



先端光量子科学アライアンス談話会



光量子科学研究センターセミナー

フotonサイエンス研究機構セミナー

“光周波数帯での動作をめざした  
短パルスレーザー誘起真空管デバイスの実現”  
**Nanoscale Vacuum-Tube Electronics Devices  
Triggered by Few-Cycle Laser Pulses**

**Dr. Takuya Higuchi**

*Lehrstuhl fuer Laserphysik,  
Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen-Nuernberg*

樋口卓也氏

フリードリヒ・アレクサンダー大学エアランゲンニュルンベルク

日時：平成26年7月4日(金) 10:00-11:30

場所：東京大学理学部1号館2階 201b 号室

### Abstract

電子デバイスの動作速度を決める一つの大きな要因は、キャリアの応答できるバンド幅です。固体デバイス中の電子は拡散する間に必然的に緩和の影響などを受けるため、そのバンド幅はせいぜいテラヘルツ程度に限られます。しかし真空中の電子はそのような制限を受けることはありません。真空中の電子の高速応答性は真空管を用いた電子デバイスでも有効に活用されており、半導体デバイスに計算素子としての地位を明け渡しながらか、未だに高周波レーザーなどに真空管が用いられることがあるのは、この高速応答性に因っています。

既存の真空管デバイスでは熱せられたフィラメントから発された熱電子をキャリアとして用いています。この熱電子の放出過程の時間的・空間的なゆらぎが、真空管デバイスの応答速度に上限を与えています。それではこのゆらぎはどこまで抑えることができるのでしょうか。そしてその結果、デバイスをどこまで高速に動作させることができるのでしょうか。

今回私達は、極短レーザーパルスの照射によって、近づけた2つのナノメートルサイズの金属針の間に電流を流せること、この電流が整流性を示すことを実験的に明らかにしました。電子の放出過程はパルスの時間幅 (5.2 fs) 内に限られており[1, 2]、電子源の大きさも針の終端の大きさ (半径 10 nm 以下) に抑えられています。さらに2つの針の間の距離が 0.2  $\mu\text{m}$  と小さいことから、電子が陰極から陽極に達するまでの時間も抑えられています。結果として1 ps 以内の時間で動作が完了する非常に高速な真空管ダイオードを実現することができました。この結果は、光の周波数帯でも動作するような電子デバイスへの道を拓くものです。

### References

- [1] M. Krüger, M. Schenk, P. Hommelhoff, "Attosecond control of electrons emitted from a nanoscale metal tip," *Nature* 475, 78 (2011).
- [2] S. Thomas et al., "Probing of optical near-fields by electron rescattering on the 1nm scale," *Nano Lett.* 13, 4790-4794 (2013).

紹介教員: 五神真教授 (物理学専攻)