

MERIT 海外長期派遣報告書

物理工学専攻 博士課程 2年 濱本敬大

派遣期間:2017/9/28~2017/12/21

概要

スイス、チューリヒ州にあるスイス連邦工科大学チューリヒ校(ETH Zurich)の Prof. Manfred Sigrist のもとに滞在し、研究活動を行った。

経緯

Sigrist 教授は空間反転対称性の破れた超伝導、及び時間反転対称性の破れたいわゆるカイラル超伝導の研究の第一人者で、日本滞在歴があるためか日本人研究者とのつながりも深い。これまで行ってきた非線形電気伝導、方向依存電気伝導の研究を超伝導体へと拡張したかった私は、指導教員の永長先生の勧めにより彼のもとへ滞在することにした。

研究

滞在中はメンバーとの相互の研究紹介ののち、Sigrist 教授とともに超伝導臨界電流の方向二色性に関する研究を行った。これは、一方向には超伝導流が流れ、逆方向には常伝導流が流れる理想的なダイオードとも捉えられる。対象とする系は、彼が得意とするカイラル p 波超伝導体の Sr_2RuO_4 とした。この物質中では超伝導を担うクーパー対が c 軸方向に軌道角運動量を持つため時間反転対称性が自発的に破れている。このように方向性を持つ時間反転対称性の破れ(磁化など)は、その方向に磁場を印加することで方向依存電気伝導をもたらすことが期待される。そこで我々は c 軸方向に磁場を印加したジョセフソン接合系の臨界電流の方向、磁場依存性を計算した。従来型超伝導体においてこの問題は古くから微視的、現象論的によく理解されているが、 Sr_2RuO_4 において現象論のレベルでは特有の項が加わることを彼に教えていただいた。簡単な計算ののち、臨界電流の方向二色性を得るためには c 軸方向の磁場に加えて構造的に鏡映対称性の破れを導入する必要があることを明らかになった。また、この計算の中で Sr_2RuO_4 に特有の付加項がトポロジカルなエッジ電流に由来するものではないかとの直感を得た我々はジョセフソン電流の微視的な計算に取り掛かった。残念ながら計算の途中で帰国することとなったが今後も計算を続けながら連絡を取り合うこととなった。

生活

チューリヒはスイス中央部に位置し、チューリヒ湖や丘陵に囲まれた歴史ある都市であ

り、ベルンやローザンヌなどの大都市、アルプスなどの観光地へのアクセスも良好である。滞在が3か月以内であればビザも不要で気軽に訪れることができる。滞在中に際しての懸念事項としては気候と物価の問題があるだろう。前者に関しては東京と比べて5°C程度気温が低い、特段の準備は必要としない。雪は降るが東京ほど風も強くなく、さほど寒い印象は受けなかった。物価に関しては注意の必要があると思う。スイスの物価はヨーロッパの中でもかなり高い部類で、家賃や食費などが滞在中の大きな負担となった。幸いにして滞在中の家賃に関しては先方から支援をいただくことができた。

大学では **Institute for Theoretical Physics** の大きな建物（図の最上階角部屋）に滞在した。ここには凝縮系物理のほかにも数理物理、弦理論、素粒子論、情報理論など多くの部門があり、学生やスタッフは分野の壁を越えて3-4人ずつ鏡張りのオフィスに分けられている。廊



<http://www.nanosim.ethz.ch/about/findus.html>

下のいたるところにホワイトボードとソファが設置されており、絶え間なく議論が行われていた。共用のコヒーマシンの冷蔵庫、レンジなどがあるキッチンスペースも交流や議論の場所となっていた。またこの機関では1日に2-5回程度、外部の研究者を呼んでのセミナーが開かれている。話題は素粒子物理からエネルギー問題まで、あるいは研究者のキャリア形成に関するものや科学雑誌のエディターによる講演まで多岐にわたる。大きなセミナー後には立食パーティがあり、軽食とともにワインやビールがふるまわれ、知人の知人へと交流を広げていく様子を体感した。滞在中はクリスマス前であったこともあり、公式非公式にかかわらず多くのパーティが催されていた。

また象徴的であったのはグループのメンバーの国際性である。スイス人だけでなくスペイン、イタリア、スロベニア、ルーマニア、アルメニアなどヨーロッパ各地から、更には中国やアメリカ、ブラジルなど世界各地から優秀な若手が集まっていた。食事の際にはスペインのカタルーニャ問題や中国の人口政策、旧ソ連諸国の歴史などに議論が及び、国際問題どころか日本の政治や文化すら語れない自分を恥じた。日本の大学には（留学生が増えてはいるもののほとんど）日本人しかいない、という状況の特異性には危機感を覚えるべきかもしれない。

謝辞

この海外派遣のきっかけとなり、支援をしてくださった **MERIT** プログラム及び **MERIT** 事務局の皆様には感謝申し上げます。急な受け入れを快諾してくださっただけでなく多くのことを教えてくださった **Manfred Sigrist** 先生、渡航に際しての事務手続きに尽力してくださった秘書の **Denise Pin** さん、**Beatrix Huber** さん、公私にわたり多くのサポートをしてくれたグループのメンバー全員に感謝申し上げます。