

実験報告書様式(一般利用課題・成果公開利用)

(※本報告書は英語で記述してください。ただし、産業利用課題として採択されている方は日本語で記述していただいても結構です。)

 <b>Experimental Report</b> 	承認日 Date of Approval 2017/5/30 承認者 Approver Kaoru Shibata 提出日 Date of Report 2017/5/30
課題番号 Project No. 2017A0081 実験課題名 Title of experiment ナノ流体中の粒子近傍における溶媒分子拘束状態の解析 実験責任者名 Name of principal investigator 橋本俊輔 所属 Affiliation (株)豊田中央研究所 環境・エネルギー2部 熱制御研究室	装置責任者 Name of Instrument scientist 柴田 薫 装置名 Name of Instrument/(BL No.) ダイナミクス解析装置(DNA, BL02) 実施日 Date of Experiment 2017/05/08~13

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)  
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 測定対象は、純溶媒(50 wt%エチレングリコール(EG)水溶液)、および EG 水溶液中に粒子径の異なるシリカ粒子を分散させたナノ流体(粒子径: 100 nm, 300 nm, 500 nm, 1000 nm)</li> <li>○ ナノ流体の濃度は、7.0 wt% (3.5 vol%)</li> </ul>
---

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。) Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons. <b>【実験方法】</b> ① 予め調製しておいたシリカナノ流体を、測定用のアルミセルに封入し、5 分間真空に引くことで、漏れがないかを確認した。 ② アルミセルを装置専用のホルダーに取り付けた後(図 1(a))、装置にセットした(図 1(b))。 ③ 測定プログラムを設定し、測定を開始した。 ④ 測定完了後、アルミセルを取り出し、測定結果を確認した。 ⑤ ①~④を繰り返し、種々の試料、条件で測定を行った。  <b>【実験条件】</b> 温度: 298, 287, 276 K, ビーム出力: 約 150 kW, 照射時間: 3~4 時間 E 領域(分解能): 3.5 $\mu$ eV, 測定エネルギー範囲: $-40 < E[\mu\text{eV}] < +100$
---

## 2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

### 【実験結果】

主な実験データとして、300 nm のシリカ粒子を分散させたナノ流体に対する中性子準弾性散乱測定結果を図 2 に示す。図 2(a)はエネルギーおよび逆格子ベクトル平面にプロットした動的構造因子： $S(Q, \omega)$ であり、図 2(b)は任意の  $Q$  値における準弾性散乱スペクトルである。図 2(b)中の○印が実測値を示す。水素原子の時刻 0 における位置と  $t$  秒後の位置の相関を表した関数が、時間とともに指数関数的に減衰すると仮定し( $\exp(-t/\tau)$ ,  $\tau$ :緩和時間)、それをフーリエ変換するとローレンツ関数となる。式(1)に示すように、本系の溶媒分子運動が、それぞれ遅い成分(並進運動)、速い成分(回転運動)、および弾性散乱成分(delta 関数)の3つの関数からなると仮定し、実測値をフィッティングした結果(赤線)を図 2(b)中に併せてプロットしている。

$$S(Q, \omega) = \{A_{\text{delta}}\delta(\omega) + A_{\text{fast}}L(\Gamma_{\text{fast}}, \omega) + A_{\text{slow}}L(\Gamma_{\text{slow}}, \omega)\} \otimes R(Q, \omega) \quad (1)$$

フィッティング結果より、実測値はそのほとんどが遅い成分(溶媒の並進運動)によるものと考えられる。ローレンツ関数の半値半幅が  $1/\tau$  になることから、単純拡散モデルに従い、 $Q^2$  に対する遅い運動成分由来のピークの半値半幅をプロットした(図 3)。図 3 の傾きは、既述の並進運動の自己拡散係数と同等である。図より、ナノ流体では、純溶媒と比較して自己拡散係数が小さく、運動が緩慢化している傾向が示唆された。すなわち、ナノ流体中では、溶媒が秩序化して運動が制限され、分子振動によるフォノンの伝導が強化され、熱伝導率が上昇している可能性がある。



図 1 (a)アルミセルとホルダー, (b)装置設置時

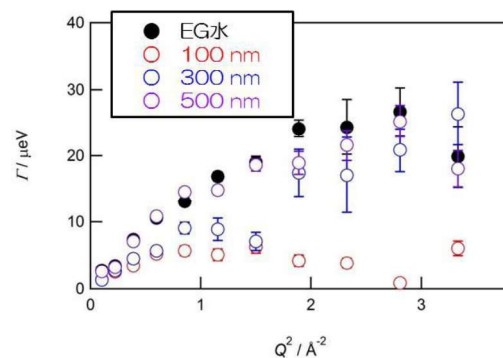


図 3 並進運動ピークの半値半幅と  $Q^2$  の関係(276 K)

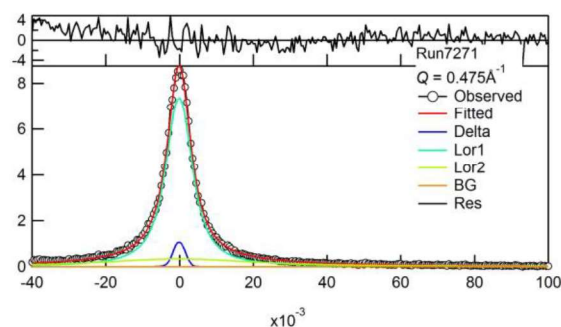
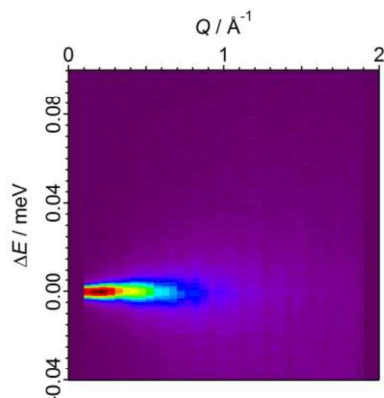


図 2 276 K における 300 nm ナノ流体の(a)動的構造因子： $S(Q, \omega)$ , (b)準弾性散乱スペクトル( $Q = 0.475 \text{ \AA}^{-1}$ )