

MERIT 長期海外派遣報告書

東大物性研、理学系研究科物理学専攻

博士 2 年 服部卓磨

滞在期間 2018 年 9 月 27 日～2018 年 12 月 21 日

滞在先

2018 年 9 月 27 日から 2018 年 12 月 21 日にかけてドイツのユーリッヒ研究センターのピーターグリュンブルグ研究所(PGI-6)に滞在した。Dr. Daniel Bürgler のグループのもとで、単一分子スピンフィルター素子の実現をめざし、Cu(111)基板上の Co 島に吸着した分子を走査トンネル顕微鏡で観察した。

なお、今回の海外派遣は、東京大学物性研究所の平成 30 年度海外学生派遣プログラムに援助されている。

研究

スピンフィルター素子は、強磁性絶縁体層膜の高いスピン偏極度を利用して絶縁体層をトンネル効果により透過する伝導電子のスピン方向をそろえる素子である。金属磁性膜上に分子を吸着させ、分子の電子状態をスピン偏極させることで、分子という最小サイズでのスピンフィルター素子を実現させることを試みた。

平面分子が磁性表面に吸着すれば、 $n-d$ 混成により分子の電子状態がスピン偏極される。しかし、混成により分子の状態は非局在化してしまい、スピンフィルター素子としては活用できない。置換基修飾した double decker 分子を用いて、基板との距離を変えることで、分子の電子状態を局在化したまま、スピン偏極できることが理論計算によって示唆されている。そこで、本研究では Cu(111)基板上の強磁性 Co 島を用いて、double decker 分子の電子状態を調べた。

Cu 島上と Co 島上に吸着した分子では、同一分子であるにもかかわらず STM での見え方が異なることがわかった。そこで、走査トンネル分光 (STS) により Co 島上の分子の局所電子状態を測定すると、分子の一部分だけに、Co 島上の d バンド位置と同じ位置にピークがでることがわかった。このことは Co 島上の $C o d$ 電子状態と分子が混成していることを示唆し、分子のスピン偏極が期待される結果となった。そのため、磁

性バルク Cr 探針を用いて磁場中下でのスピン偏極 STM を試みたが、滞在中に分子のスピン偏極した STM 像をとることはできなかった。

生活

ユーリッヒは、日本のつくばのような研究都市であり、皆ユーリッヒの町を小さな村と表現していた。研究都市であるため、スーパーマーケットやバスの運転手など、町の人たちは外国人慣れしていた。ユーリッヒ研究センターは、ユーリッヒの町から離れた森の中にあり、周囲には“鹿に注意”と書かれた標識がいくつもあった。私が行った走査トンネル顕微鏡のような、振動の影響が大きい実験装置を扱うには、非常に快適な環境である。その一方で、安全上の都合から 18 時までしか研究できず、日本のようないつでも実験できる環境とは大きく異なっていた。そのため、実験計画をたてる上でいささかとまどったところがあった。

ちょうど 12 月はクリスマスの時期であり、アーヘンやケルンなど周辺都市のクリスマスマーケットに訪れた。その雰囲気からドイツ人がいかにして一番大事なクリスマスを迎えるのかを感じることができた。

謝辞

今回の海外派遣は、東京大学物性研究所の平成 30 年度海外学生派遣プログラムによって実現されました。今回の海外派遣を受け入れてくださった Prof. Schneider Claus Michael と指導をしてくださった Dr. Daniel Bürgler のグループのメンバーに深く感謝をいたします。また、今回の留学の機会を与えてくださった小森文夫教授にもお礼申し上げます。

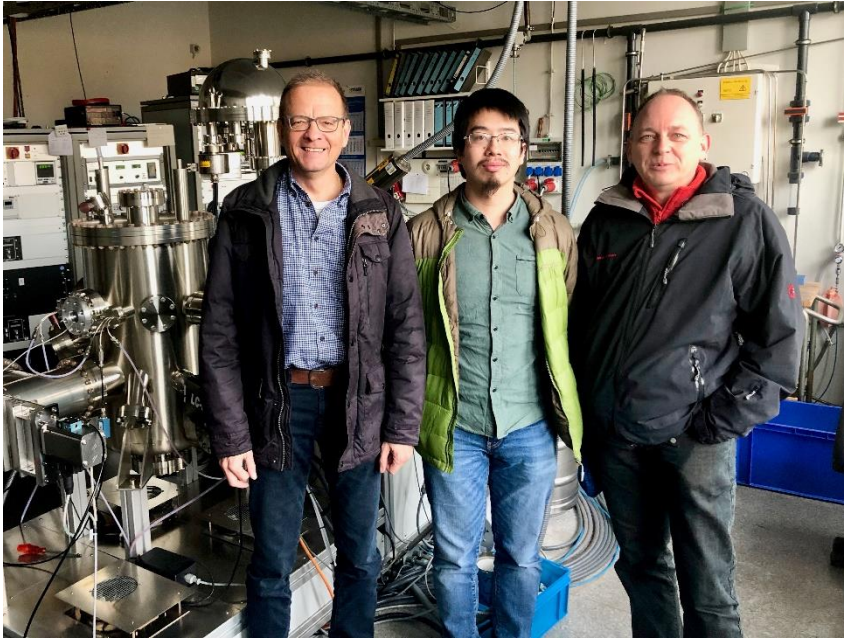


Figure 1 グループの人たちとの写真 ; Dr. Daniel Bürgler(左),筆者(中央),Dr. Matthes Frank