



## プロフィール

学歴	1982年 豊橋技術科学大学 工学部 電子工学科 卒業
	1984年 豊橋技術科学大学 大学院 工学研究科 電子工学専攻 修士課程 修了
	1987年 名古屋大学 大学院 工学研究科 電子工学専攻 博士課程 修了
	1988年 工学博士（名古屋大学）
職歴	1987年 名古屋大学 工学部 電子工学科 助手
	1993年 京都大学 工学部 金属加工学科 助教授
	2002年 物質・材料研究機構 スーパーダイヤモンドグループ 主任研究員
	2006年 物質・材料研究機構 センサ材料センター 光学センシング材料グループ グループリーダー
	2014年 物質・材料研究機構 中核機能部門 部門長
	2016年 物質・材料研究機構 理事／技術開発・共用部門 部門長（兼務）

こいで やすお  
物質・材料研究機構 理事 小出 康夫 先生  
技術開発・共用部門 部門長

今回のSamco-Interviewは、物質・材料研究機構を訪ね、同機構理事で技術開発・共用部門長を兼務されている小出康夫先生にダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体のご研究についてお話を伺いました。

▶ ダイヤモンド半導体のご研究について  
ご紹介ください。

私は2002年の5月に物質・材料研究機構(NIMS)へ参りました。研究をダイヤモンド半導体に絞ったのはそのときからになりますが、京都大学の助教授になった1993年に一部の研究は始めておりました。それは、将来のダイヤモンドデバイスの実現に向けての低抵抗オーム性電極材料の開発です。通常ですと、トランジスタやレーザ、LEDといったデバイスに応じてオーム性電極材料を開発していきます。抵抗が低ければよいというのではなく、熱的に安定だとか、LSI用であるため熱処理温度は何度以下にするといったデバイスごとに制限があり、その中でベストマテリアルズを開発しようとします。しかし、当時ダイヤモンドはデバイスがまだ決まっておりませんでしたので、低抵抗にするというところから研究を始めました。

2002年にNIMSに来てからは、280nm以下の短波長のダイヤモンド深紫外線センサの開発に向けた研究をスタートしました。それ以前よりダイヤモンドは放射線センサとして応用されており、特にヨーロッパが進んでおりました。私は視点を変えて、火災検知システムとしての深紫外線センサを狙いました。ベンチャー企業と共同研究を行い、感度の高い、あるいは感度が増幅するメカニズムを発見し、そのメカニズムを解明して2008年に火災検知システムをほぼ完成させました。高純度な単結晶の結晶成長からプロセシングを行い、センサデバイスを作成してパッケージングをするというところまで全部一貫して行いました。

2008年頃からはパワーデバイスへの応用の研究を始めました。シリコン(Si)の次の省エネルギー・パワーデバイスとして炭化シリコン(SiC)、その次に窒化ガリウム(GaN)がありますが、さらに次世代としてダイヤモンドがあります。究極の堅い丈夫な材料ですので、さらに高パワー領域に応用し、高周波領域も狙ったトランジスタの開発研究を行っています。もう一つは、ダイヤモンドの非常に丈夫で固いという特性を活かしたMEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微小電気機械システム)デバイスへの応用研究を同僚とともにに行っております。

▶ ワイドギャップ半導体のご研究を始めたきっかけと経緯についてお聞かせください。

博士の学位は名古屋大学の電子工学専攻の赤崎勇研究室で頂きました。その研究が窒化アルミニウムガリウム(AlGaN)であり、ワイドギャップ半導体の研究のスタートになります。赤崎先生は結晶成長から、プロセシング、そして最後デバイスまで作るという終始一貫の研究スタイルであり、私も当時からこのスタイルで変わっておりません。

1988年に学位を取ってから名古屋大学内でSiプロセスの安田幸夫研究室に移りました。Si上にガスソースMBE(Molecular Beam Epitaxy:分子線エピタキシャル成長)法でシリコンゲルマニウム(SiGe)結晶を成長させ、その成長メカニズムを探り、光電物性を調べるという研究室に助手として着任しました。同時に、Siに対する電極材料、Si金属半導体界面、およびSi MOS界面の特性評価研究を行

いました。

その後、1993年に京都大学の材料工学専攻の村上正紀研究室に移りました。そこではさまざまな半導体のオーム性電極材料の開発を行っており、その一つが先ほど申しましたダイヤモンド半導体のオーム性電極材料開発です。1993年に中村修二さんが青色LEDを発表しますが、それまでは青色材料の候補としてセレン化亜鉛(ZnSe)、SiC、GaNがあり、世界で圧倒的に研究者が多かったのがZnSe系でした。京大へはワイドギャップ半導体系のオーム性電極材料の開発をするために行きました。その一つがZnSeであり、ダイヤモンドでした。京大には10年弱おりましたが、その中でZnSeを集め、GaN特に難しいといわれたLED、LD用のpnジャンクションのp型の低抵抗オーム性電極材料の開発に取り組みました。村上先生がIBMワトソン研時代から続けていたガリウムヒ素(GaAs)を集積回路として応用するためのオーム性電極材料開発をメインで行う研究室におきましたので、その研究にも携わりました。

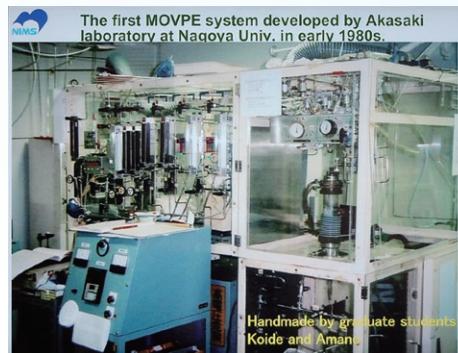
2002年にNIMSに移り、研究をダイヤモンドに絞り、先ほどのお話につながります。

▶ ところで、名古屋大学の赤崎研究室では天野先生とMOCVD(有機金属気相成長)装置を製作されたそうですが、その時のエピソードをお聞かせください。

私は1984年に博士課程1年で赤崎研究室に入りました。天野先生は一つ下で修士課程2年でした。赤崎先生が当時の松下技研からちょうど移られたばかりで、名古屋大学にク

リーンルームを作り、同時にGaNのMOCVD装置を設置したいということで、私達で製作することになりました。私は豊橋技科大学の修士課程でインジウムリン(InP)のMOCVD装置を一人で作っており、赤崎先生はその経験をおそらくご存知だったと思います。自分で設計し、部品も中古か新品か、あるいは図面を引いてオーダーするか等々を赤崎先生と議論し、決めました。私は番頭役みたいな感じで、部品調達が終わると天野先生と二人で作りました。それが第1号機のMOCVD装置であり、最初は二週間交代で天野先生と二人でシェアして使いました。私はAlGaNで、天野先生はもちろんGaNで青色LEDを狙っていました。この装置で青色LEDのバッファー層の発見に至りましたので、まさに2兆円産業の始まりとなる装置です。高効率青色LED、LDの原点はここだと私は思っております。

天野先生の招待者としてノーベル賞の授賞式にも参加してきました。赤崎先生のノーベルレクチャーでは、赤崎先生から見た学生としての小出、天野の研究成果を順にご紹介いただきました。



名古屋大学で天野先生と製作されたMOCVD装置

#### ▶弊社の装置をどのようにご使用いただいているのですか？また、ご感想をお聞かせください。

NIMSには微細加工プラットフォームという共用施設があり、文部科学省のナノテクノロジー関連の研究者支援事業に参画しております。私は2007年にそこの立上げを行い、理事になるまで責任者を務めてきました。最先端微細加工プロセシング装置およびナノスケール観察・測定評価装置が完備された450m<sup>2</sup>のクリーンルームを持っており、そこにはサムコさんの平行平板型ドライエッティング装置やICPエッティング装置、TEOSのプラズマCVD装置、UV/O<sub>3</sub>クリーナーが入っております。我々のスタッフがクリーニングやメンテナンスは行ってはおりますが、大きなトラブルがなく、特にドライエッティング装置とプラズマCVD装置は順調に動いております。サムコさんの技術力なのでしょうね。微細加工プラット

フォームは研究者が持っているアイデアを実証するためのプロトタイプデバイスを作る施設ですので、Siのみならず化合物系の多種多様な材料のドライエッティングに使用しておりますが、コンタミなどのクレームは一度もありません。

#### ▶物質・材料研究機構は特定国立研究開発法人に指定されるそうですが、今後、どのように産業界に貢献される方針でしょうか？

本年10月より、理化学研究所、産業技術総合研究所、NIMSは特定国立研究開発法人になります。金属材料研究所から60年、現在の名称となって15年とその間、物質・材料に関する基礎基盤研究をずっと続けてきましたが、それをいかに社会実装させるかということが問われております。NIMSには物質・材料開発に関するノウハウも含めさまざまな知的財産があり、それを社会実装していく試みとしてマテリアルズオープンプラットフォーム、マテリアルズリサーチバンク、マテリアルズグローバルセンターという構想を持っております。日本全国の民間企業に共同研究を含めてNIMSの持っている知的財産を活用してもらい、また、グローバルセンターという意味では日本のみならず世界の研究者、あるいは若手の研究者にもどんどんNIMSに来ていただく仕組みも構築しております。リサーチバンクとして最先端の技術も含めて今までの蓄積を公開し、社会実装させようとしております。また、人材育成のためにNIMSに来ていただく仕組みも作り、基礎基盤で優れた研究をして終わりではなく、アカデミア、大学、民間企業と連携して社会実装に向けて活動していく方針です。

#### ▶座右の銘をお教えください。

一つ挙げるとしましたら、「私に非ず公にあり」です。これは自己中心とならず心は常にパブリックにあるということで、大げさなものではありませんが小出家の家訓でもあります。今思うと行動パターンはこれに立脚していると思います。

#### ▶最後にサムコに対して一言お願いします。

同業他社の装置も使ってますが、その中でもサムコさんの装置は非常に優秀だと思っております。今後も新しいプロセスが開発されればいち早くキャッチして、技術革新を図ったプロセス装置をどんどんと製造販売していく頂きたいと思います。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。