

一般共同研究（課題番号：2019G-07）

課題名： テーブルトップ風洞実験における圧力計測を目的とした液晶-ナノ粒子ハイブリッド型光応答材料の開発

研究代表者：飯田琢也

所属機関名：大阪府立大学大学院理学系研究科/ LAC-SYS 研究所

所内担当者名：西嶋一欽

研究期間：平成 31 年 4 月 1 日 ～ 令和 3 年 3 月 31 日

研究場所：大阪府立大学・LAC-SYS 研究所，京都大学防災研究所

共同研究参加者数：9 名（所外 6 名，所内 3 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 2 名，博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験補助]

研究及び教育への波及効果について

本研究により，従来の風洞実験とは全く異なる方法で模型表面に作用する圧力を計測できることが具体的に示された。本研究成果が実用化されれば，これまででは圧力測定のための測定孔の配置や導圧チューブの取り回し等に付随した問題により，計測が困難であった模型（例えば，線状物体，回転物体等）に対しても圧力が測定できるようになる。また，模型表面に塗料を塗布するだけで圧力測定が可能になるので，風洞実験に要する手間とコストが大幅に削減される。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究ではテーブルトップ型風洞実験装置における風圧分布測定法の開拓を目的とし，圧力応答性の液晶と強い光散乱を示す金属ナノ粒子を用いたハイブリッド型の光応答材料とそれを用いた圧力センサの開発を目指す。本実験法の確立により，cm オーダーの小型風洞模型を用いた超高解像な未来型風圧測定実験が可能になることが本研究の目的達成による意義である。

(2) 研究経過の概要

上記目的達成のコアとなる圧力応答性を示す光応答材料を開発した。また，同材料を模型表面に塗布する方法について検討した。実用上の課題として，印加された圧力に応じた螺旋構造の変化を許容する，光応答材料の模型表面への容易な固定方法を考案する必要があることが示唆された。

(3) 研究成果の概要

圧力印加により色が変化する金属ナノ粒子ドーブ液晶センサを開発し，その光学応答特性の評価を LAC-SYS 研究所が所有する顕微分光システムを用いて実施した。特に，金属ナノ粒子集積構造の局在表面プラズモンの協力効果と，コレステリック液晶中の分子の螺旋構造が外力に敏感な光応答を示すことに注目し，これらの混合系としての光学応答の圧力依存性を調べた。具体的には，還元法で調製したコロイド状の金ナノ粒子を添加したコレステリック液晶を基材とするセンサを作製し，光学スペクトルの圧力応答特性の制御可能性を探ったところ，1 気圧程度の環境下で $10^2 \sim 10^3$ Pa の分解能で透過光および反射光の色が圧力に応じて変化することを見出し，金ナノ粒子の濃度によって色の変化の圧力依存性を調整できる可能性も示した。また，これまでに京大防災研で開発してきたテーブルトップ型風洞実験の模型への実装のための検討も共同で行い，圧力計測システムの設計に関連した知見を獲得した。

(4) 研究成果の公表

特許出願

〈出願番号〉特願 2020-025551，〈発明者〉飯田琢也，床波志保，西嶋一欽，〈発明の名称〉センサ，センサの製造方法，圧力また

は温度の測定システムおよび測定方法, <出願人>大阪府立大学, <出願日> 2020/2/18

学会等発表

1. 西嶋一欽, 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 飯田琢也(2020) テーブルトップ風洞実験における圧力計測:液晶-ナノ粒子複合材料の圧力下での光応答, 京都大学防災研究所研究発表講演会, C31.
2. 大間知誠也, 林 康太, 石倉諒汰, 田村 守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也(2020)圧力センサ開発に向けた金ナノ粒子添加液晶の光応答の圧力依存性解析, 第81回応用物理学会秋季学術講演会, 9p-Z17-13.
3. 大間知誠也, 林 康太, 石倉諒汰, 田村 守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也(2020)金ナノ粒子添加液晶の光学応答における圧力依存性, 第67回応用物理学会春季学術講演会, 14a-PB1-9.
4. 大間知誠也, 林 康太, 石倉諒汰, 田村 守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也(2020)金ナノ粒子添加液晶の協力的光応答の圧力依存性の解析, 第31回光物性研究会, IA-13.