



# “極低消費電力・新原理デバイスの研究”

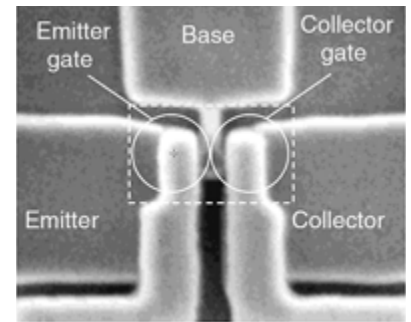
## 教授 小野 行徳 (ナノエレクトロニクス)

1963年7月生まれ、1988年早稲田大学大学院修士課程修了(1996年 博士(工学))、1988年日本電信電話株式会社(NTT)入社(1996.12~1997.12 M.I.T.客員研究員)、2012年 富山大学教授、2016年 静岡大学教授  
2019年より第4期研究フェロー

### 研究概要

スマホで動画を見ているとスマホが少し温かくなる(温度が上がる)ことにお気づきの方もいらっしゃると思います。これは電子機器の構成部品であるトランジスタが大量の熱を放出しているため、この熱の発生が電子機器の性能向上を阻害する主要因となっています。私たちの研究室では、「熱の発生」という電子機器につきまとう本質的な問題を解決するために、超低消費電力デバイスの研究を行っています。

その一例が、私たちが「電子アスピレーター」と名付けた新原理デバイスです。アスピレータとは、入口と出口の他にもう一つの吸込み口を持つ T 字菅のことで、入口を水道の蛇口へ、出口を排水口へ接続し、蛇口から勢いよく水を流すと、吸い込み口から液体や気体を引き込み排水口へ流すことができるデバイスです。動作のための電力が不要なため、化学の実験において液体や気体をポンピングするときなどに、簡便に使用されています。私たちは、ナノメートルサイズ(1ナノメートルは $10^{-9}$ メートル)の極微なトランジスタにおける電子の流れ(電流)でも類似の現象が起こることを見出しました。また、この発見に基づき電子アスピレーターを開発し、電力供給なしに(付加的な熱の発生なしに)トランジスタの電流を増幅することに成功しています。



図：電子アスピレーターの電子顕微鏡写真 (H. Firdaus et al., Nature Communications, 2018)

### メッセージ

私の所属は工学部ですが、行っている研究はむしろ理学部のそれに近いかもしれません。新原理デバイスの開発には、新しい現象の「発見」が不可欠です。私たちの研究対象は、現在のトランジスタの基板として用いられているシリコン(Si)であり、ナノメートル領域の極微のシリコンにおける新たな現象の発見を目指しています。

研究をしていると、理解できない実験データが毎月のように出てきます。そしてその多くはその原因すら特定できず、あるいは特定できたとしてもあまり重要でないことが判明してしまいます。これらのデータの中から、本質を見極め本当に重要な発見を見逃さないためには、幅広い知識はもちろんですが、個々の研究者の美意識や哲学も重要になってきます。実験結果を予想するとき、「こうであったら美しいなあ」とか、「こうあるべきだ」という思い込みや信念が、発見には重要なのです。その意味で、研究者には芸術家に近い感覚が必要だと思っています。私自身、芸術家肌ではありませんが、なるべくそのような感覚を持てるようにと、日々心掛けています。

### 【主な研究業績】

#### 受賞歴：

第38回 日本応用物理学会論文賞(2016年)、NTT 先端技術総合研究所 研究開発賞(2000年、2007年)

#### 外部資金獲得状況：

科学研究費補助金挑戦的研究(開拓)「新原理エレクトロニクス創成に向けた電子系-格子系・高速エネルギー変換技術の確立」(2017年~2021年)、科学研究費補助金基盤研究A「シリコン中のドーパント原子を用いた単一フォノン制御」(2016年~2019年)、他、基盤研究A、2件、挑戦的萌芽研究、2件、など

#### 委員等：

日本学術振興会学術システムセンター専門研究員(2019年~)、日本学術振興会国際科学研究費委員会専門委員(2018年)、科学技術研究費委員会専門委員(2005~2007、2009~2014、2016~2018年)

#### 学会等：

日本応用物理学会マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議組織委員長(2019年)、IEEEシリコン・ナノエレクトロニクスワークショップ組織委員長(2009年)、IEEE、日本応用物理学会、電子情報通信学会、日本表面真空学会会員

#### 著書・論文：

- 1) 「Electron aspirator using electron-electron scattering in nanoscale silicon」 H. Firdaus et al., Nature Communications, vol.9, 4813\_1-8 (2018).
- 2) 「Detection of single holes generated by impact ionization in silicon」 H. Firdaus et al., Applied Physics Letters, vol.113, 163103\_1-5 (2018).
- 3) 「Single-electron quantization at room temperature in a-few-donor quantum dot in silicon nano-transistors」 A. Samanta et al., Applied Physics Letters, vol.110, 093107\_1-5 (2017).
- 4) 「電子・物性系のための量子力学」(単著) 森北出版 2015年