

## 佐藤卓研究室



教授 佐藤 卓  
Prof. Taku J Sato

我々のグループでは量子スピンの多体相関による新奇な量子相の探索とその解明を目指しています。この目的を達成するため、スピンの動的性質を直接観測することのできる**中性子散乱**を主たる実験手法としています。

**Neutron scattering** is one of the most powerful tools to elucidate dynamical nature of quantum spin systems. Utilizing this advantage, we are exploring intriguing quantum phenomena in various quantum magnets.

近年量子系の性質を連続変形に対する不変性分類（トポロジー）を用いて理解する方法が盛んに研究されています。電子系におけるトポロジカル絶縁体はその代表的な例です。我々は近年磁性体における素励起（準粒子）に対してトポロジカルな性質を探索しています。その過程で量子反強磁性ダイマー物質  $\text{Bi}_2\text{CuSi}_2\text{O}_6\text{Cl}_{12}$  においてトポロジカルな磁気準粒子励起（**トポロジカルトリプロン**）を発見しました(Fig. 1)。中性子非弾性散乱で測定された磁気励起スペクトルを詳細に解析することにより、この物質のモデルハミルトニアンがトポロジカルな1次元電子系を記述する Su-Schrieffer-Heeger モデルとほぼ等価であることが分かり、磁気準粒子励起の新しい性質を見出すことができました。

Topological nature of quantum systems is widely and intensively studied recently, exemplified by the topological insulators in electron systems. Recently, we searched for such topological phenomena in magnetic excitations and found the **topological triplon** excitations in quantum dimer antiferromagnet  $\text{Bi}_2\text{CuSi}_2\text{O}_6\text{Cl}_{12}$ . Using neutron inelastic scattering, we confirmed that the model Hamiltonian describing this material is almost identical to the Su-Schrieffer-Heeger model, which is for 1D topological insulator. This way, we found a very intriguing topological magnetic excitations in quantum magnet.

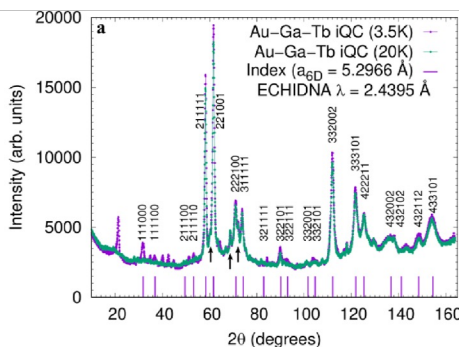


Fig. 2: Neutron diffraction pattern in the Au-Ga-Tb magnetic quasicrystal. At  $T = 3.5\text{K}$ , many reflections that can be indexed by the integer 6D indices additionally appear, confirming ferromagnetic long-range order. R. Tamura et al., JACS 143, 19938 (2021)

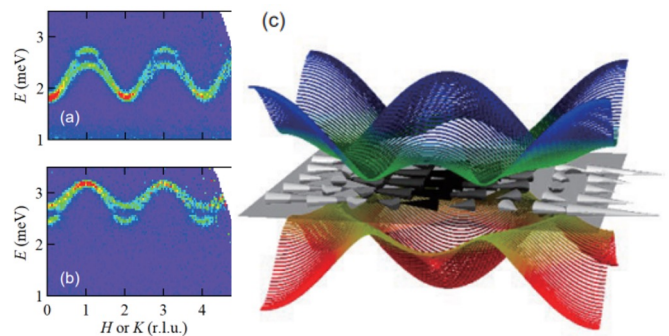


Fig. 1: (a, b) Neutron inelastic scattering spectrum of topological triplon bands in  $\text{Bi}_2\text{CuSi}_2\text{O}_6\text{Cl}_{12}$ . (c) Calculated triplon bands and fictitious field directions (arrows). After K. Nawa et al., Nature Commun. 10, 2096 (2019).

我々のグループからの最近の話題には**準結晶磁性体における初めての長距離磁気秩序**の発見もあります。準結晶とはブラッグ散乱に特徴づけられる高い空間的長距離相関を有するにもかかわらず、並進対称性とは相容れない回転対称性を有する物質群です。現在このような構造は高次元周期構造の3次元空間射影として理解されています。この準結晶構造中にスピンの配置された場合、それは通常の結晶と同様の磁気秩序を示すのでしょうか？この点は1982年の準結晶発見以来長く論争が続いてきました。我々は最近Au系準結晶においてはじめて強磁性的な長距離磁気秩序を確認し、この論争に終止符を打ちました。これはただ論争を終わらせるだけでなく、準周期構造中の磁気秩序という非常に興味深い問題を提起したため、現在精力的に研究が進められています。

Another recent topic from our research activities is the **observation of long-range magnetic order in quasicrystal**. Quasicrystal is a solid with long-range positional order (evidenced by Bragg reflection), nonetheless with rotational symmetry that is incompatible with translational invariance. Presently, such an intriguing spatial order (quasiperiodicity) is understood as a projection of higher-order periodic structure to our 3D space. Assuming that we have spins on such quasiperiodic lattice, can we have magnetic order? This is the controversial question since the discovery of quasicrystal in 1982. Just recently, we discovered clear evidence of ferromagnetic long-range order in Au-based magnetic quasicrystal, finalizing the controversy. In addition, this finding opens a new topic, a magnetic order in quasiperiodic systems. Active research is on going.

— 研究室見学はいつでも歓迎です —  
E-mail: taku@issp.u-tokyo.ac.jp  
Tel: 04-7136-3416  
場所: 物性研 A棟 A529

詳しくは研究室HPをご覧ください。  
<https://sato.issp.u-tokyo.ac.jp/>  
佐藤は東大（本務）・東北大のクロスアポイントメント  
教員です。

