

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高感度DSCの製作とそれを用いた反強誘電性液晶相転移の研究
Title(English)	
著者(和文)	相原賢治
Author(English)	Kenji Aihara
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9379号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:江間 健司,田中 秀数,奥田 雄一,井澤 公一,古賀 昌久
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9379号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		相原 賢治	
		氏名	職名		氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	江間 健司	准教授	審査員	井澤 公一	准教授	
	審査員	奥田 雄一	教授				
		田中 秀数	教授				
		古賀 昌久	准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「高感度 DSC の製作とそれを用いた反強誘電性液晶相転移の研究」と題し、5 章より構成されている。

第 1 章「序論」では、液晶とその相転移について述べ、特に強誘電性、反強誘電性の発現とそれに伴う現象について紹介している。反強誘電性液晶においては多彩な相転移挙動が見られ、物性物理学の基礎的な研究対象として奥深い可能性をもつ事を指摘している。そのような研究対象についての実験の側からのアプローチにおいて、熱測定が果たす重要な役割が期待される一方で、液晶相転移におけるいくつかの特徴、すなわち、多くの場合に一次転移である事、熱異常が全般的に僅かである事などのため、既存の熱測定手法・装置では不十分であり、それが高感度 DSC 装置の製作の動機付けとなったと述べている。

第 2 章「主な熱測定法とその原理」では、液晶の研究に用いられてきた主な熱測定法について、それぞれの特徴、長所、短所について述べ、中でもこの研究で測定に用いた DSC および交流法について詳しく紹介している。

第 3 章「高感度 DSC の製作」では、DSC 装置の改良の詳細について述べている。学位申請者の属する研究グループでは早くから上述のような状況を認識し、継続的に DSC 装置の改良を行って来ており、その進展状況を段階的に述べている。とりわけ、申請者がグループの中心となって行なったその最新の部分について 3 章の後半で詳しく紹介している。具体的には、高い温度分解能とナノワットオーダーの感度を持つ DSC 装置を熱電温度センサーやセル構造を改良することによって製作し、高感度と低緩和時間を両立させることに成功した事、また、校正方法の改良によって、より高い確度を実現した事を述べている。さらに、その改良によって、一次転移における潜熱を正確に評価し、相転移の臨界的性質の定量的な解析を可能とする高い精度で測定することが可能となったと述べ、具体的な測定例のいくつかを簡潔に紹介している。

第 4 章「反強誘電性液晶の測定」では、製作した高感度 DSC を用い、さらに超低周波交流法を併用して、いくつかの反強誘電性液晶に対して行なった測定について述べている。測定の結果、全般に共通な点として、Sm-C α -Sm-C 相転移以外のカイラル副次相転移は、熱揺らぎの影響がほとんど見られない一次転移である事が見出されたが、この点是对称性に基づくランダウ的理論考察から理解できる事を述べている。一方で Sm-C α -Sm-C 相転移は試料によって性質が異なり、Sm-C α 相の温度幅が広い場合には一次転移、狭い場合には連続的な挙動を示す様子が観察された。このような相転移挙動の変化は、Sm-C α -Sm-C 相転移が、Sm-A 相への転移に伴う揺らぎが共存する中で起きているという事情によると考えることができる。MHPOBC について光学純度を系統的に変化させた測定からは、とりわけ興味深い情報として、Sm-C α -Sm-C 相転移に対してカイラリティが実効的な外場として働いている様子が観察された。この事を利用して、臨界点に十分近いと考えられる混合物を特定することができた。

一方で、際立った点の一つとして、高感度 DSC 装置の使用により、以前は困難であった臨界指数の定量的な評価が可能となった。臨界点と考えられる試料の測定結果について解析を行ない、その結果得られた比熱の臨界指数 α および臨界振幅比の値は、平均場理論によるものを含めて、現在知られているいずれのユニバーサリティクラスにおける予測とも一致しないものであった。層状構造をもつ液晶が発現する臨界挙動が新しいユニバーサリティクラスに属する事が理論的に予測されている。今回測定・解析を行なった上記の臨界点はそれに対応するものであると考えられ、熱測定以外の実験的研究や、臨界指数のより詳細な評価を初めとする理論的研究が強く望まれると述べている。

第5章「まとめ」では論文全体をまとめ、今後の展望についても言及している。

以上を要するに、本論文では、十分な性能を有する高感度 DSC を製作し、それを用いた反強誘電性液晶についての測定によって、従来の熱測定装置では得られなかった相転移挙動に関する貴重な知見を得ている。装置の高感度化が果たした役割は大きく、今後さらに、関連する他の液晶およびその他の系について用いて得られる成果への期待も大きい。よって本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値があると認められる。