

松尾 貞茂

理化学研究所創発物性科学研究センター  
基礎科学特別研究員

## 並列二重ナノ細線と超伝導体の接合を用いた無磁場でのマヨラナ粒子の実現

### § 1. 研究成果の概要

マヨラナ粒子は自身とその反粒子とが等しくなる奇妙な粒子であり、固体物質中での実現提案を契機として現在研究が世界的に行われている。本研究提案では、電氣的制御性の良い半導体ナノ細線を用いてマヨラナ粒子を実現する手法の開発とその基礎物理の解明を主目的としている。

自己形成型のナノ細線を用いた研究ではナノ細線ジョセフソン接合デバイスにおいてマイクロ波の照射を行い、シャピロ階段の測定を行った。通常、シャピロ階段は量子化した電圧値にのみ現れるが、我々のデバイスでは半整数量子化値にも階段が現れることがわかった(図1)。解析の結果、この階段は電子が接合内を散乱せずに輸送されていることによって生じる現象であることを明らかにした。シャピロ階段の測定はマヨラナ粒子の検出の手法でもあるため、今回の結果は将来的なマヨラナ粒子の評価手法の確立に貢献するものでもある。

また、デバイス作製の効率化、および高品質化のために選択的成長法(SAG)により作製された並列二重ナノ細線デバイスの微細加工工程の確立にも注力した。Wet etching 手法を用いた作製技術の確立により、図 2 のような並列二重ナノ細線ジョセフソン接合が 90%の歩留まりで作製できるようになった。これは、自己形成型のデバイスの歩留まり(10~20%)に比べて格段によいことがわかる。

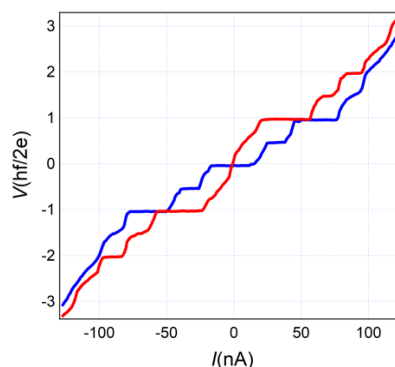


図 1: ナノ細線ジョセフソン接合でのシャピロ階段。半整数(1/2, 3/2, ...)に異常な階段が出現している。

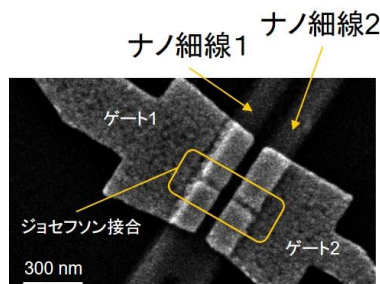


図 2: ジョセフソン接合に加工した SAG デバイスの電子線顕微鏡画像。