

平成 26 年 1 月 10 日

理研科学者会議 研究人事部会長

岩崎 雅彦 殿

加藤礼三主任研究員 最終レビュー報告

外部委員 阿波賀 邦夫

名古屋大学教授

福山 秀敏

東京理科大学教授

内部委員 岩崎 雅彦

古関 明彦

田原 太平

侯 召民

山崎 泰規

下線：取りまとめ役

平成 25 年 12 月 24 日に行われた加藤礼三主任研究員の最終レビューについて以下のとおり報告する。

加藤主任研究員は、分子性結晶内の π 電子が分子構造や結晶構造におけるわずかな違いによって劇的かつ多様な物性変化を起こすことに着目し、新奇分子性結晶を創製し、その物性を多様な物理計測手法を駆使して解析し評価を行うという方向性を持って研究室運営に当たった。この方針のもとで研究員に自由闊達に研究に向かわせることで、 π 電子系分子性結晶の総合的な理解を押し進め、基礎学理の進展に重要な貢献を果たすと同時に、新機能物質を開拓してきた。

前回の中間評価(2007)から大きな展開があった 4 つの重点テーマについて発表が行われた。中でも、「量子スピン液体系」と「質量 0 の固体中ディラック (ワイル) 電子系」は極めて特異的物性を示す系であり、その創製と物性究明は顕著な研究成果である。さらに、Bilayer 系と名付けられた分子導体の開発では結晶内でアニオンラジカル錯体に 2 種類の異なった配向を実現させると層毎に異なる物性状態となることを示したこと、有機電界効果トランジスタでは薄片結晶を用いた強相関 π 電子系 FET を実現したことも同様に特筆すべき成果として挙げられる。

量子スピン液体という低温まで「磁氣的長距離秩序」が観測されないとされる特異な凝縮系がいくつか候補に挙がっているが、その中で東大鹿野田グループと加藤研究室がそれぞれ別個に発見した 2 種の分子性結晶がその実験結果の明確さにおいて「量子スピ

ン液体」の有力な候補として最も注目を集めている。しかし、その2種の系の比熱・磁化・NMR緩和時間・熱伝導率等の温度依存性を統一的に理解することが出来ないため「量子スピン液体状態とは何か」という最も基本的な問題についての共通理解が大きな課題となっている。本研究室で創製された β' -(Cation)[Pd(dmit)₂]₂系においては、カチオンを系統的に変化させることにより量子スピン液体状態が反強磁性長距離秩序状態および電荷秩序状態と相図上で接していることを明らかにした。このことは、量子スピン液体状態の解明に向けた今後の研究の中でもひととき重要である。

分子性導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃の圧力下での特異的物性の研究は、名大グループの理論的研究とうまく連携することで、この分子性導体が多層構造を持った結晶固体中のディラック(ワイル) π 電子系であることを明らかにし、極めて重要な貢献をした。ディラック電子系は炭素1層膜のグラフェンでは確認されているが、固体中でも発現するという事実が多く、物性研究者から驚きをもって迎えられた。

Bilayer系は、伝導性を持つ π 電子系有機分子と絶縁性のカチオンとの非共有結合的な分子間相互作用のバランスにより結晶内の分子配列/配向が形成され、同種分子からなっているにもかかわらず結晶配向によって結晶内で担う物性が異なることを示す系である。また、この系は d 電子を伴わず純粋に π 電子だけで伝導電子-局在スピンの構成されていることも新しい。

有機FETでも、基板上に薄片有機結晶を固着させレーザーで回路形成する技術的ブレークスルー(大量生産に向く方法ではないが)によって、モット絶縁体をベースとした電界効果トランジスタを初めて実現した。移動度100cm²/Vs, on-off比10⁷から、この系の界面の性質が大変優れていることが示唆される。さらに基板の熱膨張係数選択により電界効果による超伝導状態の出現も確認している。

本研究室の研究テーマは物性物理学・化学の境界領域に位置する。さらに、金属錯体と金属蛋白質とが高い共通性を持つことから、本テーマを生体内における分子機能の理解へ物性物理学からアプローチする糸口としてとらえることも可能であろう。その意味でも、本テーマは大変「理研的」であると言えよう。

研究室の運営指針は、主任の予算獲得、安全で快適な研究環境の整備、自由闊達な雰囲気の中での個人に責任を持たせた研究環境づくり、全員参加セミナーを柱としており、主任研究員とは相補的な研究能力をもつ若手研究者を積極的に登用し、分子性導体の化学と物理研究を網羅できる研究室が維持されてきた。これらは注目すべき事実である。また、加藤分子物性研究室で研鑽を積んだ若手が、多方面に巣立っていった点も高く評価される。実行力、および組織力は他の追従を許さないものであり、加藤主任研究員の卓越したリーダーシップは極めて高く評価される。

以上