

起し、エネルギーを変えてあげれば、結果としてアパーチャーの形が変わることになる。アパーチャーはフラレン 1 分子(1nm)と同じような大きさであり、アパーチャーの形を変えることは、sub-0.5nm 程度の精度で電子の放出位置を変化させることに対応する。

以上のことを概念的に示すと図 2(a)のようになる。図では 1 分子に左から電子波が入射している(緑の波)。この例で、光を用いない場合は、1 分子の中央から電子が放出される(右へ抜ける緑の波)。この場合のアパーチャーは円状になっている。一方で、光を入射することで、アパーチャーの形がリング状になり、結果として電子波はリング状になり 1 分子から出ていく。我々はまさにこの現象を観測することに成功した。図 2(b)に、実際に観測した 1 分子からの放出パターンを示す。上図が光を用いない場合で、下図が光照射を行った場合である。光照射により大きくパターンが変化していることがわかる。

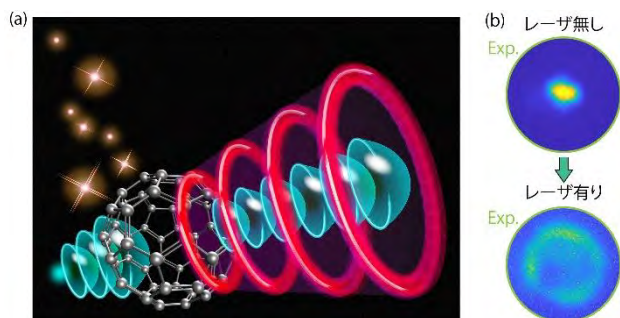


図 2：緑の半球は電子の波の進行を示しており、左側からフラレンに入り、光照射がない場合は、そのまま右側へと通過する。光の粒が照射される場合、右へ抜け出る電子は、例えば、赤色のリング状の波へと変化する。

以上の現象は図 3(a)に示すような電車分岐器と概念的には同じである[7]。我々の場合は図 3(b)に示すように、電車ではなく電子の波である。電子の進む線路は光を照射した際に下図のように変更される。理論的には光のパラメータを変えると、さらに線路の分岐方向を変えられるはずで、このような技術ができれば、1 分子にいくつもの超高速ス

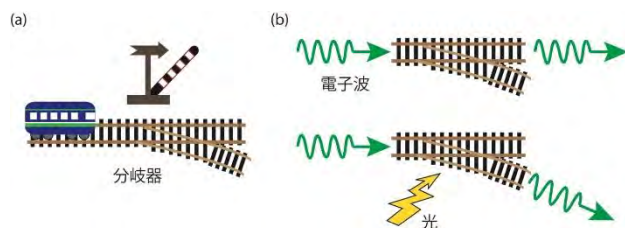


図 3：電車(a)と電子(b)の分岐器の概念図。

イッチを集積化することにつながる。通常スイッチを集積化すれば、物全体の大きさは大きくなるが、我々の技術ではいくらスイッチを集積化しても 1 分子からサイズは変わらない。集積化限界を突破する技術として期待される。今後はこの光の制御性をもっと上げられるように研究を進めていく予定である

謝辞：

本研究は、Ludwig-Maximilians-University Munich の Markus Bohn 氏、Florian Goschin 氏、Matthias, F. Kling 氏、近畿大学の鬼頭宏任氏との共同研究で行われた。また、本研究は、「JST さきがけ「量子技術を活用した生命科学基盤の創出」領域、研究課題名：原子分解能・低速電子ホログラフィーの開発(課題番号：JPMJPR19GA)」、「DFG プロジェクト資金(課題番号：389759512)」、「光科学技術研究振興財団助成金」、「住友財団助成金」、「村田学術振興財団助成金」、「PETACom」、「精密測定財団助成金」の支援により実施された。

参考文献：

- 1) P. Hommelhoff, Y. Sortais, A. Aghajani-Talesh, and M. A. Kasevich: Phys. Rev. Lett. **96**, 077401 (2006).
- 2) M. Ludwig, G. Aguirregabiria, F. Ritzkowski, T. Rybka, D. C. Marinica, J. Aizpurua, A. G. Borisov, A. Leitenstorfer, and D. Brida: Nat. Phys. **16**, 341–345 (2020)
- 3) H. Yanagisawa, C. Hafner, P. Doná, M. Klöckner, D. Leuenberger, T. Greber, M. Hengsberger, and J. Osterwalder: Phys. Rev. Lett. **103**, 257603 (2009).
- 4) H. Yanagisawa, M. Ciappina, C. Hafner, J. Schoetz, J. Osterwalder, and M. F. Kling, Scientific Reports 7, 12661 (2017).
- 5) H. Yanagisawa, M. Bohn, H. Kitoh-Nishioka, F. Goschin, and M. F. Kling: Phys. Rev. Lett. **130**, 106204 (2023).
- 6) H. Yanagisawa, M. Bohn, F. Goschin, A. P. Seitsonen, and M. F. Kling: Sci. Rep. **12**, 2174 (2022).
- 7) H. Yanagisawa, 真空と表面, in press.