



福井大学 大学院工学研究科  
電気・電子工学専攻 教授

くすはら まさあき  
葛原 正明 先生

今回のSamco-Interviewは、福井大学を訪ね、電気・電子工学専攻の葛原正明先生に電力変換用の窒化物半導体トランジスタのご研究についてお話を伺いました。

### 葛原先生のご研究内容、テーマについてお聞かせください。

現在の社会というのは、昔に比べてむしろ問題が増えている印象があります。その一つがエネルギーの枯渇の問題です。日本という国は特に資源がありませんから、エネルギー問題は避けて通れない難題です。いつか無くなるエネルギーをどのようにして生み出すのかということと共に、エネルギー自体を無駄にしない技術を考えなければなりません。そこで自分の研究の範疇である半導体でできるのは何であろうかと考え、電力変換用の窒化物半導体トランジスタの研究を始めました。企業時代は通信系の世界でGaAs(ガリウム砒素)を使って携帯電話向けの高速トランジスタを作っていたのですが、現在はGaN(窒化ガリウム)のパワーデバイスの研究を主に行っています。GaNは熱に強く、高耐圧、高周波動作といった特徴があり、現在主流のSi(シリコン)よりも電力変換用のデバイスとして優れています。GaNのパワーデバイスが実現できると、人類にとって生活のインフラに関係してくるエネルギーの無駄を省くことができ

### プロフィール

- 1979年 京都大学工学部電気工学科 卒業
- 1981年 京都大学大学院工学研究科  
電気工学専攻修士課程 修了
- 1981年 日本電気株式会社 入社
- 1987年 イリノイ大学客員研究員(～1988年)
- 2004年 福井大学工学部  
電気・電子工学科 教授
- 2006年 福井大学大学院工学研究科  
電気・電子工学専攻 教授

ます。携帯電話などのIT分野における発展と異なり、文明の進歩がもたらす負の部分が少ないので、我々は100%徹底的に技術を追求できますし、最終的に電力を自分で発生できるようにもっていきたいと考えています。

### ご研究を始められたきっかけと経緯についてお聞かせください。

企業時代は通信系の高速のトランジスタを研究していました。携帯電話が世に出始めた頃から、小型端末の実現を目指していました。それからしばらくして、世の中に携帯電話が出回りだし、すぐに予想を上回る成長期になっていきましたので、研究者として大変幸運でした。最初に私が使用した携帯電話は重さが1kg近くもあり、片手で持つには重すぎるもので通話の時は本体を目の前に置いて使いました。また、通話している途中でバッテリーは切れてしまいますし、1日1回充電しないと待ち受けもできませんでした。携帯電話というよりは、必要であれば携帯可能な電話だったわけです。しかし、町で歩きながら携帯電話で話すという

経験を相当早くからできたことは快感でした。外で電話をすることは結構楽しく、無駄な時間を省くこともできました。90年代に入ると、500gを切った端末ができましたが、もっと小型にしたいということで、バッテリーの持ちを良くするためのトランジスタの研究を始め、GaAsにずっと携わってきました。元を正せば大学時代から、GaAsをどうやって作るかを研究してきており、会社に入ってからはその材料の通信分野への応用の研究でしたから、GaAsに関わった期間は長かったです。たまたま縁があって福井大学に来ましたが、その前からGaAsに変わる材料としてGaNに注目していましたので、当時は数十年かかるかも知れないと思いましたが、これからGaN一本に絞って研究していこうと思いました。大学に移った頃は、通信用途の研究もしたいと考えていたのですが、今は省エネ化の研究を中心に進めています。

### 今後のご研究の展望について教えてください。

全ての電力変換用に使用されているSiをGaNに変えたいと考えています。車、パソコン、インバータを使用したエアコンや冷蔵庫といった白家電の電源は、全て熱くなります。その原因はCPUそのものの発熱もありますが、色んなところに熱源、いわゆる寄生の抵抗成分があって、熱を発生しているからなのです。特に、電圧を変換したり、周波数を変換したりする電源回路において、現在はSi半導体がほぼ100%使われていますが、寄生抵抗(スイッチオン時の抵抗)を下げる点で優れているとは言えません。さらにSiの泣き所は、大きな電圧をかけると壊れてしまいます。情報処理の世界では、Siは低電圧低消費電力で、同じ計算、同じ処理を速くできるので、申し分がありません。しかし、こと大電力を変換するパワーデバイスの分野では適しておらず、大電圧をかけても壊れないように、縦にたくさん並べてデバイス当たりの電圧を下げて使用されていますが、そうすると寄生抵抗が上がります。つまり、熱を発生することを前提に大きな電圧をかけているというジレンマがあります。非常に無駄

な話ですが、そういった熱を冷やすために、モーターを使って水を流す冷却装置を使うと、また無駄なエネルギーを消費してしまいます。それを解決するのが、GaNです。GaNは、高電圧動作時の発熱が少なく、たとえ熱が出て安定に動作するという機能を持った半導体です。GaNを使うことで、無駄な発熱の少ないハイブリッド車ができます。また、多少温度が上がっても、冷やさなくて大丈夫なので軽量化にも適します。それからパソコンですと、アダプターの電源を小さくして内蔵することも可能です。アダプターを小型化するもう一つのキー技術としては、電源の周波数を上げることがあります。電気回路のリアクタンス部品は、周波数を上げると小型化でき、将来はIC化もできると言われています。GaNは、もともと高周波の分野で注目され、携帯電話で使われるくらいですから、高周波特性にも優れており、電力変換用として非常に適しています。両方のメリットがある材料というのは、GaNにおいて他にありません。パワーデバイスとして色々な材料が言われていますが、将来は家庭にある身近なパワーエレクトロニクス機器を、熱を出さず小型化するために、GaNに変えていきたいと考えています。

#### 日頃のご研究において心がけておられることについてお聞かせください。

実用化あつての研究だと考えているので、成果というものを常に意識して研究に取り組んでいて、それを若い学生にも話しています。のんびり研究をしては忘れられてしまいます。マイルストーンとなる成果を出して、社会の要請についていくことに重点を置いています。100年かかるような研究も魅力的ですが、私には近い未来に社会に役立つ研究の方が適しています。社会にでたら、100年かかる研究をさせてもらえる研究者は、ほんの一握りのはずです。また、企業に就職後は、ほとんどの学生が製品開発の仕事に就くことになります。学生には、社会や企業にとって最も必要な技術開発が行え、その中で自分がどの分野でキーとなる仕事ができるのか、早めに気付いてビジネスチャンスを先取りできる技術者になってもらいたいと思っています。学生時代の研究においても、修士課程を含めて2～3年の中で、どこまで問題を

解決出来るのか、時間的なセンスと自分で考えたマイルストーンを持って研究するように言っています。

#### サムコの装置のご感想をお聞かせください。

サムコさんにはGaNの主要な加工装置であるドライエッチング装置『RIE-200iP』を納入してもらっています。装置を入れたら入れっぱなしではなく、安心して使えるように、メンテナンスの対策や、我々が感じる前にあらかじめご案内をくださるところが非常にありがたいと思っています。半導体の分野で、新しい装置を理解するのは、かなりの時間がかかりますし、その装置を使い始めた時の状態をキープするには、やはりある程度納入実績をお持ちの、その経験を元にアドバイスしてくださるメーカーのサポートが非常に重要になってきます。サムコさんはGaNなどの化合物半導体に特化されていますし、化合物半導体の行きつく先がどうだという共通の認識をお持ちだから、非常に使いやすい装置だなと思っています。

#### 最後にサムコに対して一言お願いします。

大学との商売を大切にしていきたいと思っています。大学相手に商売をしていても、もうけは少ないです。ただ、大学は色々な意味で宣伝の場になることができ、しがらみのない発信力を持っています。これから出てくる若い研究者達が大学の装置を使って社会へ出ていきますので、その装置メーカーというのは必ず頭のどこかに残りますね。そういった視点からも、大学という顧客を大事にしてください。私は、大学では企業の次のものを研究しないとまずいと思っています。そのためには、企業の研究所に相当するような高性能の装置を使用できる土俵が必要になるわけですが、なかなかそれが簡単ではない。我々は最低限の土俵に乗るのに四苦八苦しているわけです。サムコさんのようにそれを助けてくれる企業というのは、そんなにたくさんありませんので、私が感謝しているのはそういった点です。

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。