

訪問日 2018年10月5日

産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門 岡崎 雄馬 助教

研究題名：単一電子精度での有限周波数電流計測の実現

研究紹介文にもとづき、助成対象となったご研究の詳細を伺いました（図1）。

以下は主な質疑応答です。

### ご研究を始めた契機はなんですか？

くらしの場には様々な単位が使われています。例えば体重には質量の単位であるグラム（g）、時間には時・分・秒といった単位が用いられています。それらの単位の標準（基準）がずれると生活は混乱します。10時ちょうど発の電車に間に合うように駅に向かったのに、標準がずれた時計を使っていたために、正しくは10時を過ぎていて電車に間に合わなかった、といったことが起こります。そういったことの無い様に、単位には厳格な標準が設けられています。電気の世界でも電圧、電流、抵抗などの標準が設けられています。電圧と抵抗の標準に関しては、それぞれジョセフソン効果および量子ホール効果と呼ばれる量子学的な現象を基準にすることで高精度に値を決定する手法が確立しています。一方で、電流の単位であるアンペアの実現・計測には、電流の最小単位である電子1個を制御し計測することが必要になりますが、その実現は技術的に非常に困難です。私は以前より少数電子の制御を研究しており、電流標準に適応できる技術を作りたいと考え、この研究を始めました。

### ご研究の独創性を改めて伺います

本研究が対象としている単一電子制御の領域では、これまで電流値の大きさに時間的な変化が無い直流電流を発生させることが対象となっていました。そこに時間的な制御（図2）を組み合わせると、電流値の大きさの時間的な変化を伴う、いわゆる『波形』をもった電流を作ることができます（図3）。アイデアは非常に単純ですが、電子1個1個の制御は実験的に難しく、1電子を流がそうとしても、1個も流れなかったり、逆に2個流れてしまったりといったことが起こります。電流が0になっても、倍になっても、『波形』は正確に作れません。このように電子一個の制御によって時間的な変化を伴う電流発生の取り組みは他にみられず、私の研究の独創的な点といえます。

### 実用化されると暮らしはどう変わりますか？

電子の数を時間的に制御できるようになると、揺らぎの非常に少ない『きれいな』電流を生成することができます。各種の計測や量子コンピュータの読み出しなどに使えるのではないかと期待しています。

### 研究者を志したきっかけを教えてください

幼い頃から物の仕組みに興味があり、百科事典や図鑑などをよく読んでいた記憶があります。分解も

よく行っていました。電子回路も幼い頃から好きで、小学生のころから半田ごてを握っていました。研究をやりたいという思いは幼い頃からありましたが、大学院修士のころ、企業の基礎研究部門で実習を行う中でその思いが強くなった結果、現在も研究を続けています。

### 研究活動の面白さは何ですか？

試行錯誤の繰り返しが楽しいと思います。うまくいかない場合もアイデアをたくさん試すことができ、少しずつでも自分が当初考えていた形に近づいていくのは、研究活動の面白さだと思います。

### 後進の方に伝えたいことは何ですか？

基礎研究の世界は、自分のアイデアに基づいて試行錯誤することができます。成果を出すことで、世界に自分の名前を残せる可能性があります。一般の社会で個人のアイデアが後世に残ることは非常に少ないと思います。アイデアが結果につながる面白さを伝えたいと思います。

### 後記

実験室を見せていただき、電子 1 個の制御・計測の難しさを感じることができました。研究の肝となる部分の装置は市販されておらず、電子を制御するためのデバイスの設計から計測治具の製作まで先生が自ら行われていました。来年 2019 年 5 月には電流の単位であるアンペアの定義が変わる予定で、現行の定義に含まれる『無限に長く』や『無限に細い』といったある種の曖昧さがなくなるということです。新しい定義は 1 個の電子が持つ電荷が基になり、通過した数で電流が決まります。先生のご研究の成果が世界で使われる日が来ることを楽しみにしています。

(技術部長 鳥越昭彦)

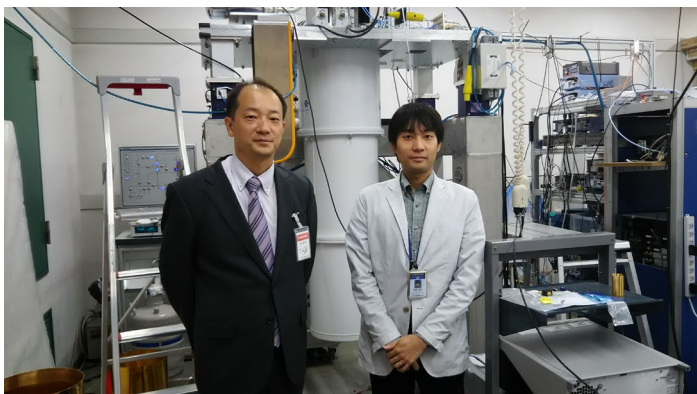


図 1: 右が岡崎雄馬先生

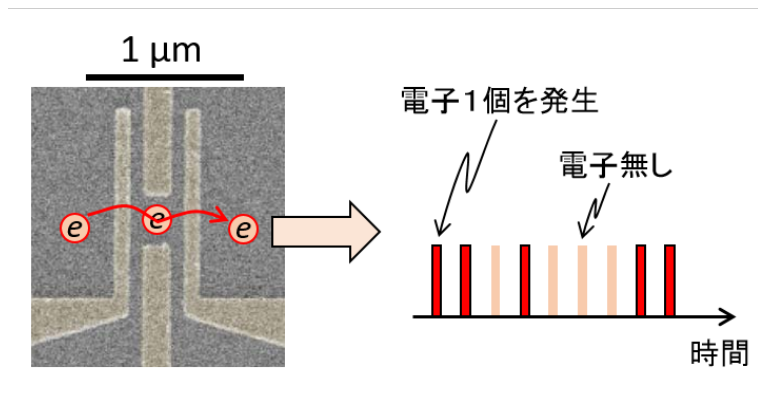


図 2: 単一電子素子による電子一個の制御  
左はデバイスの電子顕微鏡写真

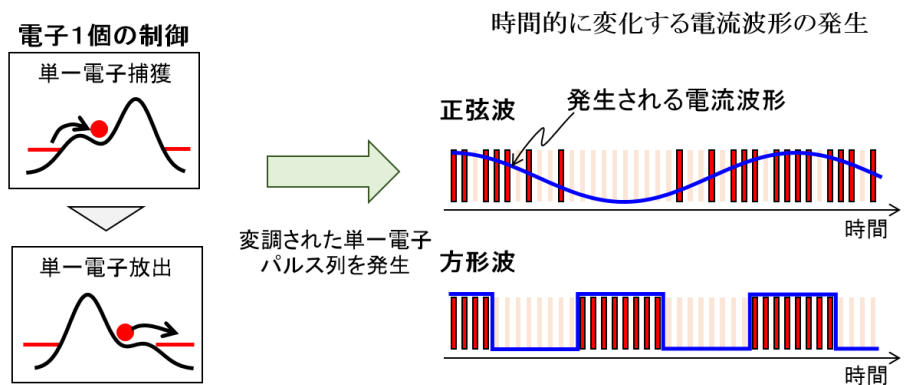


図 3: 電子一個の制御による有限周波数を持つ電流波形の発生