

## MERIT 長期海外派遣レポート

理学系研究科物理学専攻  
小形研究室 博士課程2年  
徳宿 邦夫

2018年1月～4月の3ヶ月間、スイスのローザンヌという街にあるスイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)に滞在し、共同研究を行った。ローザンヌは、ジュネーブから電車で一時間ほどの、レマン湖沿いにあるスイスの古都だ。街全体として坂になっており、晴れていれば高台からアルプスの山々とレマン湖が見渡せる。



写真1:街のシンボルのローザンヌ大聖堂

せっかくなので日本での研究テーマと違う事をやろうと思い、指導教官の小形正男先生に連絡を取ってもらい、量子スピン系の専門家である **Frédéric Mila** 教授の研究室に滞在した。**Mila** 教授の下、インド人ポスドクの **Bimla Danu** さんと共に、下記の研究を行った。

滞在した **Mila** 研はポスドクや学生の仲が非常に良く、毎週水曜日はボルダリング、週末は雪山やコンサート等に遊びに行くなどして交流を深めた。イースター休暇には、研究室のメンバーと山間部のコテージで4日間過ごし、スキーやチーズフォンデュといったスイスらしさを堪能した。



写真2:週末に研究室のメンバーで雪山ハイキングへ。



写真3:イースター休暇に泊まったコテージからの景色。非常にスイス的な場所だった。

## 研究課題名：フラストレートスピン系におけるサイト数に依存した異常な準位交差

### 【背景・研究目的】

近年の実験の発展により、これまで直接観測する事が出来なかった量子相転移現象が観測できるようになった。 $\text{Cu}_2\text{N}/\text{Cu}(100)$ 基盤上に置かれた Co 原子におけるがその一例である。この系では Co 原子が異方性により、実質的にはスピン  $1/2$  となり強い量子性を持つ。またバルク中のスピンと違い、表面にある事から走査型トンネル顕微鏡等を用いる事により、その磁気状態を直接測定する事が可能である。実際に、この系では準位交差を正確に測定する事が可能であることが知られている[1]。

以上の背景を踏まえ、上記の物質において実験可能な非自明な量子現象を見つけ、実験に提案する事が本研究の目的である。

### 【結果】

私達は特定の Co 原子の配置において、フラストレーションのある  $J_1$ - $J_2$  XXZ 模型が実現する事に気付いた。このフラストレーションにより、非自明な量子現象が生じる事が期待されるため、厳密対角化法などを用いて特に重点的に研究をすすめた。

結果として、サイト数に依存して、準位交差の振舞いが定性的に変わる異常な振る舞いが存在することを明らかにした。具体的には「**サイト数が奇数の時、先行研究[1]と同様、準位交差が生じるのに対し、サイト数が偶数の時はこういった準位交差が起こらない。**」以上の結果を、対称性の議論から説明し、具体的な実験のセットアップを与えた。

成果は論文として出版予定である。

### 【参考文献】

[1]R. Toskovic, et al., Nat. Phys. **12**, 656 (2016).

## 謝辞

MERIT、指導教官の小形正男教授、Mila 研のメンバーに深く感謝いたします。

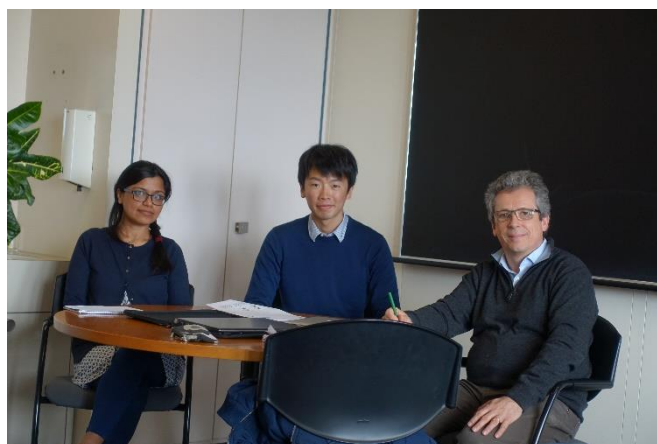


写真 4:最終日に Mila 教授の居室で撮った写真。

左から Bimla さん、筆者、Mila 教授。