

4. グライダー搭乗記

内田 正夫

生まれて初めてグライダーに乗せてもらいました。地上でみていると静かに、滑るように飛んでいます。いざ乗ってみると風切り音が強く、とても静寂な空間を滑るが如くなんてものではなかったことを、今でも覚えています。

その節は貴重な体験をさせて頂き、ありがとうございました。
(搭乗したグライダーをバックに筆者(左)と右 卒研生の鈴木明義氏 昭和38年2月28日藤沢飛行場にて)
(H 14.9.14 プリント)

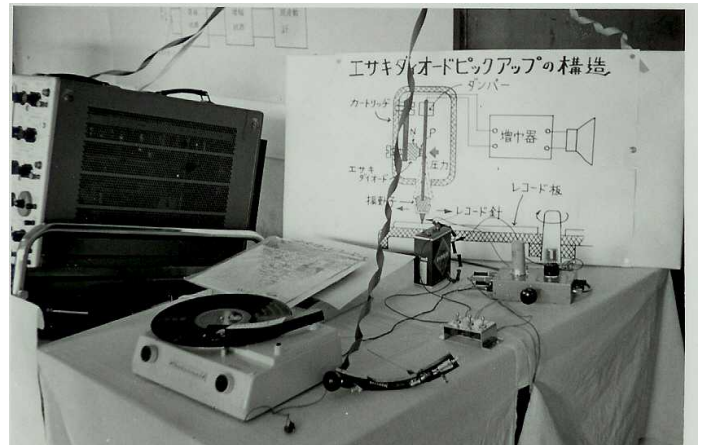


これとは異なる話題ですが、毎年秋に、研究所の施設公開がありました。

昭和37年当時、エサキダイオード(ED)の圧力効果をやっておりましたが、分かり易い応用例としてピックアップを作ってみました。

写真はその時の展示品です。一日中リカルドサントスのレコードをかけていたのを覚えております。名前は忘れましたが、レコードは卒研生の方に買ってきて貰ったように覚えております。(S37.11.6)

[写真ならびに説明文入手 : H 15.1.29]



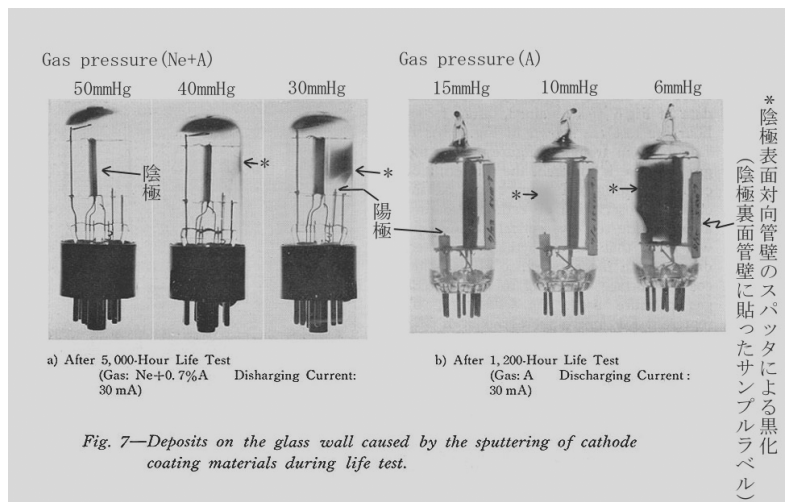
5. 昭和31年 通研での卒研の思い出

雪野 健 S32年卒

卒論 : 冷陰極放電管用酸化物陰極

昭和31年の3月から、東京理科大学の坂元正義教授の下で卒研を行うことになりました。卒研の題名はまだ決まっていなかったと思います。

坂元研の必修の輪講は、キツテルの固体論入門とシェリーの電子回路でした。4月に坂元先生に呼ばれ、先輩である通研の今井哲二先生の下へ行けと言われました。そこで今井先生に会い、週3日と夏休みに先生の手伝いをすることにしました。週3日となったのは、輪講の日と遠藤先生の必修の電磁気学を受けるためでした。電磁気学を落と



したことを言いますと苦笑いされた今井先生の顔が思い出されます。その頃西荻窪に下宿を変えていましたが、三鷹・飯田橋間の定期券で通研と大学を往復しました。三鷹駅と通研間はバスがありましたが殆どは徒歩で通ったと思います。

なお、坂元先生と今井先生との関係は文献¹⁾の上巻 p73と p299に書かれていますが、坂元研では卒

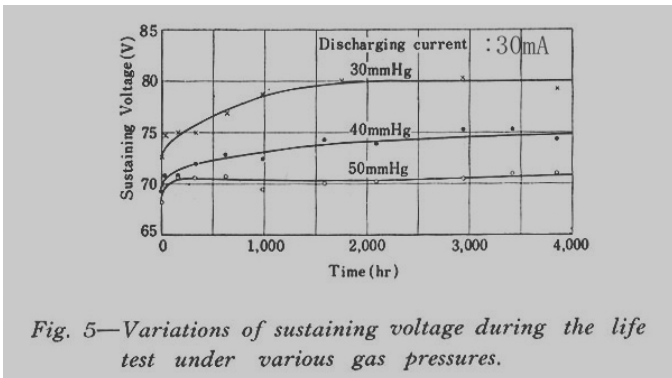


Fig. 5—Variations of sustaining voltage during the life test under various gas pressures.

研生が20人程いましたので、学外で卒研をやる人が数人いました。このような事情で坂元先生は今井先生に初めての卒研生として私を押し付けられたと思います。またこの3月の時期に集まるのは、他の研究室は知りませんが坂元研では、伝統的に先輩から諸事情を教わるためです。何でも聞ける先輩がいる気安さも手伝って、先生の手を煩わせずに卒研にスムーズに入れるメリットがありました。このことは、日大・文理学部・物理学教室で経験したことなのですが、

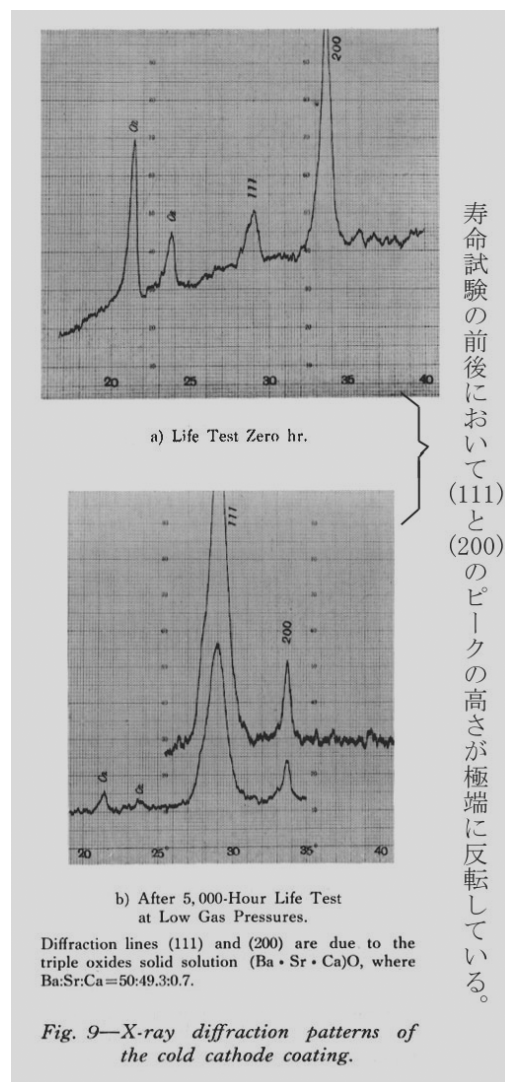
毎年4月になると同じような多くの事故(例えば、暗室の水の開放しに依る階下への水漏れ等々)を起こすことでも、坂元研との伝統の違いが分かります。

しかし、通研では一から今井先生に教わらなければなりませんでした。

今井研OB会の幹事の方から卒論について書けとのご命令がありましたので、このあいだ頂いた“日本のエレクトロニクスの源流¹⁾”と、今井先生にお借りした“今井先生の論文集²⁾”を11月に読み返し、昔のことを思い出しながらこれを書いた次第です。

これらに依りますと今井先生は、理科大の卒論として“半導体の理論 - 特に酸化物陰極について - ¹⁾”に記載されているように、高性能で寿命の長い傍熱形真空管用陰極被膜材料の酸化物を、物性論特に半導体理論的解釈の許に早くから研究されていたんだなあと感嘆しました。その上、当時通研にも半導体の研究室があったのですが、電子管部門に居られたにもかかわらず今井先生は『冷陰極放電管の実用化の研究は、電話の交換機に使用されている電磁的リレーに換わり高速な半導体が実用化されるまで、5年持てばよいところ』という意味のことを卒研の初期の頃言われたことが強烈な印象として残っております。私の卒研の頃、先生は電子管の陰極被膜の研究を学位論文として纏める時期であったので、私は先生の足手纏いであったのか、とも思っております。

当時、先生は冷陰極放電管用酸化物被膜の研究を為されておりました。冷陰極放電管は、3年生の物理実験で光電管と共にあった定電圧放電管(放電開始電圧が150、放電維持電圧は105と記憶しております)の実験があったので、ある程度理解出来たのですが陰極の酸化物被膜については傍熱型真空管の陰極に塗られている白い粉くらいの知識で、何の働きをするのかは全く理解できませんでした。昭和32年1月初めに酸化陰極を用いた今井先生の冷陰極放電管³⁾および冷陰極用酸化物陰極⁴⁾の論文を渡され、図と写真を切り貼りし、先生の書いた論文⁵⁾の題目の後ろに「・・・について」と付け足すなどして、中身は丸写しに近く書き取り卒論を滑り込みで提出しました。当時、私はエネルギー・レベルの言葉ぐらしか理解出来ませんでした(卒論を書いた頃の苦い思いをしたことが思い出される)。コピーも儘ならない時代で、坂元先生が亡くなられた今、この卒論がどう評価されたか知る由もありません。



a) Life Test Zero hr.

b) After 5,000-Hour Life Test at Low Gas Pressures.

Diffraction lines (111) and (200) are due to the triple oxides solid solution (Ba·Sr·Ca)O, where Ba:Sr:Ca=50:49.3:0.7.

Fig. 9—X-ray diffraction patterns of the cold cathode coating.

寿命試験の前後において(111)と(200)のピークの高さが極端に反転している。

柔道部の後輩でもある青山君の卒研) 時に、先生は(Ba・Sr・Ca) 酸化物の陰極被膜作製法である ガス圧・混合ガス比・使用電流 の最適条件を見出され、長寿命の冷陰極放電管に関する研究を最終的に纏められ研究を完成されました(実用化されたかは不明)。更に、MgO の被膜を用いた冷陰極の研究成果を早いスピードで集大成された後、化合物半導体部門の長として活躍されております。

私が今井研で行った実験は放電管の真空引きと、陰極処理・ガス処理をする真空装置のお守りと、放電管の特性測定と、後から加わった寿命試験のお守りでした。この真空装置はガラス製で到達真空度が 5×10^{-5} mmHg に達する先生ご自慢の物でした。放電管を処理する時は前の日から真空装置を動かし、夜間には 450°C でベーキングをし、翌日放電管の陰極被膜の処理をしました。処理・封じ切りと放電管の特性測定、の殆どは先生が為され、私は感心して見ているだけでした。

放電管の陰極被膜の活性化処理は、(Ba・Sr・Ca) 炭酸化物を塗布した陰極と、バリウム・ゲッターとを付けたMT型のガラス管を真空引きし、高周波ボンバードメントで陰極の炭酸化物を加熱処理で酸化物にし、その後ガス置換し、インダクションコイルから半波整流した電圧を印加し、強制的で断続的なスパーク放電をさせることです。(この処理の順序ははっきり覚えてはおりません。そして、(Ba・Sr・Ca) 炭酸化物の成分比率は傍熱型陰極被膜の研究成果を取り込んだものとも思います)

この処理によって放電管は、金属陰極に比べて放電開始電圧 80°C ・放電維持電圧 65°C の驚異的な低電圧動作の冷陰極放電管に変身します。文献) によりますと、冷陰極放電管の(Ba・Sr・Ca) 酸化物陰極被膜は、緻密・均一で薄く且つBaが適度に過剰な被膜となり、膜の抵抗が低くて2次電子放射比率が高く、且つ長寿命になります(適当なレベルにある不純物準位の密度が高く安定である)

この時の思い出としましては、スパーク放電処理の時、文献) の写真(図12、p469) ように放電箇所が次々と移り変わっていき不思議に思いました。また、装置の横にあって単に一極だけつないであるネオン管が、高周波ボンバードメントで電極を加熱しているときに点灯することです。沖縄にある進駐軍の放送用電波では、ネオン管を手を持っただけで点灯するとよく言われていて、恐ろしく感じたものでした。お陰で真空装置については、その後一言居士になることが出来ました。今井研の会合の時は、私が裸でいた、とよく言われますが夏には真空装置のある暑い部屋でも当時は冷房が無いのが当たり前のことで、一人で居る時はランニングシャツでいたため注意されたのかも知れません(電気試験所・通研は紳士の集まりで偉い先生方を数多く輩出している)。また測定の合間にその辺にあった週刊誌を見ていましたら、小用の間に片付けられてしまいました。

通常、寿命試験では4,000時間以上のデータが先生の文献にはよくでてきますが、私の関係する文献) には400時間までのデータしかありません。これは当時、電力事情が悪く、よく停電することがあったためだと思います。寿命試験装置には電磁スイッチがあり、再び過電圧が印加されないようにするための、先生考案のボール紙が糸で吊り下げてありました。停電の時はこのボール紙が落ちて、電磁スイッチの間に入り、再び通電しないようにする工夫です。帰宅する前に、このボール紙の位置を確かめることを怠ったため通電時間が不足したものと思われる。幸いなことに、既製品の放電管と先生の試作品のそれとでは歴然とした差がありましたので研究結果は論文) に掲載されましたが、長寿命を目指して酸化物陰極の研究を長年しておられる先生に、悲しい顔をされた時のことは忘れられません。

実験以外の思い出としましては、4月頃は三鷹駅から通研までの桜並木が綺麗だったこと?、昼休み時の野球や卓球の運動と、中島飛行機工場跡の探検をしたことでした。しかし昼飯を何時何処で食べたかが思い出せません。天気の良い日は昼休みになると野球をやりこに飛び出していました。野球好きには半導体部門の人が多くいて、色摩さんという先輩も参加されていたと思います。半導体部門には理科大・物理の卒研 生 浅田君がいて、この人も「新学制野球ばかりが上手くなり」の世代でした。電子管部門のすぐ脇には卓球台があって、近くの人が卓球をやりこにきていました。雨の日には多くの人が卓球台に群がり、今井先生も時々卓球に参加されていました。



今井博士と雪野健氏(左) 2003.7.25

私は日大・文理学部・物理教室の宇野良清 教授の指導のもとで、粉末 線回析法を用い反射強度を精密測定

することによる「結晶内電子密度分布の研究」を行い、それ以来これに関係する仕事をしていますので、固体のエネルギー・レベル的な仕事は余り勉強していませんでした。しかし、今回「通研」での卒研を振り返ることにより、学生時代に学んだ固体物理の勉強のことが思い出されました。

今井研での卒研のことを日大・文理・物理教室の宇野先生に話しましたところ、日大でも理科大と同様な事情にありましたので、日大・文理からも卒研生として今井先生には何人かがお世話になりました。

今井哲二先生には就職の世話までして頂き、その後もご迷惑をお掛けしております。そして私の結婚式には、坂元先生と宇野先生と共にご臨席を仰ぎ、式の最後には先生に謡まで吟じて頂き、有難うございました。

通研での卒研時には武藤時雄先生をはじめ電子管部門の先生方には大変お世話になり、またご迷惑をお掛けしたかと思いますが、この場をお借りしこれらの方々にも厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 武田郁夫・今井哲二・高橋得雄編：日本のエレクトロニクスの源流、工業調査会、上、下巻（2001）3月25日
- 2) 今井哲二：電子管用陰極から半導体デバイス・材料研究への半世紀の歩み、平成9年（1997）7月20日
- 3) 今井哲二：酸化物陰極を用いた冷陰極放電管、通研月報、9、10、（1956）p425（文献2 p 99）
- 4) 今井哲二、水島宣彦：冷陰極用酸化物陰極、通研月報、9、11、（1956）p463（文献2 p 108）
- 5) 今井哲二：酸化物冷陰極の活性化およびその動作特性、研究実用化報告、7、6、（1958）p476（文献2 p 119）

補足： 2次電子放出について 〔 2次電子とオージェ電子 〕

小野 雅敏 S39 年卒

冷陰極放電の持続には電子衝撃（1次電子）によって電極面から放出される2次電子の放出率が大きいことが重要です。BeO の様な金属酸化物は特に放出率が高く、小柴さんにノーベル賞をもたらしたカミオカランダのセンサーである2次電子増倍管の増倍電極面にも使われています。

数十eV 以上のエネルギーの電子で固体表面を照射した時の2次電子のエネルギー分布は、0 eV から急速に立ち上がり、3 eV 付近をピークとしてエネルギーと共に急激に減少し（約 10 eV 付近で半減）、弾き返された入射電子に対応するピークで終わります。2次電子の大部分は固体内の電子が入射電子で弾き飛ばされて出てきたものですが、エネルギー分布曲線を注意深く観察すると微少なピークが所々に見られます。これがオージェ電子によるものです。

オージェ効果と呼ばれる現象は、1925年 M. P. Auger が発見した。彼はウィルソン霧箱を用いてX線による希ガスの電離を研究中に、光電子の軌跡の他に1あるいは3本の軌跡が共存する場合があることを確認し、光電子を放出した原子から出たものであるとし、複合電子効果と名付けた。

原子内の電子の軌道は原子核に近いものほど強く核と結合しており、順にK、L、M殻（shell）と呼ばれ、各shellにある電子はそれぞれ、その殻に固有な準位（level）にあるエネルギーをもっています。もし、K殻の電子が電子衝撃等で弾き出されて空位（vacancy）が生じた時(a)はL殻の電子が直ちにそれを満たします。その時、2つの準位間のエネルギー差は（特性）X線:photonの放射(b)、または、静電相互作用でエネルギーを与えられたL殻の他の電子が飛び出すこと(c)オージェ電子放出)によ

