

感温2色発光溶液を用いた液体温度計測

呉屋英樹¹, 宮寄武², 坂上博隆³

1: 電気通信大学院 情報理工学研究科 (JAXA 研修生)

2: 電気通信大学院 情報理工学研究科

3: JAXA 航空本部

熱流体工学の分野において現象の解明で温度とは重要な指標である。現象の例を挙げるとすれば対流現象や沸騰現象などがある(図1)。これらの現象は非定常かつ微小な領域での現象であり、従来法では温度計測が難しい。そこで、新たな温度計測方法として、航空宇宙分野において研究開発されている感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint: PSP)、感温塗料(Temperature-Sensitive Paint: TSP)を用いた光学的な面圧力・温度分布計測に着目した。本研究では、坂上らにより報告されている Motion Capture TSP 法の計測システムを液体に適応し、温度分布計測を行った。

図2のような2色発光色素を作成し、図3で示すような特性を持つ高速カラーカメラを用いた計測システム(図4)を開発した。レーザーシートを用いて励起することで、溶液の任意の場所を計測することができる。

実際に温度計測を行った結果が図5、6、7である。図5は溶液を入れたセルの底面を連続的に過熱した時の温度変化である。セルの底壁面から温度が上昇している様子がわかる。図6は図5中の 70s~80s間の 0.5sごとの画像である。底壁面で温められた液体が上昇する様子が見て取れる。図7は 74°Cに温めた溶液に 24°Cの溶液を滴下した場合の温度変化である。図の画像は 6.7ms ごとの画像である。上から滴下したため、レーザーシートは横から照射している。その結果計測範囲が狭くなってしまった。また、滴下した溶液をブレなく捉えるためにカメラの露光時間を短くした結果、取得した発光画像が暗くなってしまい、定量的とは言い難い計測結果となった。しかしながら滴下した溶液の形状変化、温度変化といった定性的な面は計測することができた。

今後は図7の実験を定量的かつ更に広い範囲で計測するために、励起光の改善や発光色素の改善などを行う。また、沸騰現象などの液相から気相への相変化が起こる場合の液体側の温度計測を行う。

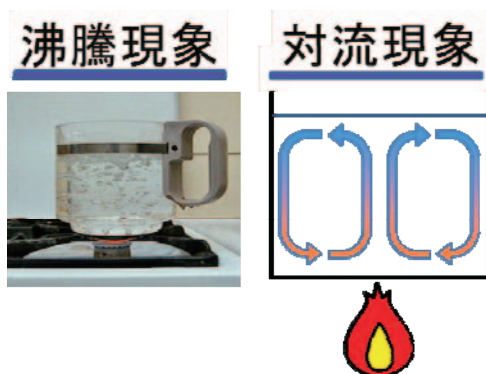


図1. 沸騰現象や対流現象

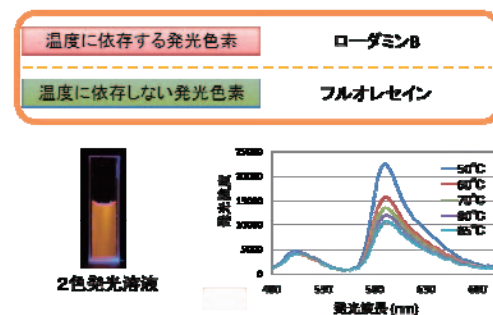


図2. 感温2色発光溶液

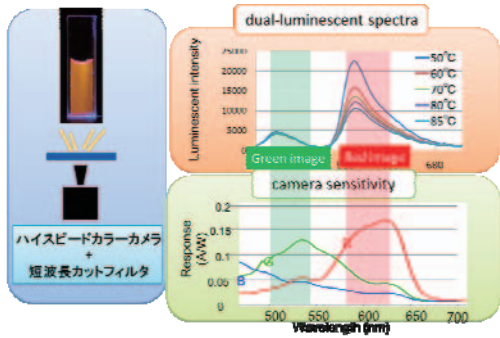


図3. 高速カラーカメラ

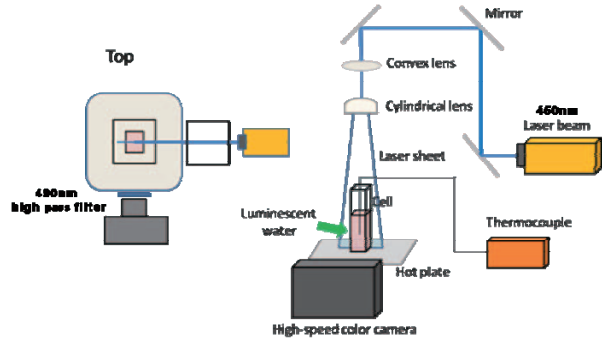


図4. 計測システム概要

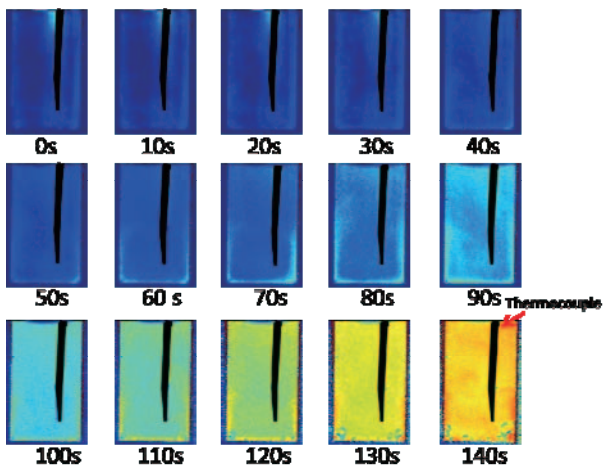


図5. 溶液加熱時の温度変化

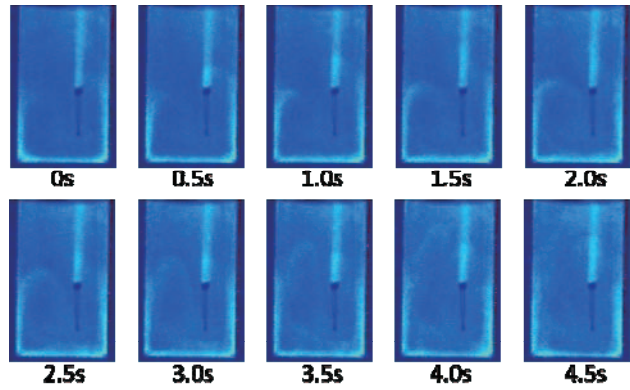


図6. 上昇流の様子

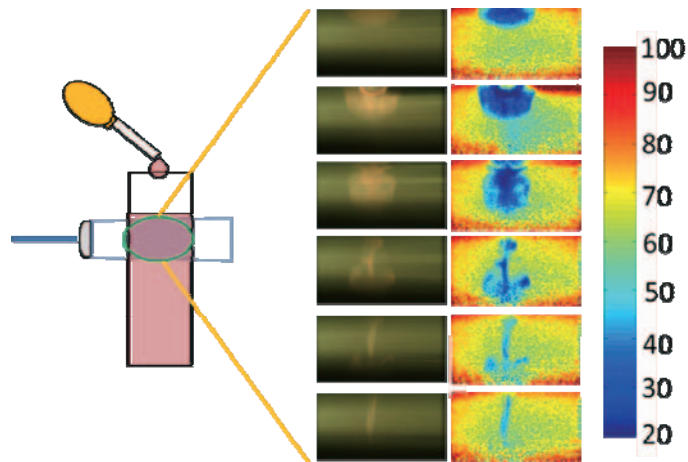


図7. 温度が違う液滴を滴下した場合の温度変化