

# 半導体デバイスの開発から ナノアーキテクトへ

電子の量子的な制御により従来のデバイスの限界を破る試み、先駆的な研究を続けられる神裕之教授を訪ねて。



神裕之教授

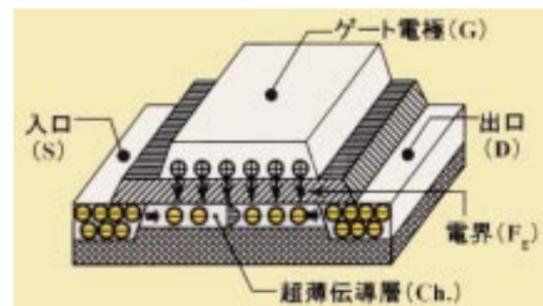
半導体デバイスの先駆的な研究をされている神裕之教授を生産技術研究所を訪ね、話を伺いました。専門は固体電子工学で、電子の量子的な性質が現われるほどに小さな半導体ナノ構造を対象として電子の物理を調べ、その応用を探索しています。特に、電子の量子的な制御により従来のデバイスの限界を破る試みをされています。

## 歴史

高校時代は外交官志望で国連勤務を夢みていたそうです。1962年に高校3年でアメリカに留学。ケネディの平和部隊構想などに接して衝撃を受け、技術を通じての国際貢献に魅力を感じたのが、工学分野に進んだきっかけです。大学では電子工学を専攻。以来、一貫して半導体電子工学の研究を進めています。半導体は、絶縁体と同様に、自由な電子がほとんどない物質ですが、正に帯電した金属板を近づけると自由な電子が湧きだし、電流が流れます。この性質を巧みに用いたのがトランジスタです。この半導体を約10nm(ナノミリ)の超薄膜にすると、その中の電子が量子的な波としての性質を示すため、これまでにない機能のデバイスが作り出せます。この電子波を制御し、電子工学に活かすのが研究の狙いです。電子の量子的な波といえば難解なイメージがありますが、私たちが取り巻く世界の様々な波とも似た面もあります。例えば、弦楽器は弦と空気の振動を利用し、放送や携帯電話では電波を用います。それぞれ、ニュートン力学やマクスウェル電磁理論で設計ができます。これに対し極微の世界の電子波は、量子力学を基に制御します。

## 超薄膜の研究

神教授は約30年前に、トランジスタ内の超薄膜伝導層に着目し、電子の波動性をもごとに示しました。さらに、IBMの江崎博士が超薄膜を積み重ねた超格子を提唱して間もなく、神教授はIBMに招請され、超格子の揺籃期から先駆的成果をあげ、この分野を先導しています。例えば、超薄膜に赤外線を入れると、電子の波の振動状態が変化し、赤外線検出に利用できます。この検出器は、人の体温分布の計測などに利用されています。最近、この超薄膜検出器の逆プロセスを用いた赤外線レーザーが米



超薄膜を用いたトランジスタ(TFT)

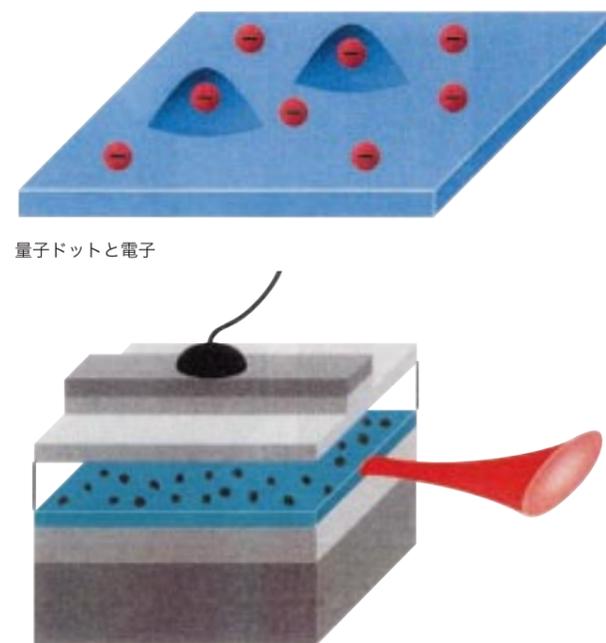
国で発展し、各種の気体の高分解検出に利用され、呼気中のアンモニアの分析により、胃潰瘍の原因といわれるピロリ菌の非侵襲検出にも利用されつつあります。

## 未来へ

研究の対象は超薄膜に留まらず、極微の細線や箱状の半導体で電子を量子的に制御し、新デバイスに応用する初の提案を1975年に行っています。当初、形成技術がなく難行しましたが、10年くらい前からはナノメートルのレベルでの量子的な細線や量子ドット(箱)を作る技術が発展してきており、そのユニークな物性の実証や新デバイス機能の実験的研究が活発化しています。量子ドット内の電子の有無を用いたメモリーや、波長が1から10ミクロン域の赤外光の作用でドット(箱)内の電子の出入りを制御した赤外線の検出器、さらにわずかな電流で動くレーザー機能なども示され、今後の発展が期待されています。

この半導体の基本原理から量子ドット研究の最前線までを紹介頂いたほか、卓越した研究をする上で国境や専門分野の壁を超えた協力の重要性など、示唆に富む話をいただきました。

インタビュー 黒瀬等(大学院薬学系研究科助教授)



量子ドットと電子

量子ドットレーザーの概念図



Research Unit for  
Biological Resources and Development,  
The University of Tokyo  
at Institut Pertanian Bogor

# 東南アジア生物資源開発研究の 拠点としてのボゴール基地

東京大学は、1997年12月20日に、初めての海外学術交流拠点として東南アジア生物資源開発研究施設(Research Unit for Biological Resources and Development — The University of Tokyo at Institut Pertanian Bogor, RUBRD-UT/IPBと略す)をインドネシアのボゴール農科大学内に開設しました。さらに、1998年度からは、日本学術振興会の拠点大学方式によって、東京大学大学院農学生命科学研究科とボゴール農科大学との間で10年間に及ぶ学術交流事業が開始され、いよいよ本施設が本格的に稼働し始めました。それと同時に、ボゴール農科大学との学術交流に関する協定書に基づき、毎年3名以内の交換留学生の派遣も決定し、ボゴール農科大学との学術交流に関し、拠点施設整備、研究者交流、学生交流を一体的に推進する体制が整いました。



研究施設と学生たち

本施設は、現在整備が進んでいるボゴール農科大学ダルマガ・キャンパスの、広大な敷地の一角にある畜産学部棟(Animal Husbandry)の2階と4階の一部にあり、2階には秘書室、学生室及び実験室、4階には教室と教官控え室があります。主な設備としては、コンピュータや電話、ファックスが備えられ、日本と連絡が取れるようになっています。一方、実験設備の整備に関しては、施設の利用状況との関係から今後の検討課題です。なお、日本側とインドネシア側双方の連絡役としてSariyati Silalahi女史に秘書を勤めていただき、施設維持や交流事業に係わる事務処理のほか、本施設を訪問する研究者の車や宿舍の手配、調査日程の調整、ジャカルタ空港への送迎などをお願いしています。

このように、本施設は拠点大学交流事業、交換留学生事業、農学国際専攻の海外実地研究などさまざまに活用され、十分にその機能を発揮しています。

永田信 ながた・しん 大学院農学生命科学研究科教授)



農村でのインタビュー調査



養魚池での水質測定