

# 論文審査の結果の要旨

氏名 吉田 匡 佑

本論文は、ピコ秒時間分解ラマン分光法を用いた、イオン液体中の局所構造に関する研究について記述されており、全5章から構成される。

第1章では導入として、本研究の目的が、イオン液体の局所構造の理解にあり、それをマイクロおよびマクロな熱的性質の比較から議論すること述べられている。溶液中でのマクロな熱の移動の速さを示す熱拡散率は、過渡回折格子法と呼ばれる手法で測定され、マイクロな熱拡散は S1 トランススチルベンを「ピコ秒ラマン温度計」として用いて動冷却過程を測定することで観測することが可能であることが述べられている。とくに、ピコ秒時間分解ラマン分光法を用いてイオン液体中のマイクロな熱拡散過程を観測することが、局所構造に関する理解を深める上で重要であることが述べられている。

第2章では、実験条件がまとめられており、主にピコ秒ラマン分光装置改良の詳細とその性能について述べられている。2台の光パラメトリック増幅器を用いることで、ラマンプローブ光とポンプ光の波長をそれぞれ自由に定めることが可能な装置である。また、自作した波長可変4-fバンドパスフィルターにより、プローブ光のスペクトルを狭帯域化し、より高い分解能でのピコ秒時間分解ラマンスペクトルの取得を可能にしたことが、例を挙げて示されている。

第3章では、ピコ秒時間分解ラマン分光法を用いて、イオン液体中の S1 トランススチルベンの振動冷却速度を測定し、過渡回折格子法で測定された熱拡散率と比較した結果が議論されている。イオン液体の場合、熱拡散率に比べて振動冷却速度が大きく、また、2つの量に相関がないことがわかった。この結果は、局所構造が存在するイオン液体中では、局所構造の境界を越える遅い熱の移動により、マクロなスケールで起こる熱拡散過程が遅くなるためであると解釈されている。

第4章では、イオン液体中で光励起余剰エネルギーの有無による S1 トランススチルベンの振動冷却過程の違いを観測し、その結果を、熱拡散方程式の解と比較することにより、局所構造の大きさを見積もる試みが述べられている。S1 トランススチルベンから発生する熱が、境界に達する前にほとんど拡散してしまう程局所構造は十分に大きく、その大きさは 10 nm 以上であると結論されている。

第5章は以上の研究成果のまとめである。

本研究により、イオン液体中では、局所構造の存在により、マイクロな熱拡散とマクロな熱拡散が直接相関しないことが示された。イオン液体は、透明で局所構造が光学顕微鏡などでは検出不可能であることと、第4章の結果をあわせて、局所構造の大きさが 10 から

100 nm のオーダーの範囲であることを結論された。ピコ秒時間分解ラマン分光法を用いることで、溶液中のミクロな熱的性質と、マクロな熱的性質を区別して議論することが可能になったことは、溶液中の不均一な系を調べる新しい手法が開発されたことを意味する。このような新しい手法とその有用性を提示した本論文の内容は高く評価できる。

本論文第 3 章の一部は、**Chemistry Letters** 誌に投稿済み（岩田耕一、高田雄太、濱口宏夫との共著）である。第 3- 4 章の主要部分は、**Journal of Chemical Physics** 誌に受理済み、公表予定（岩田耕一、西山嘉男、木村佳文、濱口宏夫との共著）である。これらの報文では、論文提出者が主体となって実験および解析を行っており、その寄与が十分であるので、学位論文の一部とすることに何ら問題はないと判断する。

以上の理由から、論文提出者吉田匡佑に博士（理学）の学位を授与することが適当であると認める。