

# 客員所員を経験して

東京工業大学 理学院 物理学系 田中 秀数

2020 年度に中性子科学研究施設の益田隆嗣所員を受け入れ教員として、1 年間客員所員を務めました。益田研究室とはこれまで基底一重項磁性体 CsFeCl<sub>3</sub> の圧力誘起秩序相での位相モード (Nambu-Goldstone モード) と振幅モード (Higgs モード) のハイブリッドモードの観測など、圧力誘起量子相転移とそれに伴う新奇な磁気励起の共同研究を行ってきました。その縁で益田所員より客員所員のお話を頂きました。2020 年度は本務先の東工大で物理学系長 (東大での専攻長に該当) が決まっております、忙しい一年になることが予想されましたので、お引き受けすべきか否かを考えましたが、定年まで残された期間が少なかったため、このような時こそ時間を見つけて集中的に研究に取り組もうと思ひ、お引き受けすることに致しました。ここ 5 年間ほどスピン 1/2 の三角格子反強磁性体などのフラストレーションの強い量子スピン系の磁気励起を中性子散乱で調べ、スピノン励起の存在を強く示唆する結果が得られていましたので、この研究を更に深めることを研究テーマと致しました。

せっかく 1 年間物性研で客員所員を務めるので、この間に新物質を開拓し、その物質の磁気励起を測定したいと考え、緊急事態宣言下の 2020 年 4 月から半年間、ハロゲン化合物のフラストレート量子スピン系の物質開拓を行いました。この年はコロナ禍のために本務先で物理学系長として対応しなければならないことが多く、緊急事態宣言下でも殆ど毎日出勤しておりました。また、授業がオンラインとなり、その準備にかなり時間が取れましたが、物質作成は四六時中実験室に詰めなければならないことはありませんので、空き時間を有効活用して新物質開拓に勤めました。ある結晶構造を参考に元素を変え、合成法を変えて色々と試しましたが、残念ながら求めるフラストレート量子スピン系の新物質はできませんでした。それで益田所員とも相談をし、基底状態がシングレットのスピンダイマー系 KCuCl<sub>3</sub> の圧力誘起量子相転移を中性子散乱で研究することに致しました。KCuCl<sub>3</sub> は固体で最初に Higgs モードが確認された TICuCl<sub>3</sub> の姉妹物質で、量子相転移の臨界圧力は 0.82 GPa です。2021 年 2 月に 1 週間のビームタイムを頂き、中性子散乱実験を行いました。結晶を *b* 軸が中

心軸になるように直径 4 mm、長さ 10 mm の円柱状に成形し、上床所員の考案した圧力セルに入れて加圧し、J-PARC 物質・生命科学実験施設に設置された高分解能チョッパー分光器 HRC を用いて実験を行いました。このとき、益田所員の他、助教の浅井晋一郎さんと博士課程の菊地帆高さんには実験のセットアップで大変お世話になりました。菊地さんが実に手際よく加圧装置を扱い、丁度臨界圧力になるように加圧してくれたのには感心しました。このときの実験では臨界圧力の他に比較のために常圧での励起スペクトルを測定しました。圧力セルに入れるために試料サイズを小さくしなければなりませんでしたが、明瞭な励起スペクトルが観測され、安堵致しました。次のステップは圧力を臨界圧力以上にして Higgs モードを含む磁気励起の分散関係の全容を観測することです。この実験は本原稿の締め切り 6 月 11 日の翌週に予定されています。

客員所員在任中には国際超強磁場科学研究施設の金道研究室と共同で、スピン 1/2 の三角格子反強磁性体 Ba<sub>3</sub>CoSb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> の磁場中量子相転移を磁化測定で詳しく調べる実験にも取り組みました。この実験は主にリモートで行いました。こちらで試料ホルダーに試料を詰め、金道研の技術専門職員の松尾晶さんに送って測定してもらいました。この実験は磁場の方向を三角格子面から変化させ、量子相転移の磁場角度相図を求めることを目的に行いました。様々な角度を持った石英試料ステージを松尾さんに用意してもらい、その上に単結晶 1 個を載せて測定しました。単結晶が 1 個の場合には複数個の場合に比べて結晶方位のバラツキがなくなるために、相転移での磁化の異常が鋭くなります。また強磁場の測定技術は日進月歩で、小さな試料でも十分な感度で磁化を測定することができました。この為、以前の測定では検出できなかった新たな量子相転移を幾つか捉えることができました。

客員所員在任中の 1 年間はコロナ禍のために、物性研に出向くことは殆どありませんでしたが、益田研究室や金道研究室の皆さんのご好意とご協力で気持ちよく楽しく研究を行うことができました。改めてお礼を申し上げます。

