

## 第34回電子材料シンポジウム

# ノーベル物理学賞記念シンポジウム

2015年7月15日(水) ラフォーレ琵琶湖(滋賀県守山市)

2014年、ノーベル物理学賞が高輝度低消費電力白色光源を可能にした高効率青色LEDの発明に対して、赤崎勇先生、天野浩先生、中村修二先生に授与されました。高効率青色LEDを可能にした窒化物半導体は電子材料シンポジウムで長年にわたり活発な議論が続けられており、その中から多くの素晴らしい成果も生まれています。受賞された先生方は電子材料シンポジウム(EMS)に長く深いご縁がありますことから、第34回EMSではこのたびの受賞を記念して、赤崎先生、天野先生、中村先生をお迎えして記念シンポジウムを企画、開催いたしました。

記念シンポジウムでは、前半では赤崎勇先生とEMS運営委員長の大野英男先生との対談が行われました。ノーベル賞授与式の様子や赤崎先生の学生時代、さらに先生が窒化物半導体に取り組みはじめた当時のお話を伺いました。対談の後半ではEMSの創設者である京都大学名誉教授の佐々木昭夫先生もお招きして、赤崎先生と佐々木先生の研究のお付き合い、EMS(旧、混晶エレクトロニクスシンポジウム)発足当時の様子など、普通では聞くことのできない大変興味深いお話を伺うことができました。

EMS論文委員会として、この貴重な対談を記録に残すべく、講演録を作成しました。登壇された赤崎先生、佐々木先生のご快諾を頂き、ここに研究者のみなさまに公開することに致しました。対談後、全員で撮った記念写真をここに掲載致します。(PC上、拡大することによって、詳細に見分けられます。)

語り手：

名城大学大学院理工学研究科終身教授

名古屋大学特別教授・名誉教授

赤崎勇先生

京都大学名誉教授、ユタ大学 Clyde Chair 教授

大阪電気通信大学名誉教授

佐々木昭夫先生

司会： 神戸大学 喜多隆 (EMS論文委員長)

聞き手： 東北大学 大野英男 (EMS運営委員長)



## 電子材料シンポジウム開会式

喜多：それでは第34回EMSを開会させていただきたいと思います。開会にあたりまして、運営委員長の大野英男先生からご挨拶を頂きます。

大野：皆さま、こんにちは。34回目のEMSが今、始まるうとしています。この会議は日本語でとことん議論ができるということで、夜中、あるいは朝まで議論ができる、非常に珍しい、今となっては唯一と言っていいくらいの会議です。34回目ということで1回目の頃に生まれた方が今や中堅の若手として活躍していらっしゃいます。世代から世代へと伝統が継承されつつあることを感じます。

さて、みなさんご存じのように、昨年、窒化物半導体でノーベル物理学賞の受賞がありました。窒化物半導体はEMSの大きなテーマの一つであり、しかも、受賞された先生方は本シンポジウムを活動の場とされていた先生方です。このようなご縁で今回、ノーベル賞を受賞した3先生、赤崎先生、天野先生、そしてアメリカから中村先生をそろってお迎えし、特別シンポジウムを開催できることになりました。日本語で、かつ温かい雰囲気の中でこれまでやってまいりましたEMSです。ぜひ、この機会を利用して、皆さまもノーベル物理学賞3先生の素顔に触れ、将来の糧にさせていただきたく思います。特別シンポジウムから始まる今日からの3日間、どうぞよろしく願いいたします。

喜多：ありがとうございます。それでは早速、最初のセッションに移りたいと思います。引き続き大野先生、よろしく願いします。

大野：それでは、「ノーベル物理学賞記念シンポジウム」と題しまして、まずは前半、赤崎勇先生をお迎えしてお話を伺いたいと思います。そして後半には、このEMS、電子材料シンポジウムを創設された、京都大学名誉教授の佐々木昭夫先生にもご登壇いただきまして、赤崎先生、佐々木先生に電子材料シンポジウム創設当時のお話をお伺いしつつ、このシンポジウムと窒化物半導体の研究開発の進展の歴史を、改めてお伺

いしたいと思います。

大野：それでは、まずは赤崎先生をお迎えしたいと思います。どうぞ、拍手でよろしく願いいたします。

(赤崎先生ご入場)

大野：本来ですと、ここで赤崎先生のご経歴の紹介をするということになるかと思いますが、赤崎先生のご経歴は既に皆さんご承知のことだと思いますので、早速、先生のお話を伺いたいと思います。その前にちょっとだけ、私、大野の自己紹介をさせていただきたいと思います。私が赤崎先生とお会いしたのは、今から36年前、私が修士の2年生のときに、結晶成長に関するスクールか何かに参加させてもらったときです。確かそのときは、赤崎先生は、名古屋大学に教授として着任される前、松下電器の東京研究所にお勤めの頃だったと思います。

まだ私は論文を一つも書いていませんでしたが、赤崎先生にいろいろ質問させていただきました。駆け出し間もない修士学生の質問にもかかわらず、先生は非常にいねいに答えて下さったことを覚えています。そういう意味で、後進にどういうふうに接するべきなのかということを、身を持って示していただいたことが強く印象に残っております。また、昨年、大変光栄なことに、応用物理学会・第5回赤崎勇賞を私が頂くことになりまして、そういうわけで、過去36年間にわたって、赤崎先生とお付き合いをさせていただいております。

## ノーベル賞授賞式

大野: それでは早速ですけれども、まずはこちらの映像をご覧くださいと思います。こちらは昨年の12月10日にスウェーデン、ストックホルムで行われたノーベル賞授賞式の様子でございます。



ノーベルレクチャー目頭で挨拶する赤崎終身教授  
(ストックホルム大学)



講演に聞き入る学生など聴講者たち  
(ストックホルム大学)

大野: ノーベルウィークではさまざまな行事が開催されたと思いますが、赤崎先生、特に印象に残っているようなことをお話いただけますでしょうか。

赤崎: ありがとうございます。何しろ、スウェーデンでは国をあげてのおもてなしでした。たとえば、われわれ受賞者が乗る車ってというのは決められておまして、それが通る所はどこも信号が全て青なんです。ちょっとびっくりしました。

もう一つ、今ちょうど映像にありましたけれども、受賞者は全体で12名でしたかね。とこ

ろが、ノーベルウィークの行事ではいつも私が最初なんです。特に授賞式の時、控室でみんなが「赤崎教授の後でその通りにやればいいよ」というようなことで、気楽なことを言うものですから、ちょっと、こちらが逆に緊張してしまいました。受賞式の前日にリハーサルがありまして、演台での立ち位置だとか、膝の向きだとか、いろいろ細かい指示があるんですけども、ちゃんと守ってたのは日本人の3人くらいか、あるいは次の化学賞の方くらいまで、あとの人は適当にやっていたような気がします。日本人の性格を表しているのかなと思います。

大野: 先生が一番最初っていうのは、物理学賞が最初で。

赤崎: そう、ノーベル賞は物理、化学、生理学・医学、それから文学、経済学ですか。そういう順番で決まってるんですね。

大野: 物理学賞の3人の中の順番っていうのは決められていたんですか。

赤崎: その順番も決まっているようです。

大野: アルファベット順でしょうか。ABC順だと赤崎先生が多分、一番最初ですね。あいうえお順でもそうなりますけれども。

赤崎: どういうのかわかりませんが、私が最初ということになっていました。

## 赤崎先生の学生時代

大野: このEMSは、先生もよくご存じのように、学生諸君が非常に大きな割合を占めている会議です。赤崎先生の学生時代がどういうものだったかをお聞きしたいと思います。確か、1949年に京都大学理学部の化学科にご入学されたということで、その時の赤崎先生はどういう学生だったのだろうかっていうのは、われわれ、ときどき勝手に想像して話すんですけども。

赤崎: 実は、私は物理に行こうか、化学に行こうかって最後の最後まで迷いました。どちらかという物理のほうが好きだったんですが、化学に親しい先輩がおられまして、その方がまた西堀栄三郎という、更にその先輩とよく懇意だったなんかで、最後の最後に化学を選んだのです。

大部分の方はご存じないかもしれませんが、私は旧制大学の学生<sup>1</sup>でした。どちらかという、私は化学の学生としては不真面目で、物理の講義によく行っていました。あと、これはちょっとあまり関係のないことですが、文学部の講義へ行ったりなんかしてた、そんな学生でした。あんまり真面目な学生ではありませんでした。

大野：そうするとやはり、ご興味、ご関心が非常に広がったということでしょうか。

赤崎：どうでしょうね。なんか、京都という環境もそうなんです、周りに神社、仏閣がたくさんあって、合間を縫ったりしてよく遊びに行っていましたね。



大野：赤崎先生がご入学された年に京都大学の湯川秀樹先生がノーベル賞物理学賞を受賞されたと思います。そのときに何か印象を持たれたことはございますか。

赤崎：そうですね。たしか、学食に行こうと熊野にあった下宿を出る時に、下宿屋のおばさんから受賞のニュースを聞いたと思います。おばさんが「ノーベル賞って赤崎さん、ご存知ですか」って言われて。非常になんか、ショックといえは良いのか、どういう表現でしょうかね。大きな衝撃を受けました。日本人がノーベル賞って

う言葉すら忘れかけているような時代でしたから。

京都は空襲をまぬがれていて焼けていなかったんですが、地方に行くともまだ、戦後復興途上で、日本人は食べることもままならなかった時代です。ノーベル賞どころじゃなかった。そういうときに、そういう言葉を聞いたので、最初は「えっ?」と思ったんですけど、ちょっと冷静になって考えてみましたら、京大の湯川先生がノーベル賞をもらわれたんだ、と改めて気がついた訳です。

そのことを考えながら学食に向かいまして、そう、熊野の下宿から大学の食堂まで医学部わきのポプラ並木を通って行ったんですけど、当時学生の私から見れば京都大学教授の湯川先生はもちろん、湯川先生の間子理論のお仕事も、学生の私には本当に雲の上の出来事で、その時、自分がノーベル賞を将来どうしようなどとは全く思いませんでした。ただ、なにか小さいことでもいいから、今まで人がやってないこととか、何かそういうことを自分もやりたいとそのとき思いました。大野：やはりそうしますと、湯川先生のご受賞というのは、先生の中で小さな、当時は小さかったかもしれませんが、種になったといえますでしょうか。

赤崎：そうですね。その翌日、理学部の湯川研の所へ行ったんですが、湯川先生はちょうどプリンストンでしたか、海外に招聘されておられて、いらっしゃらなかったんですが、なんとなしに研究室の周りをちょっとうろついた記憶があります。

大野：そうですね。じゃあ赤崎先生がご受賞されたときに、先生の周りを学生がうろついたりされたのではないのでしょうか。

赤崎：ええ、学生だけじゃなくて（苦笑）

大野：マスコミですね。昨年は本当に受賞の知らせ以降、本当に大変だったと思います。

<sup>1</sup> 昭和24年入学までは旧制大学の制度であり、大学は3年制で現在の大学3・4年と大学院の修士課程前半を合わせた

ようなカリキュラムになっていた。

## 青色 LED の研究を始めた当時

大野：さて、少しまた時を下りますけれども、先生は松下電器の東京研究所で青色、窒化物半導体の LED の研究をスタートされた。1973 年頃ででしょうか、当時、窒化物半導体 LED は社内で正式なテーマではなかったというふうに伺っています。

### 研究(青色発光)の原点



松下電器東京研究所(現:パナソニック)  
(1964-1981)



1970s 青色発光素子の実用化の見通し?

⇒1973 GaN系p-n接合型青色発光素子の実現を目指す

→ 光る半導体結晶

- 1964~ GaAs, GaP, GaAsP, GaInAsP など
- III-V族化合物半導体の気相、液相エピタキシャル成長と発光素子
- LEC成長によるGaP単結晶
- ⇒1968 高品質GaAs単結晶の実現
- 1966~AlNの結晶成長および光学特性

その頃、たまたまなんですが、Semiconducting III-V Compounds (C. Hilsum and A. C. Rose-innes: Pergamon Press, 1961)を見ていましたら、窒化ガリウム(GaN)のバンドギャップが3.3 eV、本当は3.4 eVなんですが、そう書いてあったんです。そうだ、AlNにGaを混ぜればバンドギャップが小さくなってちょっとは伝導性がでるかもしれないと思ってやったんですけど、なかなか当時の技術

術では難しかったのです。X線回折を測定するとAlNとGaNのピークが別々に出てきたりして。

で、しばらくそのテーマは置いていて、本格的な取り組みをはじめたのが73年だったのです。ところが、研究所内でGaNの研究を提案すると、「えっ？これはIII-Vなの？」っていうようなことを言われて研究テーマとして取り合ってもらえなかったのです。

大野：なるほど。

赤崎：73年当時はそういう

時代でした。その後もかなり長い間、窒化物は半導体材料として認められないという状況は続いたような気がします。

大野：でも、そういう意味では、GaNのMIS型青色発光素子<sup>2</sup>を松下で開発されていて、しかも、赤崎先生が作ったGaN MIS型はその当時の世界最高効率を出されたそうですが、それにもかかわらず、社内では認められなかったのでしょうか。

赤崎：それに途中にいろいろ経緯がありました。それ以前から私は松下で、As系、P系のIII-V族半導体をやって、VPEとかLPEなどの方法で結晶を作って、赤色LEDを開発して企業として製品化につながる成果もあげていました。赤色で成果をあげていたのが当然その先として、前人未踏の青色ということでGaNをやらせ

赤崎：そうですね。当時はAs系やP系などのIII-V族半導体が発光素子材料として国内外で非常に活発に研究されていました。窒素もV族なのですが、どういうわけかIII族窒化物は、III-V族の一員として認めてもらえなかったのです。

私は、実は1973年のGaN系LED開発以前から窒化物に興味を持っていました。66年から67年にかけて窒化アルミニウム(AlN)を作っていたんです。当時はAlNはセラミックス材料と位置づけられていたんですが、私は単結晶を作って、赤外反射からフォノンの振動数なんか調べたり、そういうことをやっていたんです。一方では、AlNを粉にしますと蛍光体になりましたね、で、青く光るAlN蛍光体を作ったりしてたんですけど、何しろ電気が通らない。

<sup>2</sup> 金属-絶縁体-半導体構造。当時はp型GaNを作製することが不可能だったため、金属と高抵抗GaN、n型GaNを積層し

た素子構造が取られていた。

てもらえると思って提案したんですけど、どうも認めてくれなかったんですね。でもしつこく食い下がっていたら、最後は研究所長が諦めたような感じで、赤崎君が言うなら、しかたがない、勝手にやれよ、というような感じになって認めてもらえることになりました。でも、研究予算はつけてもらえなかった。それで、自分で勝手に所内の古い蒸着装置を持ってきたりして、最初は MBE でやったんですね。

その MBE でやったというのは、その当時、誰も GaN を MBE でやっている人はいなかったんです。それで、MBE でやってるうちに、なんとか、曲がりなりにもですね、それは、実験ノートに記録が残っていますが、ウェハの中の一部に、GaN ができたんですね。それは X 線で測っても、他の方法で分析をしてもそれは GaN だったんです。

MBE で GaN ができて、確か、その3カ月くらい後だったと思いますが、当時の通産省<sup>3</sup>が未踏革新技術というプロジェクトを公募したんですね。その「未踏」という語句が、私には非常に魅力的に聞こえたんです。それで、それに申請した。それにはいろいろな経過がありましたけど最後には採択されて、通産省から研究費が来て、やっと所内の正式なテーマになりました。それで、MBE だけじゃなくて他の成長方法も試そうということになって、いろいろやった結果、HVPE で作ったもので MIS ができたんですね。通産省っていうのは、文部省の科学研究費と違って、数値目標が大事なんですね。必ず数値目標を掲げるんです。今はどうか知りませんが。

大野：今でもそうですね。

## 研究に関する最大の謎？



MIS型窒化ガリウム系青色LED

赤崎終身教授が1978年に実現。  
当時の世界最高出力を誇るMIS型青色LED

このLED以前の効率：~0.01%  
本MIS型LEDの効率：~0.12%  
1桁以上改善

赤崎：今でもそうなんですか。で、当時、GaN の MIS 型発光素子というのはアメリカの RCA の報告だったんですけど、0.01%というのが論文にあったんですね。で、通産省の後ろには東京大学の田中昭二先生がおられて、田中昭二先生がじゃあ10倍だということで、0.1%が目標だと。それが数値目標になったんです。

それで、私がHVPEで作ったのは0.12%だったんですね。で、かろうじてそれをクリアすることができました。確かに最高記録だったんですけど、やっぱりMIS構造ですから、ウェハを作ってから、素子を作るまでが非常に大変だったんです。大木さんと一緒にやってて。

大野：それはまだ70年代の頃でしょうか？

赤崎：発表は81年ですね。78年の成果ですが、当時の松下技研、松下電器東京研究所から名前が変わっていたのですが、会社ではこの種の学会発表はやりにくい雰囲気でした。81年に名古屋大学に移っていましたので、大木君ら松下のメンバーと名大・赤崎の連名で発表しました。

大野：先ほど、先生がおっしゃった MBE っていうのは、先生が名古屋大学に教授として戻られたときに一緒に持って行かれた装置ですか？

赤崎：通産省のプロジェクトの MBE ですね。ちょっと、ややこしいのですが、通産省のプロジェクト

<sup>3</sup> 通商産業省、現在の経済産業省。

トが終わった頃、東京大学の榊裕之先生が IBM の研究所から東大に戻られた頃だったと思うんですが、榊先生がここにいらっしやらないので、ちょっとこういうこと申し上げていいかどうか分かりませんが、榊先生が松下の私の研究室に来られて「なんでもいいですから」とおっしゃったんで、通産省から貰った（もう原価償却も済んでいた）MBE 装置を松下で廃棄処分をしてその装置を差上げたんです。

その装置が榊先生にとってどのくらいお役にたったのかどうか分かりませんが、その後、私が名古屋大学に行くときに、今度は逆に榊先生が「先生、これがお要りようだったらお返しします」とおっしゃって、返して下さったんです。それ、いまだに名古屋大学にございます。

## GaN の可能性を確信

大野：そうですね。赤崎先生は名古屋大学から松下に行かれて、そして再び名古屋大学に戻られて、それが 81 年でしたでしょうか。そのときに、今おっしゃられた MBE あるいは HVPE などではなくて、MOVPE を選択されたんですけれども、それはどういう理由がございますか。

赤崎：先ほどの松下時代に、HVPE で作った結晶で、発光素子の効率は 0.1% ぐらいあって、視認性が高いものですから、まあまあ昼間でもなんとか見える。ところがやっぱり、所詮は MIS 構造ですから、電圧はバラつくし、明るさの向上にも限界がある。これではダメだと。

で、前から私にはそういう習慣があったんですけれど、作った結晶は出来が良くても、悪くても、時間があればよく顕微鏡で眺めていたんです。すると、クラックがあったりピットがあったりするんですけど、その結晶の中に、今でもその結晶、大学に残っていますけれど、非常に局所的なんですけれど、きれいな所がありましたね、その部分は本当にきれいな結晶だったんです。それを見つけたとき、一瞬、凍りつきましてね。で、そのとき何を思ったかっていいますと、GaN の可能性は 0 ではなくて 1 だと。

大野：100 パーセント確定だと？

赤崎：ええ。とにかく非常に微小だけどきれいな結晶の部分があるということは、これは可能性は 1 だと思ったんですね。そうなる問題は、結晶成長だと思ったんです。いかにウェハ全体にきれいな結晶を広げるか。この顕微鏡サイズのものをですね、いかにウェハ全体に広げるか。それをずっと考えていたのが、78 年からの 5 年間くらいですね。

で、結晶成長の原点に戻ろうと思って、いろいろ考えたんです。それまで、私、さっき申し上げたように MBE を経験していましたし、それから HVPE は随分、大木さんと一緒にやりました。で、考えてみますと、GaN にとって HVPE の最大の欠点っていうのは、リバーシブル、可逆反応で、これは良くないと思ひまして、いろいろ考えているうちに、MOVPE だと思ったんです。実は GaN の MOVPE には前例があって、いろいろな材料を MOVPE でやっていた H. M. Manasevit さんが当時 1 件だけ GaN について報告していたんですが、その時の結晶っていうのは非常に品質が悪く、アメリカでは無理だろうと諦められていたようです。

でも、MOVPE っていうのは、これは考えてみると、ソースは全部ガスですよ。そうすると、一番大事な結晶のクオリティを決める成長速度っていうのは、ガスの流量の制御だけでできる。私は、それは非常に素晴らしいことだと思ったんです。しかも熱分解反応ですから、これは本質的に HVPE でやっかいたリバーシブルな反応がないですよ。

その二つが決定的だったんですが、更に加えていうと、将来、ドーピングするときも非常に具合がいいと。更にその先のデバイスですよ。混晶を作るときに、ガスを混合すればできる。で、その MO をやろうと決心したのは、79 年。まだ松下にいた頃です。しかし、それから松下では研究するのは難しくなって、で、名古屋大に移って本格的にやることになるんですけど。



赤崎終身教授、天野教授らによって開発されたMOVPE装置  
(1980年代前半)

大野：そういえば、赤崎先生が多分、名古屋に戻られてからだったように思いますけれども、その時分、私は GaAs 系の MBE をやってまして、赤崎先生に学会で「大野さん」って呼び止められて「MBE で作るガリウムヒ素って柔らかくないか」って言われたことがあるんです。そう言われて後で考えてみると、そうかもしれないなって思いました。というのは、例えば LPE で作る時に比べると、MBE のほうが成長条件の自由度が高いので、その分、同じ GaAs でもいろんな意味でいろんなものができちゃう。一つのものに決まらないなっていうか、そういう意味でおっしゃられたのかなって、ずっとその一言を、結晶成長するたびに考えたんですけど、あれはどういう意味で言われたんですか。

赤崎：随分失礼なことを申し上げたんですね。あちこちでそういう暴言を吐いたらしくてですね。私は、赤色 LED を GaAsP でやっていて、それを、そうですね。MBE で作ったものと MOVPE で作ったものとの比較をしているときに、それは松下電子工業のデータも含めてなんですけど、モビリティは両方とも同じくらい。あるいは、MBE のほうがちょっと良かったかもしれないですが、LED で重要なルミネッセンスに関しては、2 割くらい、MO のほうがいいんですね。

で、なぜだろうとずっと考えていたんですけど、成長温度が違うんですね。それで、多分ですけど、MBE も化学量論組成を保ちながら結晶

ができていくんですけど、ちょっと温度が足りなかったりすると、そこで引っかかっちゃって欠陥ができてしまう。当時 NTT におられて MBE を精力的にされていた堀越先生にそれを冗談で言ったことがあるんです。「MBE 上にモビリティの高い結晶をお作りになっているけれど、もしできれば、大量に作ったものを溶かして、比重を測ってみると、ひょっとしたら MO のほうが重いんじゃないかな」と。

それはずーっと昔、私の最初の名古屋大学時代に、ゲルマニウムの単結晶やってる頃に図書館で、APL の論文の中に、シリコンの結晶の比重を測った人が、作り方によってシリコンの結晶の比重が違うと書いてあったんですね。ひょっとしたら、デンシティが違うのかなと、なんか気がしてたんですね。

それで、モビリティっていうのは電子が通りやすい所を通るので、ちょっとマクロな数字かなと。で、ルミネッセンスは、なんかやっぱり光る時はミクロに見て悪いところが効いてきて、より重要なのかなという、そんな感じがして、先生にそういうことを申し上げたかもしれません。つい、遠慮なく申し上げて失礼しました。

大野：そういう、その感覚といますか、その感覚をたくさん結晶成長する中から得られて、最終的には MOVPE を選ばれた。

赤崎：本当、そうですね。



## 低温バッファ層による高品質 GaN 結晶

大野：MOVPE で 1985 年でしたでしょうか。高品質の GaN を作るのにはじめて成功したときは、多分、この質問は、いろんなところでいろんな方が先生にお伺いしてると思いますが、改めて、高品質のもののできたというときに、どういうふうにお感じになられたかというのを。

赤崎：それはですね、天野先生、当時学生の、天野くんって呼ばせてもらいますけど、天野くんがサファイア上に成長した鏡面の GaN 結晶を持って教授室に飛び込んできたんですね。私はそれを見たとき、最初はビックリしました、一瞬。でも、できたと言って実は全くできていなかった誤報というのは学会で良くあることで、頭の中にそういうのがいろいろありまして、我に返ったんです。

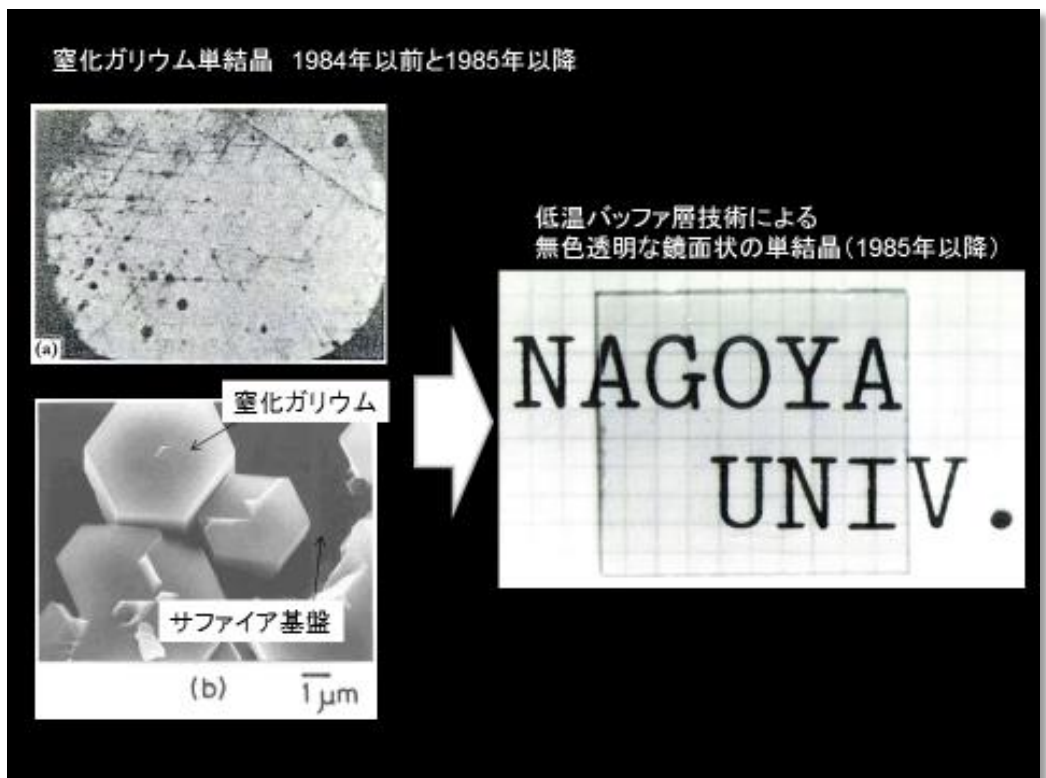
赤崎：私は、常々、結晶の表面がきれいになると、結晶の中身もきれいになるものだと。外見と中身は一致しなきゃいけないという信念とでもいいますでしょうか、そういうのがずっと前からあったんですね。助手時代のゲルマニウム結晶の研究をした頃から、松下でいろいろな III-V 族結晶をやっているときも。で、それをときどき、ある言葉で表現していることがあるんですけど。

で、天野くんが持ってきたときはものすごくびっくりしましたけども、期待通りにびっくりしたっていうのが一つと、だけどその一方ですね、もし、結晶の表面はきれいだけど結晶の中身がそれほど良くなかったら、ど

うしようと思ったんですね。自分が長い間ずっとそう思っていたことが、ここで崩れてしまうと。

ここで慌てて発表でもしたら大変なことになると思って、とにかく、非常にあのときはちょっとそういう意味では複雑な気持ちでしたけど、確か、天野くんに三つ私は言ったと思うんです。X線回折とモビリティとルミネッセンスを測って、と。

大野：で、その結果、表面モフォロジーだけではなく結晶性も優れていて、先生のお考えの外見と中身が一致しているということが確認された訳ですね。ちょっとそこからのお話は、次のセッションで少しお伺いするようなことがあるかと思います。



大野：ここからは、後半の部に入らせて頂いて、電子材料シンポジウムにまつわるお話をお伺いさせて頂ければと思います。そういう意味で、この電子材料シンポジウムを創設された佐々木先生にご登壇を頂きまして、お話を頂きたいと思います。佐々木先生、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

(佐々木先生ご登壇)

大野：佐々木先生は、1985年に特定研究、当時、そういう科学研究費の枠組みがありまして、先生は「混晶エレクトロニクス」という研究領域を組織され、その領域代表として混晶の結晶成長、混晶の物理と化学、そしてエレクトロニクス応用を提示する、非常に大きなプロジェクトを推進し、成功に導かれました。

その特定研究メンバーの成果発表会、セミナーが発展して、1990年からは一般に開かれたシンポジウムとして「混晶エレクトロニクスシンポジウム」英語では Alloy Semiconductor Physics and Electronics Symposium、ASPECS、そういうシンポジウムを佐々木先生が創設されて、さらにそれが発展して、現在の Electronic Materials Symposium、EMS になっています。

前半の部で赤崎先生からいろいろなお話をお伺いしましたがけれども、特定研究の混晶エレクトロニクスで佐々木先生は、窒化物半導体の研究を進められていた赤崎先生をメンバーにお招きになられて発足させたというふうに伺っていますけれど、当時は、GaN 高品質結晶の実現前夜の頃だと思うのですが、当時の状況というのは佐々木先生、どういうものだったかお話し頂けますでしょうか。

## 混晶半導体の命名紆余曲折と定着

佐々木：特定研究の混晶エレクトロニクスが1985年に立ち上がった頃と言うことで、赤崎先生が特定研究に参加されたお話しをしたいと思います。このスライドが私の今日の話の表題です。

15 July 2015  
LAFORE, Biwako  
34<sup>th</sup> Electronic Materials Symposium  
Nobel Prize Special Session I

My Journey with Electronic Materials Symposium and Future Success  
電子材料シンポジウムと私、今後の期待

Ge, Si → GaAs, InAs, GaP  
Element Compound

$Al_xGa_{1-x}As/GaAs, In_xGa_{1-x}As/InP$   
Alloy  
Tailored, Aligned ?

京都大学 佐々木明夫  
1

佐々木：1985年の当時はいろいろありました。表に出すことができないこともいろいろ苦労もあったのです。

まず、そもそも混晶とはなんぞやという話がございますね。例えば InAs と GaAs とを混ぜる。混合というのは塩と砂糖とを混ぜるようなものですね。一方、固溶体というのは合金で、混晶というのは何かと。InAs と GaAs を混ぜる本質は固溶体なのですが、私は、それを言うのにどの言葉を使おうかということで、考えたんです。物理的には固溶体、だとすると命名するとしたら「固溶体半導体」、でも、こんな名前付ければ誰も使ってくれない。言いにくい。で、混晶というのを、理化学事典で調べてみて、結晶が混ざっている混合という意味もありますが、結晶の格子点に元素が混ざるとい、いわゆる固溶体という意味合いもあるというようなことが分かった。これだ！と思って「混晶半導体」という言葉を作ったのです。

これに文句がついたのは、特定研究の準備段階の、総合研究 A の成果報告会、審議会の時でした。こういう成果が得られましたと説明したときに、審議委員の先生、開口一番、成果の内容ではなく「混晶は間違っている」と言う、東北大の金属工学の大先生、どなたか名前が出て

こないですが。それで困っていたときに助け舟を出して頂いた先生が他にもない東北大学の西澤潤一先生です。「エレクトロニクス分野で新たに概念を作ってやろうとしている」と言って下さったのです。

それで、私は、混晶半導体というのを命名するときに、拠り所としたのは理化学事典だと。理化学事典によれば、混合物ではなくちゃんと固溶体であるという意味合いもあるのです、と訴えたのです。すると予期せぬ答えが返って来ました。「誰がその理化学事典を書いたのか!」、私に尋ねられるのです。そこに書いてあるのは間違いだと言われ、なんだかんだと答えましたのですが、やっとこさ許してもらって、今では教科書、学界でも混晶半導体というのが普通に使われるようになり、定着しております。

## 混晶エレクトロニクスの創設秘話

佐々木先生：次に時期的に見ていきましょう。これ第1回セミナー。昭和57年だから1982年ですね。この時代パソコンと云うのが無いので、当時私の助教だった藤田茂夫先生が、彼は達筆で、手書きしてくれたのです。ここに赤線を引いている東工大院生の吉野淳二というのは現在の吉野先生ですね、これは当時助手だった藤田静雄先生。お二人はこんにち、EMSの実行委員長をして貰っていますね。

大野：はい、されています。

佐々木：総合研究Aで、3年経ちました。第3回セミナーです。いよいよ特定研究の申請をしますということで、仲間も増えました。東京大学の西永先生、現在、総務をやっておられる西永さんのお父さん。それと、終元先生、私の3人が集まってですね、特定研究に持って行くのに、それぞれ手分けしまして、終元先生には東工大の然るべき先生に「こういうことします、混晶半導体とは何かっていうこと」を説明に行って貰いました。

### 総合研究A「混晶エレクトロニクスの基礎研究」第1回セミナー・メンバー

総合研究(A)「混晶エレクトロニクスの基礎研究」第1回セミナー出席者予定名簿

日時 昭和57年3月16,17日  
会場 ホテル葉山マリーナ 神奈川県三浦郡葉山町塩田

◎混合、固溶体、混晶の中で、  
なぜ混晶を用いたのか？

東北大 教授 柴田幸男 助教授 針生尚  
東京大 助手 越賀夫美子 院生 平山祥朗  
東京大 助教授 神谷武志  
東京大 助教授 河東田隆 院生 柿本浩一  
東工大 教授 末松安晴 助教授 古屋一仁  
東工大 助手 水田正志、院生 吉野淳二  
東農大 教授 関 寿、助手 額額明伯  
山梨大 教授 石田隆朗、助手 加藤寿正  
前関大 教授 助川徳三、助手 田中 昭  
豊橋技科大 助手 朴康可

名工大 教授 梅野正義、助手 酒井士郎  
三重大 教授 和田隆夫、助教授 筑昌浩、  
鈴鹿高専講師 比村登

京浜大 助教授 長村光造

京浜大 助教授 藤田茂夫、助手 竹田美和  
助手 藤田静雄、院生 野田道、浜口律人

大工大 助教授 白藤純嗣、助手 井上正崇

大工大 助教授 西野重夫、院生 藤原康文

関西大 教授 片山佐一、学生 蔭山裕也

阪行大 教授 宮内武、助教授 園村肇  
院生 森本泰司

企業からの参加者数：林巖雄氏を含め20名

私は、京大の方の然るべき先生のところへ、部屋に入って行ったのです。「何しに来た」って言われたのですが、「先生はこういう審議のことに非常に造詣が深いので、どのように申請したらいいですか。お知恵を拝借しに来ました」と言ったのです。それ以来、その先生には、折に触れて電子材料シンポジウムの現状の報告をしております。

佐々木：はい。それで、特定研究の準備が認められて、総合研究Bを組織して第四回セミナーのメンバーを示します。名大の赤崎先生、澤木先生、平松先生、さらに大野先生にも参加して頂きました。

この時、私が赤崎先生に「これこれこういう特定研究を実施するので、ぜひ参加して下さい、先生」と云うと、先生はそのとき、1981年に名大に返って来られて、数年経った頃でした。

課題が「混晶」なんですね。だから、GaNは混晶じゃないので、非常にご遠慮なされて、私が入って成果が上がらなかったら申し訳ない、と、こういうことをおっしゃられていました。先ほど赤崎先生も申されていたように、GaNはIII-V族半導体とは認められてないよと言われていた。その時、「先生、そう言わないで参加して下さい」と言って参加して頂いた結果、30年経ってこういう話をするようになるとは、夢々思ってなかったです。

大野：当時は総合研究Aで準備をはじめて、総合研究Bになって、それで特定研究ですね。

佐々木：そう。赤崎先生は名古屋大学に戻って来いと言われてたのです。それで松下技研から移られたのですが、当時は窒化物が半導体と認められずに、科研費申請してもなかなか予算が通り難い。

大野：それで、この特定領域に。

## 総合研究B「混晶エレクトロニクスの研究」第4回セミナ・メンバー

### 総合研究(B)「混晶エレクトロニクスの研究」 第4回セミナー出席予定者名簿

日時 昭和60年 3月14、15日  
会場 静雲荘 〒410-22静岡県田方郡伊豆長岡町天野49  
TEL 05594-8-5000

京大 芝浦工大	佐々木昭夫 柳井久義
北大 東北大	大野英夫 柴田幸男、針生 尚、松下浩一 石田清仁
筑波大 東大	高橋 剛、山本 直 西永 頌、笹岡千秋 堂山昌男 河東田 隆 神谷武志
東京農工大 東工大	生駒俊明、野毛 宏 恩田智彦、平山祥之 関 寿、瀬瀬明伯 高橋 清、徳光永輔 柊元 宏、太刀川正美、 末松安晴、古屋一仁 伊賀健一、森木一紀、内山誠治、坂口 石田哲朗、加藤孝正
山梨大 静岡大	助川徳三、田中 昭、長谷川 茂

名大 名工大	赤崎 勇、沢木宣彦、平松和政 和田隆夫
京大	梅野正義、古田 茂、藤井貞男 長村光造 藤田茂夫、竹田美和、藤田静雄、市村正也 岡野直樹、大石敏之、川中雅史、立岡一樹
阪大	白藤純嗣、一色伸友 西野種夫、白方 祥 張 吉夫
広大	山西正道
九大	友清芳二、桑野範之
大阪府大	藺村 肇
近畿大	犬石嘉雄、藤林肇次
大阪工大	井上正崇
福岡大	江口鉄男
鈴鹿工専	北村 登

**官公庁研究所、企業からの参加者数 32名**

## 赤崎先生グループの研究成果

佐々木：特定研究を遂行して、3年たって、文部省に提出のための研究成果報告書を纏めました。昭和62年、1987年。赤崎先生の研究グループは、先生を長として、澤木、平松、天野の諸先生から構成されていました。研究題目が、「広エネルギーギャップ混晶半導体の光電物性の研究」でした。広い字句によりワイドを表現していました。赤崎先生グループの、成果報告を示します。

中身を見ますと、「 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  層の成長に先立ち、サファイアC面上に厚みで500Åと堆積温度を

最適化したアルミニウムガリウムナイトライドバッファ層を形成することにより、表面平坦性が極めて優れた混晶層の成長を可能にした」と書いてある。ここで非常にありがたいのは、改めて赤崎先生と天野先生に言いたいのは、これ、混晶の研究なので  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  と書いてある。混晶なんです、 $x$  イコール大なり0と書いてあります。イコールを付けて頂いているので、バッファ層上 GaN の高品質の成果も成果報告と一緒に入っておったと。ノーベル財団の受賞の解説に書いてある AlN バッファ層上の高品質 GaN のお仕事です。

## 混晶エレクトロニクスにおける赤崎グループの研究成果

### II. MOVPE法によるサファイヤ基板上の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 混晶に関する結晶成長と光電物性

(1) MOVPE法によるサファイヤc面上の  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  の結晶成長において、成長条件、反応装置を工夫すること、並びに有機金属化合物 (TMA、TMG) と  $\text{NH}_3$  との寄生反応を抑制することにより、混晶組成の制御を可能にし、 $0 \leq x \leq 0.4$  の組成範囲で単結晶の作製を実現した。それらの電子濃度は  $x$  の増加に従って減少する傾向を示した。(文献(6))

(2) 上記(1)の改良に加え、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  層の成長に先立ちサファイヤc面上に厚み (~500Å) と堆積温度を最適化した AlN バッファ層を形成することにより、表面平坦性が極めて優れた混晶層の成長を可能にした。これらの混晶層に対する X 線ロックアップカーブには半値幅の大幅な減少が観測され、結晶方位分布のばらつきが極めて小さくなることが判明した。(文献(7))

(3) 上記(2)により作製した  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $x = 0 \sim 0.4$ ) 混晶の光吸収測定並びに PL 測定から求めたエネルギーギャップの組成依存性は下膨らみの曲線となり、BOWING PARAMETER は  $1.0 \pm 0.3 \text{ eV}$  であった。一方、 $x$  の増加とともに吸収端近傍の吸収スペクトル及びバンド端近傍の PL スペクトルは広がる傾向にあり、混晶層中に固相組成の揺らぎが存在することが示唆された。(文献(8))

## 混晶エレクトロニクスと日米セミナー

翌年に「混晶半導体の物理とエレクトロニクス」のテーマで、日本学術振興会、米国 National Science Foundation (NSF)の支援で、ハワイ East-West Center にて日米セミナーを開催しました。これがその時の写真です。

佐々木：日本側から特定研究の各班長、東大の西永先生、東工大の柘元先生、東大生産研の生駒先生等が参加し、米国側から代表のユタ大の Prof. Stringfellow, Berkeley National 研究所の Dr. Liliental-Weber, National Renewable Energy 研究所の Dr. Zunger 等が参加しております。

このセミナーを通じて、混晶半導体が国内外において確固たる研究課題と印象付けられました。次に、この特定研究に赤崎先生が参加して頂いたと云うことが、この混晶エレクトロニクスの非常に有難い成果となりました。本当、赤

崎先生、天野先生、改めて御礼申します。ありがとうございました。

大野：はい。ありがとうございます。赤崎先生、当時は振り返りましていかがでしょうか。混晶エレクトロニクスと、佐々木先生の混晶エレクトロニクスの特定研究が果たした役割と伺いますか、どういうふうに今、お考えでしょうか。

赤崎：当時、佐々木先生がだいぶ頑張られまして、文部省を中心にもう何度も何度も伺いました。佐々木先生のやり方ってというのは、何ていいますかね。非常に周到でしたね。関係のありそうな先生方には全て、あらかじめご了解を取っておられて、それで、実際の審査の時はもうセレモニーであったような感じがします。

私、参加するのをお断りしたっていうのは、ちょっとあって躊躇していたのですが、佐々木先生に捕まったらどうしようもなくなって、そう言う失礼な言い方なのですが、それで参加させて頂いたのです。特定研究の最後に行なわれたこの日米セミナーで感じましたことは、

## 「混晶物理とエレクトロニクス」日米セミナー



於 ハワイ東西センター  
1988年10月25-27日

前列左から3人目 Prof. Stringfellow, 5人目 筆者、8人目 赤崎先生  
最後列右から1人目 Dr.Liliental-Weber、7人目 Dr.Zunger

この日米セミナーで感じましたことは、Stringfellow を始めとして、Zunger だとか本当に世界的に有名な人たちが、日本の混晶半導体の、その実験的な研究を含めて、何ていいまいしょかね。実力と言ってはちょっと変な言い方になるかもしれませんが、そういうのを、本当に認めて呉れたという感じがしましたね。セミナーの合間にロビーで話をしている、また個人的に話して、そう思いました。それは、本当に佐々木先生の熱意の賜だったと思っています。

## なぜ「シンポジウム」か

大野：ありがとうございます。その特定研究、混晶エレクトロニクスが現在のEMS、電子材料シンポジウムに発展したわけですけども、佐々木先生、このシンポジウムを作ろうと思われた経緯、あるいはその辺のお考えはいかがだったのでしょうか。

佐々木：総合研究 A を行っているときに、応用物理学会で毎回シンポジウムを開催したわけです。そして、メンバーは必ず研究室の学生を何名以上参加させるっていうのを徹底しまして、それをずーっと学術審議会、文部省にですね、シンポジウムを開催すると聴講者が沢山集まって、社会からこれだけ興味をもたれるということをお説き、特定研究申請書に記しました。特定研究が採択になり企業の方にもどうぞ参加して下さいと言って、参加して貰って、一応、それで3年終わりました。

さて、これで特定研究は終わる、解散してしまうのは勿体ないので何か継続させたいと。そこで考えたのは、研究会を続けていこうと。それには資金が要る。そこで、企業の人たちに、関心がもしあれば、ゴルフみたいに会員権として一口幾ら拠金のお願いの手紙を30通くらい書きました。一口30万円。なんでしたら、分割払いでもいいですよと言って、それで集まったお金が1000万円近かったのです。これをベースにして、以降、企業からはお金を一切頂くことなく、そして若い人たちのためにやっぺいこうと。名称は最初が Alloy Semiconductor Physics

and Electronics だったのですが、もっと範囲を広げようと、混晶半導体だけでなく、電子材料を全部包括するという意味で、それで後に電子材料となりました。

研究会の名前をどうするか。セミナーかカンファレンスか、何がいいだろうかとすることを考えて、いろいろ模索していたら、シンポジウムというのがどうやら、くつろぎながら自由に討論する、そんなことをするのがシンポジウムの言葉の本来の意味だということ、絶対これだということを決めて、混晶エレクトロニクスシンポジウムそして現在の電子材料シンポジウムと、いう具合になりました。この名前がこのシンポジウムの名物のナイトセッションにつながっていると思うのです。電子材料シンポジウムという名前の由来はそういうことなんです。

それで、電子材料シンポジウムになったところで、私は引退したのです。あとは、赤崎先生と天野先生に運営委員長、実行委員長っていうのをお任せして。その後、赤崎先生から次の運営委員長の人選について、誰がいいかというのを、私に意見を求められたのですが、私は引退しましたから、何も言いませんと答えませんでした。そうしたばかりに、赤崎先生は交代できず2期、3期とおやりになられる羽目になりまして、でも、そのお陰でEMSはこの通り、本当に力がつきました。改めてまた、すみませんでした。赤崎先生。(赤崎先生に向かって頭を下げる。) 本当に。

大野：赤崎先生は運営委員長を務められていかがでしたでしょうか。

赤崎：私は確か、1991年に、あれは名古屋だったのかな。ICVGE-7という国際会議をやりまして、その打ち上げに、もちろん佐々木先生も、それから先ほどのStringfellowも来ておられたのですが。どうにか国際会議を無事終えることができたと思っていたら、佐々木先生からEMSの運営委員長か実行委員長をやっぺ欲しいと言われまして。やっぺ国際会議の委員長が終わったところなのにと思っていたので、本当に困りましたが、結局お引き受けすることになりました。

した。そういえば EMS には佐々木先生が作られた賞がありますね。

大野：はい。EMS 賞です。

赤崎：そうですね。で、運営委員長としてそれを差し上げる仕事に何回か立ち合わせて頂きましたね。若い方に賞を差し上げるっていうのは、自分自身も非常にワクワクするような感じで、非常にいいものですね。それで、いつもそのとき申し上げていたのは、「賞を獲られた方には当選おめでとうございます。それから、仮に漏れた方も、来年は賞を獲れるようにと思って頑張ってください」と。こういう賞というのは非常に良いですね。その賞は今でも続いているのですよね。

大野：はい。続いています。そろそろですね、予定の時間が来つつあるのですけども、やはり若い人たちが多い会議ですので、最後に佐々木先生、そして最後に赤崎先生、若い人に一言頂けませんか。

## 京大名誉博士と電子材料シンポジウム

佐々木：しかし、赤崎先生が京都大学の名誉博士を取られたことを少し話したいと思います。

大野：あの。若い人たちへの...

佐々木：少しだけ。これはね、この5月15日に、赤崎先生が京大の名誉博士を受けられた時の写真です。上の左側の写真は、なぜ赤崎先生に名誉博士を与えたかという趣意文を聞いているときです。右側の写真の、左側の人は京都大学山極総長で、右側は名誉博士に与えられる紫色のカラーコードというものを着けた赤崎先生です。カラーコードは中世ヨーロッパの大司教が身に着けることに依っています。

## 京大名誉博士贈呈式



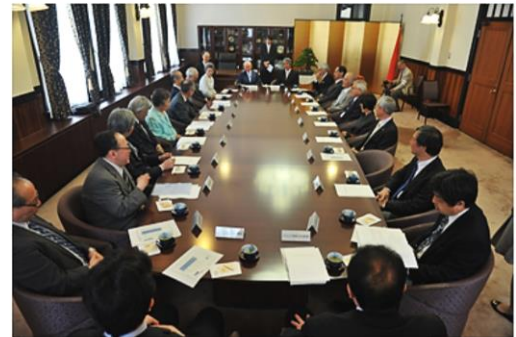
総長による名誉博士贈呈の趣意文の朗読を聞いているところ。



紫色のカラーコードを着けている赤崎先生。総長と共に。

4.3.

## 贈呈式後の座談会



4.3.

9

次に、下側の写真は贈呈式後の座談会の雰囲気を示しております。こちらが赤崎先生。これが私です。それで次の趣意文、ここに名誉博士の贈呈の理由が書いてあります。ただ単に京都大学を卒業してノーベル賞を受けられたというだけじゃなく、赤崎先生が京都大学の佐々木と一緒に科研費の特定研究で、ノーベル賞に繋がる成果を出したこと、それから、その特定研究から発展した EMS の実行委員長、運営委員長を赤崎先生が務めて下さったという二点が京都大学から名誉博士が贈られる理由にもなりました。これは、混晶エレクトロニクスがノーベル賞受賞の背景の一部ということになります。



## 名 誉 博 士 贈 呈 趣 意 文

なお、貴殿は、本学の教員との交流においても多大な成果を上げている。たとえば、佐々木昭夫教授（現名誉教授）が代表として遂行した科学研究費補助金、特定研究「混晶エレクトロニクスの研究」（1985年度～1987年度）では前述の低温 AlN バッファ層導入による GaN 結晶および AlGaIn 混晶の高品質化が達成され、「混晶エレクトロニクスの研究」の大きな成果になっている。1988年には、本特定領域研究の成果を米国側専門家と深く討議する日米セミナー（日本学術振興会、National Science Foundation 共催）が開催された。また同時期に佐々木昭夫教授が主催された「混晶エレクトロニクス」に関する研究会である ASPECS（1982年度～1994年度）、EMS（1995年度～現在）において、1985年度より参画し、実行委員（1991年）、実行委員長（1992年～1993年）、運営委員（1994年～1998年、2004年～2007年）、運営委員長（1999年～2003年）、諮問委員（2008年～現在）を歴任している。EMS では、優れた研究発表や討論を行った若手研究者に EMS 賞を授与しているが、本学の受賞者は 13 名（歴代の受賞者 42 名）に。

電子材料シンポジウム：conference, workshop, topical meetingのなかでなぜsymposiumなのか？

### 若い研究者に贈る言葉 佐々木先生

大野：はい。それでは若い方に一言、よろしければ。  
佐々木：このスライドはエレクトロニクス関係でノーベル賞を受けた人をまとめたものです。

ショックレーはそうですね、トランジスタ。これは江崎先生でトンネル効果。で、これは、スミスの CCD です。そして赤崎先生、天野先生、中村先生で青色発光ダイオード。江崎先生はトンネル効果、その発端となったのはトンネル

### エレクトロニクス関連ノーベル物理学賞

1956 半導体の研究およびトランジスタ効果の発見

米国 William Bradford Shockley  
米国 John Bardeen  
米国 Walter Houser Brattain

1973 半導体内、超伝導体内の各々におけるトンネル効果の実験的発見

米国 Ivar Giaever  
英国 Brian David Josephson  
日本 江崎玲於奈

2000 情報通信技術における基礎研究（高速エレクトロニクスと光エレクトロニクスに利用される半導体ヘテロ構造の開発および集積回路の発明）

露国 Zhores I. Alferov、光エレクトロニクス  
独国 Herbert Kroemer、半導体ヘテロ  
米国 Jack S. Kilby、集積回路

2009 光通信を目的としたファイバー内光伝達に関する画期的業績および撮像半導体回路である CCD センサーの発明

中国（香港） Charles K. Kao、ファイバー  
米国、カナダ Willard Boyle、CCD  
米国 George E. Smith、CCD

2010 二次元物質グラフェンに関する革新的実験

オランダ（露国出身） Andre Geim  
露国、英国 Konstantin Novoselov

2014 高輝度で省電力の白色光源を実現可能にした青色発光ダイオードの発明

日本 赤崎勇  
日本 天野浩  
日本 中村修二

1949 核力の理論的研究に基づく中間子の存在の予測

日本 湯川秀樹

2008 素粒子物理学および原子核物理学における自発的対称性の破れ機構の発見

米国（日本出身） 南部洋一郎

トランジスタ → 集積回路

青、白 LED → ?

(A.S. 記)

ダイオードの特性です。トンネル効果は物理現象での大きな発見ですが、ダイオードは社会では多く使われておりません。それからCCDもイメージセンサとして広く使われましたが、徐々にMOSイメージセンサに代わって来ている。それに比べて、青色発光ダイオードというのは、トランジスタと同様に、社会に対するインパクト、使われ方の裾野が非常に広いのです。

素粒子の世界でノーベル賞と言えば湯川先生ですね。中間子理論。受賞で新聞などに紹介され、説明を聞いた方はそうですか、そうですねで終わるのですが、この青色発光ダイオードは違います。町の普通の人々でも非常に分かるのです。自転車に乗れば昔の発熱電球に比べて、発光ダイオードのランプがどれだけ楽か、すぐに分かります。そして、トランジスタがもつて、集積回路により2番目のノーベル賞を獲られたように、青色発光ダイオードは必ず、何かに関係してノーベル賞がもう一つあるだろうと思います。単に集積化すればよいかとは思われませんが。

それでは最後に、若い人に。波打ち際を駆け抜けるような研究課題。研究会では多くの人が集まり、賑やかな、楽しい討論が行われます。しかし、こうした課題では後ろを振り返ると、足跡が残っていないことが多い。

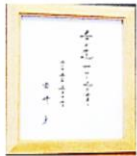
**大学院生と若い研究者へ**

波打ち際のような研究課題 ？

Dream(名詞) 夢  
Dream+y(形容詞) 夢みたいな

夢(Dream)をもって、夢みたいな(Dreamy)ことを実現する。

いつまで夢みたいなことをしているのか！

その時 → 

12

夢はDreamで名詞です。Yを付けるとDreamyで、夢みたいなになります。それで、夢をもって、夢みたいなことを実現する。そうすると、上の

先生、あるいは上司から「いつまでそのような夢みたいなことをやっているのか」と言われることがあるでしょう。そのときには、ここに赤崎先生の色紙があります。『吾が道、一を以て之を貫く』。この気概をもち、さらに支援環境を見出し、どうか若い人達、2番目、3番目のノーベル受賞者が、この電子材料シンポジウムに参加している若い院生、研究者から出ることを願って、私のこの大学院生、若い人への言葉としたいと思います。

大野： 佐々木先生、ありがとうございます。

### 若い研究者に贈る言葉 赤崎先生

大野： それでは赤崎先生、最後に若い人たちに何か一言、よろしくお願ひします。

赤崎： あまり口幅ったく申し上げることもないのですが、私がかねがね、うちの若い人に言っていることでよろしいですか。

大野： はい。もちろんです。

赤崎： みなさんには、あまり流行りの研究にとらわれないで、本当に自分がやりたいと思っていること、そういうことをやってほしいと思います。本当に自分がやりたいことを見つけるというのは、ある意味難しいことかもしれませんが、それでも、日頃からそういう気持ちを抱いていたら、いつかそういうことが見つかるはずですよ。それはたやすくできることではないかも知れませんが、何回も失敗するでしょうけど、失敗というのは失敗ではないのです。いや、失敗は失敗なんだけど、こうしたらこう失敗したと見れば、それは一つの経験です。そうすれば、それを失敗と思わないで、本当にやりたいことを続けられると思います。非常に平凡なことかも知れませんが、そういうことをみなさんには心掛けて頂けたらと思います。

大野：赤崎先生、貴重なお言葉を本当にありがとうございます。  
 ございます。それでは時間になりましたので、  
 佐々木先生、そして赤崎先生、今日は大変貴重な  
 お時間を一緒に過ごさせて頂きまして、どう  
 もありがとうございました。

編集：須田淳・岩谷素顕

