



ドリリングの計 2 ヶ所漏れがありました。循環ラインの漏れは  $^3\text{He}$  循環ポンプを 10 年以上放置していたため、シールポンプ自体に漏れが発生したようです。ガスハンドリング部の漏れは、 $^3\text{He}$  ボンベに直接つながった配管部にあったため、次に述べるように大きなトラブルになりました。一般にガスをボンベに保存する際は大気圧以下で保存しているため、空気が侵入すればボンベ圧が上昇するため漏れがあることがわかります。しかし、今回使用した Oxford 社 Kelvinox 25 付属のガスハンドリング系では、使用するヘリウムガス量が 10 リットル弱に対してガスハンドリングのボンベ容量も 10 リットル強でした。したがって保存する際の圧力は 1 気圧弱になり、空気が混入したとしても見分けにくい状況でした。また、ブルドン管圧力計もゼロ点が、経時変化でわずかに負圧側にずれていました。いざ冷凍機を運転しようという段階で、低温部に入っていくヘリウムガスがほとんどなかったのが異常に気が付きました。もちろん最初は漏れがあるなど全く予想をしていなかったため、ヘリウムガスがないことに気づいたときにはさすがに驚きました。吉田さんに「理由は分からないけど大気中に  $^3\text{He}$  ガスが逃げて行ったかも。ただ 2 リットル(現在の価格で 100 万円程度)位なら大丈夫、どうにかなるから。」などと、ガスを逃がした自分を励ますために強がっていたことを思い出します。結局、窒素トラップから 10 リットル近い空気が出てきた時点で、はじめて漏れの存在に気が付きました。この原因ですが、ボンベ内に 10 年以上ガスを保存している間に、大部分の He ガスは大気中に逃げ空気に置き換わっていたためと思われます。その後リークテストを行い漏れ部もわかり修理までしたのですが、結局装置付属のポンベは使わず、全容量が約 20 リットルの新しいポンベを設置し、0.5 気圧以下で全ガスを回収するようにしました。

以上のような修理・改良を重ねることで冷凍機は無事働き、最低温度約 50mK まで冷えるようになりました。現在は図 2 に示すように希釈冷凍機に STM 装置を設置し、テストを兼ねて NbSe<sub>2</sub> の表面を観察しています。この実験より、100mK という低温でも STM は発熱することなくスキャンできることがわかりました。それから STM 信号を取得する際のノイズの問題ですが、機械的振動に関しては冷凍機ポンプを動かした状態でも、除振台のおかげでそれほど大きな影響は与えていないようです。図 3 は T~1 K における超伝導ギャップの測定結果ですが、2Δ~5.9mV の異常をはっきりと観測できています。この値は NbSe<sub>2</sub> の超伝導ギャップに対して、約 2 倍の値になっています。これは、アプローチの際に探針(PtIr)が NbSe<sub>2</sub> の表面に接触してしまい、探針側にも NbSe<sub>2</sub> が付着してしまったために超伝導-超伝導接合が形成されたことが原因と考えています。現在はトンネル電流ラインのシールドを増強しノイズの低減を行っており、それが終了後、装置テストを兼ねて T~100 mK で NbSe<sub>2</sub> 超伝導特性の測定を行う予定です。

最後に、今回客員研究員をやらせていただいて感じた感想と意見を書かせていただきます。この 3 年間物性研でやっている冷凍機の立ち上げは学生時代に久保田実先生や畑徹先生のもので、冷凍機の建設、リークテスト、修理に明け暮れたときに身に付けた技術がそのまま役立ちました。私事を書いて恐縮なのですが、超低温研究をやっていた大学院生時代には、作業ばかりやっていて物理の結果はほとんど出ませんでした。しかし、就職して自分で研究をするようになってからは、その時代に習得させてもらった様々な低温実験技術・情報のおかげで、細々ながら現在まで研究を続けられていると思います。そして今回、超低温 STM 装置を建設するにあたり、改めて低温技術の重要性、それを継承することの意義がわかりました。物性研では最先端測定を利用した多彩な研究が行われていると思います。これらを超低温技術とうまく融合・発展させていけば、超低温 STM 装置に限らず世界の誰もがやっていない独創的新分野の開拓に繋がるのではないかと思います。物性研究所には、ぜひとも新分野開拓の発信地になって欲しいと願っています。



図 2: 希釈冷凍機に設置された STM 装置。チューブスキャナは横方向に移動する。

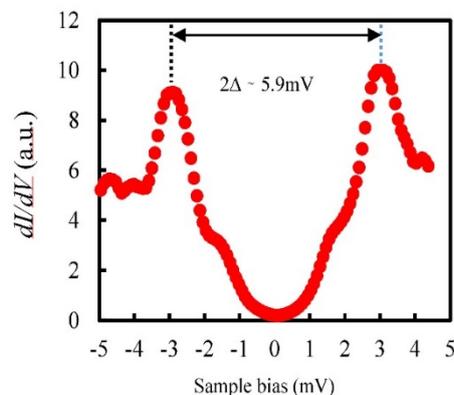


図 3: T~1 K における NbSe<sub>2</sub> 超伝導ギャップのトンネル分光結果。