

近畿大学大学院 学生員○山内 有紀

近畿大学理工学部 正 員 江藤 剛治

近畿大学理工学部 正 員 竹原 幸生

1. はじめに

水流の温度場を画像計測することを目的として、感温液晶マイクロカプセルスラリーの散乱光、水温に対する発色応答特性を調べた。本研究の最終的な目標は、この感温液晶をトレーサー粒子としてのマイクロカプセルに内包することで、流速場と温度場の同時計測が可能なトレーサー粒子を開発することである。従来の研究から、感温液晶を内包したカプセルの製作が行えることはわかっている。

白色光を感温液晶に照射すると、温度により散乱光の代表的な波長が変化する。レーザー光の場合は波長がそろっているため、感温液晶の散乱光の代表波長がレーザー光の波長に近づくと、散乱光強度に大きな変化が生じると考えられる。感温液晶に3色のレーザー光を照射し、それぞれの波長に対する画像をモニタリングしながら、その輝度比により温度場を高精度で推定できる可能性がある。

この実験では温度上昇時と下降時を一連の実験として行い、同一のビデオテープ上に撮影記録した。

2. 感温液晶マイクロカプセルスラリー

感温液晶(英国・Marck社製)は2つの温度域の異なるものを用いた。表-1に発色の目安を示す。この感温液晶はコレステリック液晶をゼラチンとアラビアゴムでマイクロカプセル化したものである。TCC1029をこれまでに使用してきたが、データのばらつきが生じる。そのため温度幅の狭いKMN3032を用いて、同様に実験を行った。

表-1 感温液晶マイクロカプセルスラリーの発色目安(Marck社)

	スタート	赤	緑	青緑	青	紫	クリアー
TCC1029(℃)	29.2	29.7	32.4	—	36.4	—	44.4
KMN3032(℃)	—	30.1	30.6	31.0	31.4	32.2	—

3. 実験および画像解析方法

図-1に実験装置を示す。本研究では、2つのレーザーを使用した。

- ①アルゴンイオンレーザー・・・波長488nm・514nmの出力が特に優れている。
- ②半導体レーザー・・・可視性が良く、レーザー光の変調ができる。635nmが標準波長である。

レーザー光を1つに合わせて感温液晶の入った水槽の同一点に照射するため、ハーフミラーを用いた。光三分割装置に、レーザー光の特徴に合わせた光学フィルター(488・514nm・Rフィルター)をCCDカメラの受光面に装着して撮影した。撮影された画像は画像処理装置(NEXUS)にかけ、A/D変換を行ったのち、デジタル処理した。

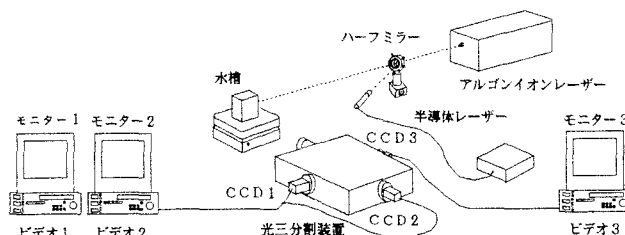


図-1 実験装置

Yuki YAMAUCHI, Takeharu ETOH, Kohsei TAKEHARA

4. 実験結果

図-2, 3はTCC1029を用いて実験を行った温度上昇・下降の結果である。図-4は同様にして実験を行った、KMN3032の温度上昇の結果である。図中に感温液晶の発色目安を合わせておく。

図-2, 3は同一の感温液晶の上昇・下降にもかかわらず散乱光強度がかなり異なり、図の変化も上昇と下降では異なる。488nm(青)と514nm(緑)は、温度変化時に一時的な落ちがあるという点では、上昇も下降も同様の様子を示している。図中の感温液晶の発色目安と各フィルターの図と対応してみると、488・514nmでは上昇と下降ともに3~4℃遅れて一時的な落ちの後にピークがかすかに見られる。Rフィルター(赤)については終止様な変化は見られなかった。

図-4はKMN3032の1℃毎の温度上昇の結果であるが、特徴として観察できる変化はみられなかった。目視により色彩変化を観察してみると、TCC1029に比べるとKMN3032の方が発色が弱いようである。

5. 考察

TCC1029については温度上昇と下降において一部同様の変化を示しているが、かなり異なる点がある。温度上昇の撮影時には加熱機能の付いた攪拌機を使用して加熱しながら攪拌している。しかしその温度を正確にコントロールすることが出来ないため、図にばらつきが生じるのかもしれない。温度下降は攪拌機の攪拌機能のみを用いて自然に冷めていく様子を撮影していることから、温度上昇に比べて温度下降の方が正確なデータになるのではないかと考えられる。Rフィルターのノイズの原因は、透過率50%以上の波長域(入射角0°)が $610 \pm 15 \text{ nm} < \lambda$ と透過する波長に幅があるためと、使用した半導体レーザーがアルゴンイオンレーザーよりレーザー光が弱いためではないかと考えられる。

KMN3032については特徴がつかめないためこの実験において使用は難しいようである。

この実験では3色のレーザーを用いて実験を行ったが、レーザー光を用いた効果はRフィルターについては見られなかった。ノイズが多いためこの実験についての改善点を下記に列記する。

- 1) 温度を上昇するときの熱の伝達を、コントロールできるように工夫をする。
- 2) 温度計測を現在1分毎にしているため30秒毎の計測を行い、より細かい温度計測を行う。

以上のことを改善し実験を続けることを考えている。

6. 今後の課題

TCC1029は改めて実験を繰り返し、散乱光強度の平均値を求める必要がある。実験方法についても毎回同じようにしているが、さらに精度を上げるための実験設備などをつくることを考えている。今回温度幅が狭い液晶を用いて実験を行ったが、他に発色する温度が低温度で発色するものと高温度で発色するものがあるので同様に実験を行うことを考えている。新しく感温液晶の代わりになるものを探し、また作ることが出来ないか研究する予定である。

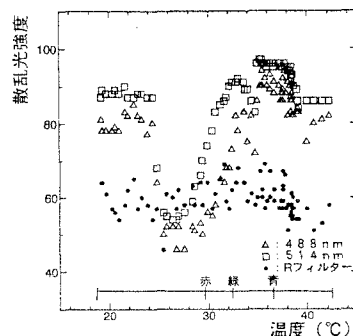


図-2 温度上昇と散乱光強度の関係(TCC1029)

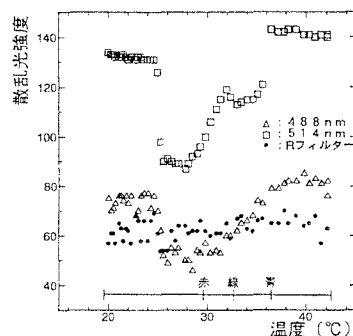


図-3 温度下降と散乱光強度の関係(TCC1029)

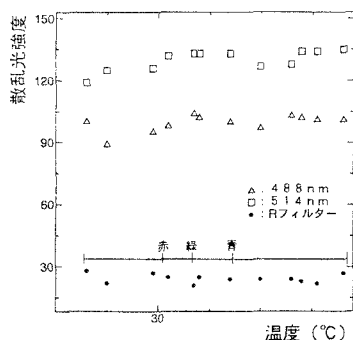


図-4 温度上昇と散乱光強度の関係(KMN3032)