

α, ω -アルキルジカルボン酸単結晶の熱輸送特性

Thermal transport properties of α, ω -alkyl dicarboxylic acids

東京工業大学¹, 産業技術総合研究所² ○田能 広都¹, 竹原 陵介¹, 唐澤 直之², 中村 恒夫²,
劉 芽久哉², 福井 智也¹, 竹ノ内 久美子¹, 森川 淳子¹, 福島 孝典¹

Tokyo Tech¹, AIST² ○Taketo Tano¹, Ryosuke Takehara¹, Naoyuki Karasawa², Hisao Nakamura²,
Ryu Meguya², Tomoya Fukui¹, Kumiko Takenouchi¹, Junko Morikawa¹, Takanori Fukushima¹

E-mail: tano.t.aa@m.titech.ac.jp

無限に連結された原子から成る無機物質とは異なり、有機物質では離散的に存在した分子が分子間相互作用により結ばれている。したがって、有機物質においては、原子・分子の振動である熱エネルギーが伝わるために分子間相互作用の強さが重要になるはずである。これまで我々は、分子間相互作用と熱輸送の相関に関するいくつかの知見を得ており、その知見に基づけば、強く方向性をもった分子間力である水素結合は、有機物質における熱伝導を促進する効果があるのではないかと予想した。熱輸送に対する水素結合の効果が確認できれば、水素結合を用いて合目的的に材料を設計することで、高熱伝導有機材料の開発へと展開が可能となる。本研究では、アルキル鎖が両末端のカルボキシル基により水素結合で繋がったアルキルジカルボン酸の系に着目した。対象としたのは、単結晶が同形の結晶構造 (isomorphous) を持つことが報告されている、adipic acid ($C_6H_{10}O_4$), sebacic acid ($C_{10}H_{18}O_4$), dodecanedioic acid ($C_{12}H_{22}O_4$) およびアルキル鎖中心に二重結合を有する 5-decenedioic acid ($C_{10}H_{16}O_4$) であり、これらはアルキル鎖が水素結合を介して直線的に配列した構造を持つ (Fig. 1)。本研究では、これらアルキルジカルボン酸の単結晶に関して水素結合が主に働く方向の熱拡散率を測定し、水素結合の熱輸送に対する影響を調べた。またこれらは共有結合 (=アルキル) 部位と水素結合の数の割合が異なることから、水素結合と共有結合の熱輸送に与える相対的な効果についても検討した。

4 種類のアルキルジカルボン酸単結晶 (Fig. 1) を作製し、温度波熱分析法により μm オーダーの各単結晶の熱拡散率を測定した。Sebacic acid および dodecanedioic acid の熱拡散率は一般的な有機物質よりも一桁近く高く、これは水素結合を介して熱が効率的に伝わることを示している (Fig. 2)。また sebacic acid の熱拡散率は dodecanedioic acid に比べてわずかに高い値を示した。単位長さ当たりの水素結合数は sebacic acid の方が多いことを考慮すると、熱輸送に関して水素結合は、共有結合に比べて遜色がないか、むしろ有利に働く可能性すら示唆される。本発表では、アルキルジカルボン酸単結晶の熱拡散率測定の結果を基に、水素結合と熱輸送の関係について詳細に議論する。

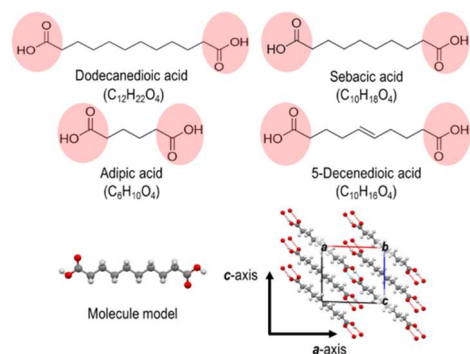


Fig. 1. Schematic illustration of adipic acid, sebacic acid, dodecanedioic acid, and 5-decenedioic acid, along with the crystal structure of sebacic acid.

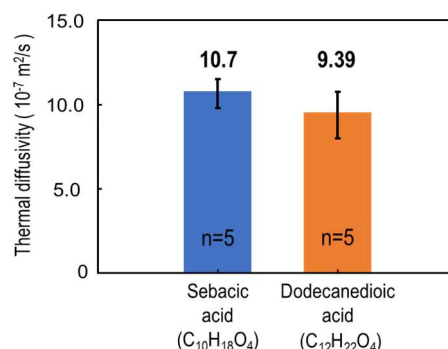


Fig. 2. Thermal diffusivity of sebacic and dodecanedioic acids along the c-axis.