

科学研究費助成事業（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	16H06346	研究期間	平成28(2016)年度 ～令和2(2020)年度
研究課題名	分子性強相関電子系における量子液体の探索と理解	研究代表者 (所属・職) (令和3年3月現在)	加藤 礼三 (理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員)

【令和元(2019)年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準	
	A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○	A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
	A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
	B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
	C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

本研究は、多様な自由度が拮抗する分子性強相関電子系において発現する固相のような長距離秩序も気相のような完全な一様性を持たない状態である特殊な「量子液体相」について、三つのタイプの量子液体の探索と理解を目指すものである。具体的には、1) 量子スピン液体、2) 多層ディラック電子系の分数量子ホール液体、3) 電場誘起モット転移近傍の非フェルミ液体のタイプであり、これまで幾つかの重要な進展があり、研究は順調である。

例えば、分子性量子スピン液体については、スピン以外の電荷や軌道の自由度も重要な役割を担っていることを明らかにした。また、モット転移（伝導電子を持つにもかかわらず、それらが互いに反発して身動きがとれなくなる転移）近傍の非フェルミ液体の研究では、電界効果トランジスタによる広範なキャリアドーピングを実現し量子臨界現象を見いだした。さらに、キャリア濃度を制御して極性によらずに超伝導を引き起こしており、高温超伝導を含めた非従来型超伝導の機構解明につながる物性物理学の新たな展開が期待できる。

【令和3(2021)年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、概ね期待どおりの成果があったが、一部十分ではなかった。
A-	量子スピン液体の研究では、電荷と格子揺らぎが観測され、隣接する反強磁性相において非自明なスピン状態が発見された。多層ディラック電子系の研究では、ディラック電子が質量ゼロの状態を保ったまま量子相転移を起こすことが示され、単一成分子性結晶におけるディラック電子系物質が開発された。モット転移近傍の非フェルミ液体の研究では、温度・バンド幅・バンドフィリング制御による3次元相図の全貌が明らかになり、電子と正孔の両ドーブで超伝導が発現することなどが示された。一方、分数量子ホール液体の実現とバレー分裂の電場制御は未達成であった。