするとナイフで切れる訳ですね、薄く切れるんですね。それも、その当時はガラスナイフというのはまた別の人が考えるんですけども、最初はだからカミソリの刃ですよ。で、使ってたんだけどなかなかうまく行かないですよ。ガラスナイフを使ったのはラッタ（H. Latta; UCLA Pathology）さんといって、UCLAの病理の先生ですけど、その人がガラスナイフを考えたとですね。あれを使えるようになってから、随分楽になったんですよ、ガラスナイフで。

ベーカーとピースさんの仕事が出て、それを見て東さんは、是非これをやっぱり日本に導入しないとイケないということで、単身、何か自費で行かれたんですね。自費でアメリカに行って、1年くらいいたのかな、習って来て、そして日本に帰って来て日本に普及しようということですね、藤原さんと東さんがコンビになってね、日本中をずっと回って講習のようなことで回られたことがありますよね。私はその頃いなかったですけど、ちょうどアメリカに留学して向こうでやっていたから知りませんでしたけど、だからミクロトームもね、色々な人が考えたんですね。ベーカーが一番最初に考えたのは光学顕微鏡のものを考えましたけど、その他、色々な人が色々なことで考えて、日本でも日本電子が考えたんですね。熱膨張式と言って、金属の棒の一部分を熱するんですね。そうすると金属の棒が少しずつ膨張するんですね。その棒の先にナイフを付けておいて、その膨張した厚さで切る訳ですね。熱膨張式と言っていましたね。日本では日立も、あるいは弾性を利用して作りましたね。日本電子が熱膨張式のものを作って、売りに出して、世界中でもいろいろなミクロトームがその頃たくさんメーカーが考えて出たんですけど、結局のところ最後は、ポーター・ブルムと言って、私らが使っていたタイプですけど、これも機械送りですけども。中村：一番最初に使ったのはポーター・ブルム、MT-1です。

#### ■ミクロトームとダイヤモンドナイフ

山田：そうそう、それはMT-1ですね。ポーターさん(K.R. Porter)がロックフェラーにいる時に、ブルム(J. Blum)というというのはロックフェラー実験所の技官で、何とかなる工作室の技官で、ロックフェラーの工作室で作ったんですね、あれは。で、ポーターさんが一緒に考えて作ったのがポーター・ブルムですね。で、それをサーバルというところが、会社が今度は、その後はサーバルに行って、サーバルでコマースに売り出すんですけど。私がロックフェラーに行った時に、その最初に作られたポーター・ブルムの、最初の1号機が、まだ働いていましたね。その切れ味がやっぱり一番よかったですよ。コマースで出るというのもありましたけど。

中村：それもガラスナイフで？

山田：ええ、ガラスナイフですね。ダイヤモンドナイフが出たのはずっと後で、これを最初に考えたのはフェルナンデス・モラン(H.F. Moran)。モランさんがダイヤモンドナイフを考案して、で、この人が大変ユニークな経歴の人で、ベネズエラの出身でね、ベネズエラの確かあれは、副大統領かな、くらいまでなったんですね。しかしあの当時の、今でもそうだけでも政変があって、亡命してアメリカに来たんですね。アメリカではシカゴ大学の教授になって、自分の研究室を作って、そして彼はいろいろなことを非常にアイデアの優れた人で、ダイヤモンドナイフはもちろん彼が考案した訳ですけども、それ以外にも電子顕微鏡そのものを冷やす、電子顕微鏡を凍らせるというやつですね、電子顕微鏡全体を液体窒素で冷やして電子顕微鏡をみよう、ということをやりましたね。で、研究室作って、それからバクテリオファージのネガティブ染色を最初にやったのはモランなんですよ

ね。彼はそのネガティブ染色をやる方法をね、何かあれは吹き付けるんですよ。何か非常に面白いことを考えて。

天児：最初の、フェルナンデス・モランのキーツファージ、すごかったですね、びっくりした。

白倉治郎教授(以下、白倉)：衝撃的な。

山田：あれはなかなか難しいですね。

柴田洋三郎教授(以下、柴田)：それが分子生物学と合わさったんですね、ファージとか。

天児：DNAが見えるなら、俺もやろう、って言うて。

#### ■日本からアメリカへ：シアトル、ロックフェラー

山田：そんな昔話ばかりなんですけども。だから、私自身はそういう意味で、だから日本ではなかなかテクニック、マスターできなくて、アメリカに行って、シアトルの、University of WashingtonのDr. Bennett(S.H. Bennett)という先生のところで、電子顕微鏡と、それとthin-sectioning、まあ電子顕微鏡のテクニックですね、を教わってもらって、それから仕事を始めた訳ですけど。

中村：その頃はもう、ミクロトームはもう、

山田：ミクロトームはね、それはもう、だから、シアトルではベネット先生が考案して、やはりシアトルの工作室で作った、あのミクロトームを使っていました。これはかなりがっかりした、ね、ま、これは切れることは切れるけども、なかなか言うことは聞かなかったなあ。(一同笑)ちょうどその頃に、ポーター・ブルムが出たのはもっと後です。もうちょっと後ですね。

中村：じゃあ、先生はシアトルからロックフェラーに行かれた。

山田：そうですね、あの、日本に帰る、留学、シアトルが済んでから、帰る前にね、ちょっと、ベネット先生が、まあロックフェラーの方が進んでいるから、ちょっとあそこを見学して来い、ということで、やってくれたんですね。3ヶ月間でしたけれども。

天児：ロックフェラーは3ヶ月間おられた？

山田：その時はよ。日本に帰る時の3ヶ月でしたね。

天児：僕は山田先生のすぐ後に行ったんです。いや、すぐ後じゃないですけどね。

山田：それからまた出直した訳ですから。

天児：出直したんですか。

山田：出直したんですから。ちょうどその3ヶ月のいる間に、ポーターさんが、ちょうどその頃、電子顕微鏡の生物学系でやってる人の、世界中の者を集めて、コンフェレンスを開いたんですね。それは1956年の3月ですね。3月のアーデンハウスという、ニューヨークの郊外にあるホテルのようなところに集まってね、3日間缶詰になって、会を進めたんですけど。

中村：56年ですか。

#### ■発表する雑誌：ポーター、フォーセット、パラード、シェストランド

山田：ちょっと、その時の記録をね、今日持って来ようと思ったんですけども、こんなに厚いんですよ。ちょっと重いから持ってなくて、持ってきませんでしたけども。それがJBBC(The

Journal of Biophysical and Biochemical Cytology) の Supplement として出てるんですね。で、ちょうど JBBC が出たのが、その年のその第 1 巻でしたね。第 1 巻の Supplement として今月のが、このくらい厚いですね。その時の写真を見てご覧になるとわかりますけど、まあ、いろいろなことが書いてありますけどね。写真も、かなりの写真も載っていますけども。天児：JBBC っていうのは、Journal of Cell Biology の前身ですね。

山田：Journal of Cell Biology の前身ですね。で、これも皆さんご存知だと思いますけども、JBBC というのは、電子顕微鏡の仕事、生物関係の仕事、発表するための雑誌が、その頃なかった訳ですね。なかったというか、あるのはあったけど、その頃、形態学というのは、まあ、冷や飯を食わされていて、写真を出しても印刷が悪い訳ですね。それから、なかなか大きな写真を出してくれない。だから結局、電子顕微鏡をやってる連中が、別に、そんなら自分たちもう雑誌を作ろうということですね。ロックフェラーから出す訳ですよ。

中村：Rockefeller University Press なわけですね。

山田：最初はね。で、ロックフェラーは Experimental Medicine (The Journal of Experimental Medicine) という有名な雑誌を出していましたね。で、Dr. ポーターとフォーセット (D.W. Fawcett) さんが cilia の微細構造を、最初に非常に素晴らしい論文があるんですけど。それを出す時に、最初はそれをなかなかとってくれる雑誌はなかった訳ですね。で、Experimental Medicine に投稿したら、それはもう、医学とは関係ないと、そういうのは、とってくれない訳ですね。それならもう、自分たちで雑誌を作ろうということで、ポーターさんやパラデさんやベネット先生が、みんなが集まってできたのが JBBC ですね。その後それが Cell Biology という学会ができて、その機関誌に、あれ (JBBC) をするというので、雑誌の名前も変えられた訳ですね。歴史としては、そういうようないきさつがあるんですけどもね。

樋田編集委員 (以下、樋田)：当時はそれは、微細構造を発見してもそれを発表する雑誌というか、それが医学にどう関係があるのかという、

山田：そういうこともあるし、写真そのものも杜撰で、形態学ではやっぱり、写真が重要ですから、そういうことに行き届いた、発表してくれる雑誌がないということですね、ひとつは、そちらの方が主だったと思いますね。で、もちろん、皆さんご存知だと思いますけど、生物学系ではもう一つ、一方でスウェーデンの方にシェストランド (Sjostrand) というひとがいました。Karolinska Institute のね。彼は彼自身のテクニックと方針で仕事をしてましてね。で、彼のグループは非常に優れた人がたくさんいて、で、彼自身はまた別に雑誌を作っている訳ですね。Ultrastructure Research (The Journal of Ultrastructure Research; 現 The Journal of Structural Biology) ですね。で、シェストランドさんたちも、彼は、当時は助教授でしたけども、で結局教授になるのは失敗したんですけど、教授にならなかったんですね、スウェーデンでは。それでアメリカに移住した。で、カリフォルニアに行って、ロサンジェルスに行って、教授になって、シェストランドさんの教授を主宰して、で自分の研究室を、すごいのをつ

くった訳ですね。で、彼はテクニックは素晴らしいテクニックですね。非常にやかましくて。主にあの頃は連続切片で再構築するというのは、シェストランドが一番だったですね。

樋田：網膜の連続切片、

山田：網膜ですね。

樋田：部屋中にこう、模型を作った。

山田：そう、彼の研究室に行くと、組み立てた、連続切片で組み立てた模型がずーっと、こうありましてね。シェストランドは、ミクロトームも自分のところの、これが LKB となった訳ですね。で、シェストランドは、だから電子顕微鏡の生物関係の写真の質から言ったら、シェストランドのところが一番いいんじゃないですかね。素晴らしい写真ですね。でも、アメリカのそれ以外の研究室は、ちょっと気難しい先生ですから、なかなか協調性がないんですね。それでほとんど学会にも出ないし、しかしその教室からは、例えばロディン (Rhodin) であるとか、博士論文として、ドクターの Thesis、一つのこんな大きな論文が出てますね。今見ても、素晴らしいペーパーだと思いますけど。そういうシェストランドが一方の旗頭でいた訳ですね。

中村：画像が大事とずっと教わって来ている訳ですけど、今日先生が発表をいくつか聞かれて、今の画像は、最近の画像はいかがですか？

#### ■電子顕微鏡撮影：乾板・フィルムからデジタルへ

山田：今はほとんど、電子顕微鏡そのもの、それから標本を作るテクニックにしろ、ほとんどオートメーションした訳ですから。この前、ちょっと古い連中が集まると話をしますけど、我々の時は電子顕微鏡そのものが非常にプリミティブな電子顕微鏡ですから、写真を撮るとしても一枚ずつの乾板にとる訳ですね。で、一枚写真を撮ると全体に空気を入れますから、全体に空気を入れて真空を破って取り出す訳ですから、写真室そのものだけを真空にするテクニックは、最初はなかったですね。それから試料室も全体ですからね。それから絞りなんかも、だから対物の絞りでも外から操作できないんですよ。今はもう、ほとんど固定されていますからね。

柴田：いじるなって言われて、メーカーから。

山田：だから、それを各研究室で工夫してやっていたですね。いずれにしろ、顕微鏡をばらして中を掃除しないとだめ、時々ね。ポールピースを出して磨いて、組み立てる訳ですよ、電子顕微鏡使う前に。そういうことやっていましたからね。

中村：電子顕微鏡を始めた頃は、自分で組み立てられるようにならないと夜は使っちゃいけないと、そのように鍛えられた思い出があります。

山田：そうですね。今は全然もう、また開けられないからね。

中村：触ると大変です。

山田：そう。

#### ■電子顕微鏡撮影：デジタル化の現在

天児：さっき山田先生の、写真がね、初期の頃は悪くて、投稿してもねという。でこの頃、その逆の経験を僕はしたんだけどね。電頭の写真撮って投稿する時に、きれいに暗室で焼いて、できるだけ綺麗にして、それを論文付けて送る。ちょ

うどその頃から、投稿論文がデジタル化された。それで、送った写真を送り返して来てね。これをデジタル化してもういっぺん出してくれ、と。で、その方法は、ようわからんですよ。(全員笑)。それでスキャナーでとってやったら、ものすごい質の悪い写真になった。(全員大笑)もうコンピューターに慣れていないと駄目だね。

柴田：今頃、暗室なんて使っていないじゃない。

天児：暗室なんてない。印画紙も、もうこの頃売れなくなる、売らなくなる、とかいう話を聞いて。

山田：それでも、生物関係の写真、構造を見る時には、写真の質を見分ける目は、やっぱり必要じゃないでしょうかね。どういう写真が、やっぱり生体に近いかということは。

天児：僕がとった電子顕微鏡写真はものすごいよかったんだけども、パブリッシュされた時はひどい。(全員笑)

中村：そういうことはよくあったんですね。

天児：先生たちはもう、慣れていてしょ。

中村：いえいえ。

天児：デジタル化して投稿するという。

中村：デジタル化で、デジタルの写真と、フィルムの写真を並べて見ると、やっぱりフィルムの方がまだいいと思うんですよ。だけれども日常はデジタルの写真に慣れてしまっているので、それは駄目という評価はできないですね。そこを、このままでいいのかと、悩みながらどうしようかと。

天児：電顕写真も、このごろ全部、フィルムじゃなくてデジタルで撮る、ですね。

中村：そのデジタルが、今 CCD、ちょっと前は IP (imaging plate) で撮影する。

天児：イメージングプレートね。

中村：そのイメージングプレートでも、フィルムと比べると落ちるんですよ。解像度など。それでどうかと思っていたら、今ではイメージングプレートもなくなって、もう CCD だけなんです。しかも、うちで使っているのは 1k1k (1000 ピクセル×1000 ピクセル) なので、それで一枚では今までの画像にならない。

白倉：うちは 1k1k じゃなくて 2k2k ですが、あまり CCD を使わなくて、いまだにフィルムを使って。ただしフィルムで撮った方がいいんですけど、そのフィルムをデジタル化する方法が、ちょっと特殊な方法を使っています。スキャナーで読み込んでいたら一日かかりますけど、それもブライトボックスの上に乗せて、一眼レフのカメラ、今は非常にいいカメラが多いですからね。

天児：一眼レフのデジタルカメラ？

白倉：そう、一眼レフのデジタルカメラで接写するんです、フィルムを。そうするともう、40 枚くらい撮るのも数分でパシャパシャで終わりです。で、デジタルカメラに付属しているファインリングソフトをそのまま使いますんで、ニコンのファインリングソフトでわーっとする。で、フィルムはフィルムでいざという時のためにとっておく。

中村：フィルムをとっておくのはいいですね。

白倉：デジタル写真も、デジタルカメラは今は非常にいいんでね、それで撮ったのは非常に奇麗で使えます。

柴田：今はね、先生、超高圧電顕のところに並んでるんだだけ

ど、テレスコープとって、よそにおってね、操作が出来るようになる。遠隔操作が出来るようになる。

天児：だけど試料は自分が入れる。

柴田：試料は入れてもらう。自分で入れていいわけ。東京からでも操作できる。

天児：へえー。

中村：今回この商業展示で筑波の人とやっていると言っていましたね。

柴田：ただね、面白いのは、4 階建てですかね、その一番てっぺんに登ったら何が有るとお思いですか？ 電子顕微鏡の一番てっぺんに、太宰府天満宮のお札飾ってる。(一同笑)。

天児：菅原道真が見ている。

柴田：道真が見ている訳ね。最後は神頼みかな。(一同笑)

天児：今の 1k1k とかさ、ようわからんのだよ。1k1k って何なんだかな。

白倉：1000×1000。画素数が 1000×1000。

天児：あ、そういう意味。

樋田：タイルが 1000×1000。で 100 万画素ということ。

天児：あ、それだけ解像力がいいってこと。

中村：いや、1k1k ではとても。

天児：1k1k っていうのはよくない？

友清芳二名誉教授 (以下、友清)：フィルムの銀の粒子は 10 ミクロンでしょ。今、IP でも CCD でも 20 とか 30 ミクロンでしょ。まだ銀の粒子より大きい。

## ■電子顕微鏡写真投影：講義と学会

柴田：私は昭和 40 年に入学したんですね。山田英智先生が最初の講義で、もう度肝を抜かれましたね。講義が始まったらチョーク一本持ってこられて、他、何もありません。突然真っ暗になって、次から次に電子顕微鏡の写真が出る。木造の教室だったんですけど。すごいな、と思いましたね。そのうち山田先生が九大から東大に移られてですね、あれショックだったなあ。

白倉：東大でも同じでしたよ。チョーク一本持ってこられて。

柴田：ええ、チョーク一本なんです。

白倉：するともう、僕らどうしようもなくなって。

山田：九大にいた時に、電子顕微鏡の写真を学生諸君に見せるのにね、従来、講堂にあるスクリーンでは小さくてね、小さいスクリーンしかなかったんですね。それで特別に事務に頼んで、作ってもらったんです。だから、あれもないでしょうけど、かなり大きなスクリーンですけれども、まあ、講堂そのものも大きいからいいんですけどもね。巻き上げるのではなくて、そのままずっとせり上がる上がるんですね。芝居の緞帳のようなもんです。だからなるべく大きな写真で、見やすいようにと思って、考えてお願いしたんですけどね。

天児：山田先生は学生の頃は、もうプロジェクターはありましたか？

山田：もちろんありましたよ。あの当時はね、実際のプレラートを直接、プロジェクターに入れて、それを投射するような装置があったのです。おそらくドイツ製ですけど。その装置が講堂に備え付けになってたんです。

天児：スライドで講義用のスライド、

山田：ええ、顕微鏡のスライドですね。顕微鏡のスライドを直接入れて、そうすると顕微鏡でそれを投射する訳ですね。それがものすごくいい顕微鏡装置なんです。明るくて。

天児：最新の装置ですね。

山田：だと思えますね。

天児：今や、それもないね。パワーポイントで全部やって。

中村：その機械は、九大で見たような気がします。

山田：まあ、機械そのものはあって使われてないかも。

中村：ええ、あるのはあったけど動いていたのは見たことがないですけど。

山田：それから私がいた頃、あの当時は大きなスライドですけどね、電子顕微鏡のスライドは、国際版ですから。それが出来るプロジェクターは新しく使っていましたけどね。

柴田：バズーカと言って抱えて。

中村：ついこの間まであったんですけど。で、学会で、藤田先生（藤田 守先生）が不満に思っておられるところはそこのところなんですけど。上原（康生）先生のところでやっていて、上原先生が学会する時に一番大事なのは大きなスクリーンを作れて。スクリーンだけはお金かけて、それだけ作ればいいんだって。そういう風にずっと教わって来て。今のパワーポイントでいいのかな、と思うのは思うんですが。

藤田 守教授（以下、藤田）：波多江先生（波多江種宣名誉教授・香川大学）と行った時には、先生おっしゃったように、講堂に行った時に、とにかく一番大きなスクリーンを、巻き上げるようなあれを作りました。プロジェクターの方がいいね。

山田：昔は、だから、学会に行く時にはね、アメリカなんかの学会に行く時には、大きなスライドですから、これを持って行くのは大変でした。重たくて。

藤田：昔2台置いてましたよね。小さなプロジェクターと大判の。

天児：電頭用でしょ。国際版って言うんだ。あれ何で国際版って言うんですかね？

中村：コダックの大判が国際版なんですか？あのガラス乾板の。

藤田：日本ではこのくらいの（フジの）安っぽいのが。

柴田：5×5ね。12×7（cm）くらいでしたかね。

中村：あれは日本式なんですか？

柴田：いやあれも国際版。

## ■共同研究と単独研究

山田：終わりの方は、アメリカ人でも小さい方を使っていたよ。いや、とりとめのない話になっちゃうけど。しかし全体的に写真は綺麗ですよ。セクションの写真でも。しかしどの程度、研究者が自分でやっているのかは、私は分からないからね。それから今の研究者は共同作業で皆の名前がさーっと出てくるでしょ。私の時は皆一人ずつだから。一人で全部やっていたからね。標本を採って、作って、写真を撮って、焼いて。それも自分でやりましたからね。

中村：今、これは言い訳になるといけませんが、自分でやろうとしてもなかなか時間が取れないというのがありますが、これから、そういう状況であっても、ちゃんと自分でやらなければいけないと。

山田：そうですね。

天児：昔、切片を切った頃にね。今もまだ自分で切っているんですけど。今の方が遥かに切り易いんですよ。十分の一くらいの時間で切れるんじゃないかな、今は。マイクロトームがいいし、ダイヤモンドナイフがいいし。

山田：そうですね。

天児：ナイフをわざわざ作らなくてもいいでしょ。何遍でもダイヤモンドナイフ使えるしね。

中村：僕が始めた頃には、もう30年位前になりますけど、エポンでも、それがうまく固まるというのが難しかったですよね。

## ■試料作製：素材改良；樹脂（エポン）、固定液（グルタールアルデヒド）

樋田：そういう材料と言いましょか、固定剤、包埋剤、マイクロトームかインストールメントですが、そういったものの飛躍的な発展というのは、ずっと感じられましたか？

山田：ええ。まあ私はずっとこう、最初の頃からね、やって。途中の頃からね、やっぱり最初の頃はね、オスミウムでしょ。固定剤といったら単独のオスミウムだけでやっていたから。それから樹脂もメサクリレートだけです。メサクリレートですから。結局それだと、構造の保存はよくないですよ。電子線があたると焼けちゃうし、それから収縮する時に構造が変わりますし。よほど注意しないと、そっちの方のアーチファクトが入ってきますから。それでおそらく当時の写真というのは、最終的な写真というのは、差が出てくるんですよ。そこで。なかなかいい写真というのが撮れなかった。なかなか撮ろうとしても。だと思えますけどね。

樋田：そう言った用剤、固定剤といったものがよくなったというのは、やはり生物学者もそうですけど、それ以外の人の貢献というのが。

山田：だと思えますね。

天児：高分子ポリマーの開発が進んだからじゃないですかね。

山田：今はエポキシ樹脂系が主でしょ、大体。エポンが使われたのはラフト（Luft）さんというシアトルの解剖の先生ですけど、が考えたんですね。あれは。最初に使った。グルタールアルデヒドも、これは後ですね、カルノフスキーというハーバードの人が考えた。（M.L. Karnovsky, Harvard Univ. Pathology）いや、カルノフスキーはカルノフスキーですね。グルタールアルデヒドは、ウルグアイの、デバーチス（E.M. De Robertis）のお弟子さんでしたね。アメリカに来て、カリフォルニアの教授をしていますけど、あ、サバティーニ（D.D. Sabatini）。サバティーニですね。ロックフェラーにいた。

天児：僕がロックフェラーにいた時に、サバティーニの近くの部屋にいて、エイチ、エイチと言うんですよ。山田先生のこと。

樋田：今でも固定液を選択するという事は、特に反応性を見る時に非常に重要になりまして。でもグルタールをなるべく入れたいという気持ちと、なかなか抗原性というのが出ないという、免疫電頭というのはそういったところがありまして。

山田：そうですね。

藤田：逆にしっかり固定できているという事ですね。

樋田：むしろ小さな molecule, アミノ酸あたりはしっかりと固定していないと、いわゆるハーフ・カルノフスキーでないとなかなか(免疫反応性が)出ないというのがありますし。

山田：はじめの頃はグルタルも日本ではなかなか手に入らなかったですね、グルタルアルデヒドというのはね。それから製品があっても質が悪くて、重合してしまっ、ある程度はね。そっちほうがむしろ壊れるんですね。それで精製しないといけません。精製するような方法もしましたね。

天児：ああいうアルデヒドからグルタルアルデヒド、グルタルアルデヒドの方が固定としていいんだ、っていうことになぜ日本人は気がつかないのかな、ってね。ダイヤモンドを使おうとかさ、包埋剤にアラルダイトよりエポンの方がいいとか。同じように電子顕微鏡というのはやるけども、新しい開発は全部アメリカがやるでしょ。こちらは全部それを応用しているだけ。しゃくに触るんだけども、自分でもそこまでは気がつかないと思うもんね。何か、いわゆる基礎研究っていうの、人のやったのを応用して使うだけじゃなくて、ベースになるものも自分でやるというね、そういうものも若い人は持ってほしいなあと思うんですけどね。困難、うまくいかないことを自分の手で解決してしまうっていうね、どっちかというとか、うまく行かんけど何かやってくんねえかなという感じがするわね。

山田：ある程度は自分でやっていないと分からないんじゃないでしょうか。

天児：問題点が出てこない。その問題点が出て来た時に、協力してくれる人がたくさんいるのかな、アメリカには。

山田：そうですね。

天児：アメリカにはそういう高分子化合物とか、化学のスペシャリストが沢山いるのでしょう。アルデヒドとかグルタルアルデヒドの違いというのは、アルデヒドはシングル、腕が一本だけグルタルアルデヒドは両方ですね、固定するとアルデヒド基がパラフォルムアルデヒドでは1ヶ、グルタルアルデヒドが両端に2ヶあり(出席者より“架橋”)そしてポリマーにもなるわけだから、ここここの間をこうして固定できる。

山田：そうそうカルノフスキーは、グルタルアルデヒドとホルムアルデヒドを混ぜて使う固定液を考えたのがカルノフスキーですね。

白倉：グルタルは質は確かに悪くて、入れると濁っちゃったですね。昔のは、いまだにその悪夢が私にはあるもんだから輸入したものを使っていますけど。多分ひょっとしてやろうとした人がいて、やったら濁っちゃって多分だめだったということになったのかもしれない。

天児：日本製でやった？

白倉：そうそう、日本製で。今でも 500 mL の瓶で売っていますけどね。だけどどうなのかわからないので。

天児：ごく僅かのアンブルみたいなものに入って。

白倉：アンブルに入ったものを海外からのを使っていますけど。

山田：それはいいですよ。

中村：500 ミリのもよく使っていましたけど。

## ■未知の出会いでの真理の見極め：“自然はともかく美しい”

樋田：私よく思うんですけど、最初に山田先生、初めて組織を固定をして、切って、見ますですね。そうしますと、出てくる像というのは、我々も初めてのものを見る時に、はたして真実のものであるか、

山田：ええ、

樋田：それとも色々な用剤によって、いわゆるアーチファクトって出てきますが、そのところで、見極めと言いましょか、初めての発見の時のですね、そう言った時というのはどう、どこで真理を見分けられたんでしょうか？

山田：やっぱり、おおざっぱに言えば、美しい写真、ですね。どういうものが美しいかという、ちょっと難しいんですけども。美しいという事と、ナチュラルって言いますかね。自然はともかく美しい、というのは言えるんじゃないですかね。

天児：あのバクテリアでもね、昔のいわゆるめざしの黒焼きの時代、みんなそれはバクテリアの構造と信じて来た。それしかないから。それで、核は細胞の真ん中にあるけど核膜はない。というのは教科書にそう言って書いてある。ところがですね、急速凍結法が出て、やると、核が見えないんですよ。全く見えない。全部細胞質。だからバクテリアの核というのは、分裂増殖している時には細胞質全体に広がって、そこでメッセンジャー RNA 合成している。見えない訳ね。ところが抗生物質で処理したり、冷蔵庫に入れたりすると、核が見えてくる。だから昔見てたのは、あれは死んだ菌の構造。だから、技術が進歩するとね、形態学的知識も変わると思います。新しいデータが出て来た。だけどそれが出ない限りは、今あるデータを信用する以外にない。

樋田：意外に、自分が撮った 20 年くらいの前の写真で、あの当時全然気づかなかった事が、今はその構造が、ああこういうことだったのか、ということがたまにあるのですが。

天児：ありますね。

樋田：それは、その時ちゃんとした写真を撮らないといけない、死んでいても生きていても撮らないといけない、ということですね。

天児：うん、撮らないと。その時点でそれは真実と。だから技術進歩に待つ以外にない。近頃、やはり急速凍結が更に進んで、凍結したまま切片を切って、凍ったまま見るという、全くそのまま。それで見ると、結核菌に、グラム陰性菌と同じような外膜があるという事が分かって来たんですね。だからそれはもう、大勢の人が、本当かなと、まだ眉唾なんですけどね。それはやっぱり、新しい技術で分かった事です。

## ■新たな技術との出会いと発見

上原清子准教授(以下、上原)：それをあっさり、それを新しい技術だからといって、みんながそれを受け入れる訳ではないですよ。今までも。

天児：そうですね。すぐにはやっぱり受け入れ... バクテリアの核も話もね、それは、そんな事はないだろうとみんな言っていたんですけど。やっぱり核は核として中にないとおかしんじゃないかと。

上原：どのくらい頭を切り替えるには時間がかかるんですか？

天児：急速凍結で核を見てたのは、それは早かったですね。やっぱり大勢の人がそれで見出すとみんなそう見えるから。ただ結核のことは、まだ凍らせた切片をそのまま見るというのは、普通の顕微鏡ではできないでしょ。あれは凍結観察法というね。だからやってる本人しか、その写真を出していない。

山田：今日もその発表がありましたよ、いくつか。

天児：だからまだ、そういう疑問もあるのだけれども、やってる本人はまじめにやっています。

上原：じゃあ、やってる人に、数に依存して真実が浸透していくか、ということですね。

天児：そうですね。まあ、新しい技術ですよ。今まで使っていないような技術、しかもそれは、方法としてね、まともだろうと。へんな、余りへんてこりんなのは、人は余り信用しない。やっぱり凍らせて直接見るというのは、理屈から言うと間違っていないでしょ。それをみんなが見れるような装置があるかないかだけの話だからね。

白倉：残念なのは、その方法も向こうから来てるんですよ。

天児：そうです。だからなぜ日本でね、そういう事が出来ないかと。メーカーさんは世界優秀の顕微鏡を作るんだけど、応用技術の方が、日本オリジナルっていうのがね、なかなか出てこないですね。

白倉：だけどクライオ顕微鏡も向こうに追い抜かれたという感じなんですよ。向こうの方がよくなりましたね。あれはもう10年くらい前なんですけども、私もかなり日立に言ったことがあって、とにかくクライオをやらないと駄目ですよ、っていう話をしたんだけど、手を出さなくて。その頃日本の場合、分子が主要だったから、分子を見るためには二次元結晶とかね、あるいはX線がいいと思っていた。その頃、ヨーロッパの連中はやはり細胞の中でどういう構造をしているのかが重要だからってことで、着々と準備を進めて、それがともかくトモグラフィをやって、それからクライオミクロームをやって、それは全部ライカがやっているんですけど。それから高圧加圧装置を開発して、三つ揃ったところで、クライオ顕微鏡、細胞が見えるやつを出して来た。使い勝手がいいんでよね。日本だとどうしてもやりにくいというのがあって、それが一緒に揃ってずっと伸びて来ているんですけどね。それが非常によくなっているんですけど、ただ私は、そういった意味において電子顕微鏡の時代はまたこれから来るだろうと思っているんですけど。おそらく生の状態で分子の構造が決められる時代が来るんで、そういう時代がわあっと栄えて来て、またその後どうなるかは分かりませんが、まあ、山あり谷ありだと思っただけです。

天児：だから本当の生のものは見ていないと、我々はね。

白倉：そうですね。ただ昔の人のやった仕事はすごいと思うのは、普通の切片でも、機械が良くなって切片も良くなったんですけど、昔、山田先生、濱先生（濱 清東京大学名誉教授・生理学研究所名誉教授）が撮った写真をですね、超せるようないい写真というのはですね、余りないんですよ。いわゆる freeze substitution でも何でもいいんですけどね、うーん切れてるな、っていうのがないんですよ。それは近づいて

見るとよく分かるんですけど。私も経験があって、割に substitution で自分ではいいと思っていた写真をポスターで貼っていて、ヨーロッパだったと思うんですけど、そこでロバートソンが来て、J.D. Robertson、ロバートソンが俺の写真を見に来てと言って、見た瞬間にむちゃくちゃ綺麗だなと思って、解釈がね、タンパクは外にあるとって僕が間違った解釈をしていたんですけど。とにかく、セクションは惚れ惚れするようなセクションで。やっぱり切れ味が違う、って言うんですかね。同じように私の方も unit membrane が見えていたんですけど、そばで身近に見ると、拡大した写真をですね、違うっていうのが分かるんですよ。それはやっぱり、

天児：それは何が違うんですか？

白倉：それは年季と言いますか。（全員笑）

天児：ダイヤモンドも同じで、マイクロームも似たようなものをつかって。

白倉：ナイフもどうかしたら悪いものもつかっていたかもしれない。私が昔学生時代に、山田先生が時々自分で切っておられて、MT-1 を切っておられて。切る時、その時間が速いんですよ。我々だと1時間、2時間はどうしても座って切るんですけど。山田先生は切ったかなともうと、もうちゃんと出来ている。（全員笑）ナイフもですね、僕らが作ってこれ使えないだろうなと置いておくと、まだ使えると言って。（全員笑）やっぱりかなり使い込んでいる人の違いだと思います。

天児：そうですね。

白倉：今、うちにいる学生でも、そうやり込まないですね、今は。そうではなくても画像が撮れてしまうんで。

天児：昔は電子顕微鏡技術そのものが最先端技術だったでしょ。世の中まだ、遺伝子とか免疫の技術がない時代。だから若い人もめり込んで行ったんですけど。今はどちらかというと、ちょっと古いという感じがする。

樋田：大学院課程とかですね、大学院生を指導する機会があるんですが、電顕を、固定から始めて、写真を撮るといって撮って出すという、そこまでの一連の過程というのは、いろんなサイエンスのベースのトレーニングになりますね。やっぱりいろんな事を考えないといけない、機器も自分で調整しないといけない、あるいはいわゆるケミカルとか化学物質、いろいろな試薬も揃えないといけないということで、そういった意味では電顕は、我々トレーニングを受けた者というのは、サイエンスの基礎というのを、（後進に）多面的にトレーニングする機会になって行くんじゃないかと思っただけです。そうかと思うと、早く結果の出るサイエンスもありますので、そういった人たちが電顕をやるというのは、かなり苦労しているというのは事実ですね。

天児：何か、固定、包埋、切片切るまでは、それはテクニシャンがやる仕事だ、何かそんな印象もあるんですよ。試料を渡せば写真になって出てくる、そこまでの苦労は科学者がやるんじゃなくてテクニシャンがやるという。

樋田：医学部においては臨床医がお忙しいからというんですけど。でも少なくとも大学院の時、あるいは若い時には自分でひとりの事をやる、っていう。先程山田先生がおっしゃられたんですけど、全部自分でやるという事が、最後、また



自分のところで研究が出来るかということで、そういうことで指導しているんですけども、だんだん少なくなって来たということですよ。

## ■工学系の黎明期：

### 九州大学での超高压電子顕微鏡導入と共同研究

藤田：友清先生の方の面からみた、工学系の超高压とか。

天児：工学系は今や、ものすごく盛んな時代ですからね。

友清：私が電子顕微鏡を始めたのは、昭和42年から43年です。で、電子顕微鏡学会に入れという事に入ったんですけど、それこそ医学生物系のひとばかりで、それで私は終わりかと思っていましたところ、そしたら工学部に200キロボルトの電子顕微鏡が入るから、お前は日本電子に行って勉強して来い、と言われ、まだ誰も材料系で電子顕微鏡使った人はいないから、それで電子顕微鏡を使うようになったんですけど、そうこうするうちに、超高压電子顕微鏡の時代になって来て、昭和49年、50年くらいですかね。名古屋大学とか大阪大学に超高压電子顕微鏡が入って、九大にも欲しいと材料系の人々が要求し始めたんですけど。材料系の人々は九大で電子顕微鏡をする人は全然おられなくて、それでも欲しいという事でやられた。あの頃、武谷先生とか小池先生とか、農学部の日高先生とか、工学部の北島先生とかが中心となって、文科省に要求に行かれたけど、幸い医学部で大先生方がおられた、あるいは元おられたという事で、なら九大にも付けてあげようという事で、超高压電子顕微鏡が付けていただいたんですけど。大先生方の活躍がなかったら、九大にはとても超高压電子顕微鏡は入っていなかったと思います。

天児：そうですか。

藤田：僕は一番早く見ましたよ。(ステレオを)二つ撮って、立体的に見えるぐらいのが見えましたね。

友清：そうですね。とにかく厚い試料が、最初は厚い試料が見えるという事で。それと杉岡先生(元九大総長、整形外科学教授)が助教授時代ですかね、骨の切片を見たいと来られました。それから農学部には和田先生という方がおられたんですけど、あの先生は土壌、砂粒、私達は砂粒と言っていたんですけど、土壌の観察をしておられた、その先生も学長になられたんですね。だから、電子顕微鏡を使う人達は学長に。(全員大笑)それぞれ若い時は使っておられたんですね。

藤田：その頃は何かを見ておられたんですか？

友清：私自身は材料だったんで、金属とか、金属は大丈夫なんです。真空中に入れても電子当てても、ちょっとやそっとは、でも影響は出ているんですけども、そんなに目立たない。だからめざしまで行かなくても、死にかかったイワシくらいで何とか見えるんですね。

樋田：超高压というと、メーカーはやはり日本のメーカー？

友清：はい、やはり日本のメーカーですね。私達の時には日本電子のが入ったんですね。

中村：超高压は日本初となる技術なわけですか？

友清：いやフランスで。

中村：じゃあ、元は外国で、日本が。

友清：でも商用の超高压電子顕微鏡を作ったのは、イギリスのAEIと日本の島津でしたよね。

山田：それから、日立と日本電子とね。

友清：そうですね。

藤田：今も超高压はありますよね。あれ、我々にとっては加速電圧は上がっていけばいく程いいかと思えば、そうでもないですね。

友清：そうですね。

藤田：80キロ(80 kV)くらいあればもう十分なところですけど。

友清：そうですね。

藤田：上がって行けば行くほど、生物系の人、だんだん使うのが少なくなって来て。

友清：はい、そうですね。

山田：生物関係はね。今、阪大にあるのは3000(kV)ですね。

友清：はい。

山田：あれ、フランスでディプイ(G. Dupouy; Laboratoire d'Optique Electronique du C.N.R.S., France)が作ったのは3000だったんですね。あの時は。

友清：だからフランスはツールズにあって、最初、あれは大気圧だったですね。でもあれも今は中を取っ払って、中は博物館になっているって。

藤田：semi-thin くらいの切片見ても薄くなってしまって、本当に重金属のトレーサーなんかを入れないと。

山田：コントラストが悪くなるからね。

友清：すかさずかでコントラストはないですね。

藤田：九大に入ってはじめての頃ですね。これは生物系にはきついなあと。最近は何れも傾けたりトモグラフィが使えるすから。

## ■ベネット先生と日本人研究者：“自分でやる”

中村：九大で電子顕微鏡を始めたのは先生になるんですか？

山田：いや、それは細菌学教室ですね。それをセクションを、切片で見るというのは、おそらく細菌ではやっていなかったからね、その頃は。

天児：あの頃はまだ切片の技術がなかった。

山田：シャドーイングですとか、それこそネガティブで見るとか、そのまま見るか、ぐらいのことですから。世界中がそんな風だったからね。まあレプリカにするか、レプリカはありましたけどね。

中村：九大、日本からベネット先生のところにたくさん行かれていますよね。

山田：はい、はい。

中村：ベネット先生が日本と関係があったから。

山田：まあ、その話は別のいきさつだけでも。戸田先生(細菌学・戸田忠雄教授)が医学部長をしておられましたね。それは昭和25、26年頃でしょうかね。あの当時医学部長として、欧米を見学して回られた訳ですね。3ヶ月間くらいかな。そういうシステムがあって、アメリカに渡られたわけですね。アメリカを見学して回られた時に、戸田先生がベネット先生に会われて、シアトルで。でおそらくベネット先生が日本語で話しかけられてびっくりしたんじゃないかな、戸田先生は。もっともこれは憶測だけでも、戸田先生は俳句の方でも有名なんですよ。俳句の方で、ホトトギスなんですけど。まあ一派

をなしておられたんですが、で、シアトルの日本人会というのがありまして、そこで俳句が盛んだったんです。そこにおそらく呼ばれて寄ったんじゃないかと思えますね。戸田先生がシアトルに寄られたのは、普通だと University of Washington というのはそれほど有名ではなかったんですけど当時、大きな大学ではなかったんですけど、有名な大学ではないから、わざわざそこへ行かれたというのは不思議だけでも、たまたまそういう風にして、いきさつはどうであれ行かれて、ベネット先生と会われて、そこでベネット先生が日本から電子顕微鏡をやるのを日本から寄越さないかと、いう話があった訳、戸田先生に、戸田先生が日本に帰って来て、そして私に話があった訳です。行く気はないかと、ね。それで私は行こうと思って、色々手紙出ししたりしましたけどね。そしたら向こうから、来るなら何をやりたいか、という事を聞いてきましたよ、ベネット先生はね。で、電子顕微鏡をやりたいということ。俺んとこだったらそれは出来るということで来い、という事になった訳ですけど。それが発端ですよ。

天児：その頃は解剖に電顕が入って。

山田：いやいやもちろん、何もなかった。だから私はほとんど日本では電子顕微鏡はやっておりません。まあ光学顕微鏡は盛んにやっていたけどね。光学顕微鏡ではたくさんやっていたから。

樋田：紫外線顕微鏡を。

山田：紫外線顕微鏡をやっていましたね。これは今、日本ではやっている人はいないですね。この顕微鏡は面白い顕微鏡で、ツァイスが作った顕微鏡でね。短波長の紫外線を使うんですよ。それを光源にして顕微鏡写真を撮る訳ですよ。眼では見えませんから。で、そのために特別のレンズから全部水晶で作ったんです。水晶のレンズで、対物レンズとか、それからコンデンサーもね、全部水晶なんです。それから波長を分けるために、やはり水晶のプリズムも2つ使って、それを通して波長を分ける訳ですね。そしてそのうちの短波長だけを顕微鏡に導入して、その波長にあった、収差をあわせた対物レンズを作った訳です。そういう特殊な顕微鏡なんです。これはツァイスのケーラーというひとが作った。ケーラーという人は、今でもケーラー照明という、コンデンサーに光を当てる時にね、それを考えた人ですね。同じ人ですけども。その人が作った顕微鏡でね。おそらく日本で2台あるんですよ。その1台は九大にあって、解剖の教室にあったんです。それをほとんど使われてなくて、私が入った時に誰も使ってなかったんでね。ちょっと私もそれを勉強して、これを使いたいと思って、それこそ他に誰もいない訳なんです。自分で手引きを、説明を見ながら、したんですよ。それを使って、紫外線で顕微鏡をすると、ちょうど核酸の、ピークのところを吸収する性質があるんですよ。で、それはリボ核酸でもデオキシリボ核酸でも同じですけども、その核酸が吸収するから、写真に撮るとそこところが暗く出るんですよ。吸収したところが、そうすると、それによって核酸が細胞の中のどこにあるか、というのが分かるんです。しかもそれは生の状態でも見えるんですよ。紫外線で。紫外線の吸収ですから。だから私は、神経細胞をね、針の先でほぐして、生のやつを、それを直接スライドのところに移すんで

すけども。そのスライドガラスも水晶なんですよ。水晶のスライドガラスで、カバーガラスも水晶なんです。そしてそれを見るんですよ。すると、神経細胞がね、ニッスルの形が出てくるんです。ですからニッスル小体というのは、元々、核酸のある場所を表している訳ですよ。で、光学顕微鏡で見える像と同じ像が撮れるんです。まあ、そういう事をやっていたんですよ。

樋田：それを日本でおられた時の、その紫外線顕微鏡でのご経験というのがアメリカに行かれて、新しい顕微鏡への。

山田：そうですね。顕微鏡のことについては、そういうことをやっていたからね。

樋田：随分役立たれてた。

山田：その当時、今さっきのお話じゃないけども、ベネット先生から手紙が来た時に、何をしたいかという時にね、電子顕微鏡をやりたいかということと、もうひとつは、何と云うのかな、波長の違ったものを色々使って、細胞の吸収が違ったものが出てくるんじゃないかと、そうすると細胞の中の色々な物質の同定が出来るんじゃないかと考えていたんですよ。それもベネット先生に申し上げたら、いやそれでも自分のところで出来ると、そのスペクトルをやっている連中がいるから、やろうと思えばやれると、そういう話もありました。でも実際に言ってみてやり始めたら、電子顕微鏡の方ばかりやっていましたから、そちらの方をやる事はしませんでしたけども。まあ、電子顕微鏡の方が面白かったですよね、それこそ。

中村：アメリカは色々何かやりたい時には、手伝ってくれる人が色々いるという事ですね。

山田：まあしかし、ベネット研究室でも電子顕微鏡をする人は4、5人いましたけど、5、6人はいたかな。しかしそれぞれみんな、自分でやるんですよ。自分でやりますから、固定剤を作るのも自分で作るし、包埋剤は自分で調合するしないと、それぞれ自分でしないとできませんから。電子顕微鏡は使うのに、輪番制で書き込んで、この日は私が使うという事を登録して使うんですよ。使わないと使えませんが、そういうことをやっていましたね。

中村：今、順番を待たないといけない、というのは、最近はあるまいですよ。

藤田：使用表を作っておるけど、使うのは僕だけ。

山田：私が行った時には割に少なく、その後で日本人が増えた訳ですね。私が帰って来て、誰か代わりに寄越せ、ということになって、それで濱先生を推薦したんです。私がね。それで濱先生が行って、それから濱先生が帰ってきて山元先生（山元寅男名誉教授）にバトンタッチして、山元寅男君が三代目で行ったんです。だからその頃はね、ずっと人が多くなって、それこそ電子顕微鏡が、なかなか使おうと思っても使えなかったらしいですよ。人が多くて。

中村：草分けの人たちはみんな、ベネット先生のところが多いですよ。

山田：そうですね。そういう事で多かった訳ですけども。まあその他に日本でもね、しかし片一方では、今先程話に出ましたけど、慶応の病理の渡辺さん、川口さんとか、その人たちが熱心にやっていましたね。京都の笹川先生のところの小

倉さんとか、それから田代さんという、その後関西医大の学長をされた方がいますけど、ロックフェラーに行かれた田代さんね。あの人は元々京都の生理の教室にいたんですね。笹川さんのところのお弟子さんですね。

樋田：今日は貴重なお話を拝聴しまして、ありがとうございました。これは初めての試みでありまして、全国で学会がありまして、その土地土地で電子顕微鏡、あるいは顕微鏡の歴史というのがありますので、その土地のゆかりの先生方には集まって、できれば特集記事という形で、和文誌のひとつのシリーズという形で行きたいと思います。

#### ■補遺：遡って戦前・戦中の電子顕微鏡～未来への萌芽～

山田：はじめのお話だと九州の集まりだということだったからね。だとすると、九州だと細菌の方で、武谷先生（武谷健二・九州大学名誉教授・細菌学）と小池先生（小池聖淳・元佐賀医科大学教授・微生物学）。それぞれそのころスペシャリストで、ひとつの帝国が出来ていた訳ですからね。で、切片の、我々の方から言えば、他は、久留米のね、竹重先生（竹重順夫・久留米大学名誉教授・解剖学）とか、鹿児島解剖、それから熊本もいらっちゃったですよ。まあ、それぞれのところでそれぞれの仕事をやっていましたけども。で、ちょうど私が九大にいる時だったかな。文部省の科学、総合研究で、そういう方たちを集めた班を作りまして、それは全国で電子顕微鏡をやっている人を集めまして、それは班長が移って行ってね。かなり長い間解剖学会では続いていました。

藤田：そうやってずっと電顕が入って行ったんじゃないでしょうか。

山田：まあ、それもあるかもしれませんがね。だから電子顕微鏡のことでちょっと言うと、その頃の日本の電子顕微鏡というのはね、まあかなりの電子顕微鏡だったんだけども、生物関係には使いにくい電子顕微鏡だったですね。コントラストが余りよくない。それからたくさん、我々の時は像を見て、たくさん切片を見ないと行けないでしょ。そして写真もたくさん撮る。それからこの、スクリーンの上でいろいろの観察をする訳ですね。そういうことをするのに、ちょっと便利でなかったですね。それで電子顕微鏡そのものも、私が九大に戻って来た時に、まあその時は日立の、徳安君が日立に行っていましたから、徳安君と相談して日立の工場の人と相談して、使い易い顕微鏡、生物関係の使い易い顕微鏡を考えてくれということで、改良してもらったんです。その一号が、私の九大に入ったんです。私のところに入ったんですね。それは11Aという、で、それが出来てから、同じ顕微鏡が日本のあちこちに行ったと思いますよ。まあ日本電子もそれから良くなりましたけどもね。

天児：うちの最初の顕微鏡で撮ったね、写真がいくつか残っているんだけども、ただ菌を載せてみただけですよ。だからブドウ球菌は丸、大腸菌は細長い。だけどそれで、見えた！って言って、満足してたんやないかな。

山田：そうですね。大体皆、そうだと思いますね。

天児：で、それから暫くして、シャドーイングでみえるようになった。

山田：それからレプリカですよ。レプリカですね。

天児：昔のね、電顕を調べてたら、昭和19年に、戸田先生が助教授でね、貝原先生、貝原益軒の子孫の、

樋田：貝原守一先生、

山田：守一先生ね。

天児：守一先生。それがね、電子顕微鏡に関する紹介文を書いているわけね。で、そこに引用してある、写真が、エルンスト・ルスカ（Ernst Lusk）の撮った写真。それは菌だけでなく鞭毛も写っている。昭和19年だから戦時中ですよ。ルスカというのはドイツ人ですよ。日本とドイツは同盟国だったから、多分いろんな情報は入っていたんじゃないかなと思いますね。

山田：ジーメンス（独 Siemens 社）ですね。ジーメンスだな。で、今の話からすれば、ちょうどその頃、アルデンネ（Manfred Ardenne）という人が書いた、電子顕微鏡の本が一冊出ているんですよ。これはオランダの人ですけども。で、その人の本を、ドイツから。アルデンネは自分で電顕を作ったんですね。作って、自分の研究室で作って、で、自分で観察したことを全部書いて、一つの本にしている訳ですね。で、それをね、潜水艦でおそらくドイツから、潜水艦で日本に持って来たんです。で、その一冊が日本に来たんですね。それが昭和18年ぐらいなんですね。それが手に入って、その頃ね、日本の中でも電子顕微鏡をやりたいという人が、技術関係にいたんですね。谷先生（谷 安正・東京大学工学部）とか、お偉方ですよ、皆さんね。榊先生（榊 一郎・名古屋大工学部）とか。で、それを早速翻訳して、昭和19年にそれを翻訳して日本に出ているんです。で、それは文部省の大学学術局というかな、文部省で翻訳している。それは古い大学に行くと、福大（福岡大学）の図書館にもありますよ。アルデンネの電子顕微鏡という本が。

藤田：日本から行った人も持って来たんですか？

山田：いやいやドイツから。

藤田：伊号とかが喜望峰を回って。

山田：あのね、そういういろいろのものが来ているんですね。それから位相差顕微鏡、もう最初のもはあれで来てるんですよ。日本に来ているのは潜水艦で来ているんです。

樋田：メッサーシュミットの（ジェット&ロケット）飛行機の設計図とか、そういうのも来たと聞いています。

上原：よくそんな時代に来ましたね。何か軍事に使えるのかと思ったんじゃないでしょうか。

山田：だから何か役に立つものということで、選んだんでしょうね。

天児：日独同盟だから。

山田：そうそう。お互いにそれがあったから。

天児：船で来ると撃沈されるでしょ。で潜水艦。

藤田：こちらね、大型の、飛行機の乗れる潜水艦、伊（400）型。

山田：アルデンネのね、本を見てみるとね、ものすごいことが書いてあるんですよ、色々。今見ても感心しますよ。

中村：先生、前にそれが九大にないかと探しておられましたよね。

山田：九大もありますよ。探したら福大（福岡大）にもあります。

上原：福大は色々図書を揃えていますよね。  
山田：それは古本ですよ、もちろん。古本でどっかから買ったんだと思いますよ。その中にステレオの写真も。それから大気圧のものもあるしね。そのことも考えていますよ。それからスキャンもやっていますね。スキャンもやっている。そういうね、今やっているほとんど、使っているほとんどの、萌芽的なことがね、全部やられている。すごい、あれだと思えますね。で、その顕微鏡、アルデンネが使った顕微鏡は、もちろん一台しかないんですね。自分が作っているんですか

ら。一台しかなくて、それはベルリンにあったんだけど、爆撃で戦争の終わりになくなっちゃったんですよ。やられて。ですからそれ以後はない訳です。作ってないです。

中村：電子顕微鏡を自分で作るっていうのもすごいですね。もっともっと色々やらないといけませんね。

樋田：本日は色々ありがとうございました。

山田：つまらないことを色々。

樋田：ありがとうございました。

## おわりに

1時間半はあまりにも早く感じた。ご出席いただいた諸先生はメモを一切持たず、ほぼ正確に当時のことについてお話しいただいたことは驚嘆すべきであった。しかしそれは、山田英智先生がおっしゃったように、機器や試薬など、今よりも不便な時代に、“自分でやる”という姿勢で困難を乗り越え、電子顕微鏡にいかにも情熱を注がれていたかを物語っていると思う。同時に、未知の微細な世界で初めてみた構造を真実であるかどうかの見極めは、“美しい写真をとること”、“自然はともかく美しい”という山田先生のお言葉が強烈に響いた。

目覚ましい技術革新に伴う方法論の新たな展開は、これまでにない新発見を生む。同時にそれは、しばしば過去の知見を修正する。しかし電子顕微鏡で得られる写真はまぎれもない事実であり、それが時代という風雪に耐え、末永く真実として生き残れるためには、“美しい写真”を目指して“自分でやる”ことであることは、時代を超えた私達後進への確かな指針と言える。

## 謝 辞

ご多忙のところ本座談会にご出席いただいた諸先生に、編集委員会を代表して深く感謝の意を表したいと思います。

## 文 献

- 1) 加藤恭子：“日本を愛した科学者 スタンレー・ベネットの生涯”，The Japan Times (1994)
- 2) M. アルデンネ (Ardenne, Manfred) 著，文部省専門学務局 訳：“アルデンネ超電子顕微鏡”，丸善 (1942)  
<http://iss.ndl.go.jp/books/R100000002-I000000679708-00>



座談会出席者：  
前列向かって左から  
友清先生，天見先生，  
山田先生，白倉先生，  
藤田先生