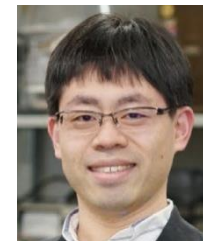


テーマ

エラーに強い量子コンピューター

適用分野

物性理論、量子計算



研究名称

マヨラナ粒子のブレイディングを利用した量子コンピューティングの理論

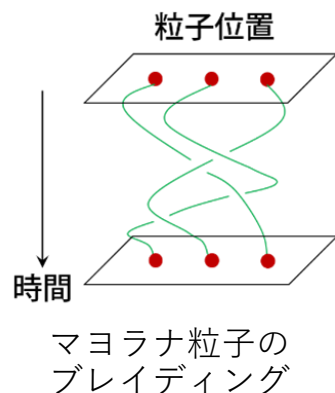
氏名所属

高吉 慎太郎 准教授  
理工学部物理学科

内容

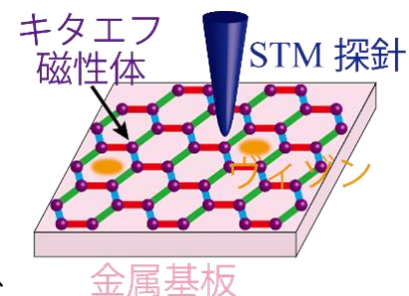
### ●特徴

現代社会において必要不可欠な存在であるコンピュータでは、すべての情報が0または1の数字（古典ビット）の並びとして処理されています。一方量子力学においては、物理量の値が確率的にしか定まらない「重ね合わせ状態」（量子ビット）が可能であり、これを利用して高速の演算が可能な量子コンピューターを作成する試みがなされています。実現に向けた課題の一つはノイズによるエラーをいかに抑えるかですが、局所変形で変化しないような図形の大域的性質であるトポロジーを利用するというアイデアがあります。我々は量子スピン液体と呼ばれる磁性体物質に現れるマヨラナ粒子を利用して、右図のように粒子の経路を組みひものように絡ませることで、ノイズに強いトポロジカル計算を行う方法について研究しています。



### ●研究内容

$\alpha$ -RuCl<sub>3</sub>などの候補があるキタエフ磁性体と呼ばれる物質を対象として、そこに磁場を印加して現れるカイラル量子スピン液体状態において励起がマヨラナ粒子となることに注目しました。トポロジカル量子計算を実現するためには、マヨラナ粒子を捕捉・移動・検出する必要がありますが、そのためには走査型トンネル顕微鏡（STM）が適した実験手法になります。我々はSTM探針中の電子とキタエフ磁性体を構成するスピンとの交換相互作用によって、安定な束縛状態が形成され、マヨラナ粒子を捕捉できることを計算によって明らかにしました。さらに印加電圧を変化させながら、試料基板から探針へのトンネル電流を測定することにより、マヨラナ粒子検出が可能なこともわかりました。今後はSTMによってマヨラナ粒子をブレイディングし、量子演算を行う方法について、調べていく予定です。



キタエフ磁性体とSTMを用いたマヨラナ粒子操作

キーワード

量子スピン系、トポロジカル物性、量子コンピューター

連携方法

■ 講演   □ 研修   ■ 研究相談   □ 学術調査   ■ コメント   ■ 共同研究