

極超音速風洞試験適用を目指した感温コーティングの研究

相川明久^{*1}, 坂上博隆^{*2}

上智大学^{*1}, 宇宙航空研究開発機構^{*2}

極超音速流下での空力加熱評価のために、物体表面の温度分布を可視化することができる感温塗料 (Temperature-Sensitive Paint: TSP) は非常に有効なツールと考えられる。しかしポリマーで感温色素を保持する従来の TSP では空力加熱に耐えられず、センサーとしての性能を著しく低下する問題が生じる。本研究では東京大学柏キャンパス・極超音速風洞での風洞試験への適用を目指し、2 種類の基盤と 4 種類の色素を用いて TSP を作成し、特性評価を行った。適用基盤は、高温への適用が期待できる陽極酸化皮膜アルミニウム (Anodized-Aluminum: AA), 及び空力加熱評価のための新たな素材として注目されているベークライトの 2 種類を使用した (図 1)。TSP 作成は AA の色素定着法として用いられているディッピング法により行い、耐熱性の期待できる色素としてローダミン B, ピロニン B, ピロニン Y, EuTTA の 4 種を使用し、ディッピング条件としてそれぞれ極性の異なる 8 種類のディッピング溶媒をパラメータとした (図 2)。発光画像から色素の分布の一様性を評価し、発光量算出により発行量評価を行った結果、それぞれの基盤と色素の組み合わせごとに、ディッピング溶媒の極性によって一様分布性及び発光量に違いが見られ、最適な基盤・色素・溶媒の組み合わせの選定のためのデータを得ることができた (図 3)。また、ディッピング法によってベークライトへの色素定着ができた。特性評価試験は高温領域である 100~200℃の温度範囲で行い、AA・ベークライト共にローダミン B を用いたものが最も良い温度感度であることが分かった。温度感度は、基盤 AA・色素ローダミン B・溶媒ヘキサン の TSP が $-0.75\%/K$ 、基盤ベークライト・色素ローダミン B・溶媒ジクロロメタンの TSP が $-0.49\%/K$ であった (図 4)。

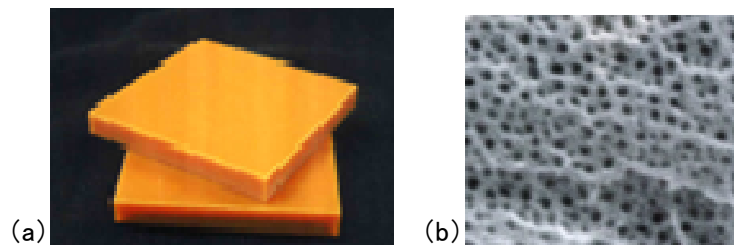
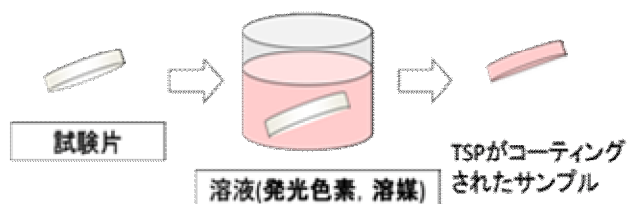


図 1. TSP に仕様した基盤. (a)ベークライト, (b)陽極酸化皮膜 (anodized aluminum, AA)

ディッピング法



使用した色素

色素	発光波長 (25°C)
Rhodamine B	603nm
PyroninB	595nm
PyroninY	585nm
EuTTA	613nm

使用した溶媒

Solvent	Polarity index
hexane	0.1
toluene	2.1
dichloromethane	3.1
chloroform	4.1
acetone	5.1
N,N-dimethylformamide	6.4
dimethylsulfoxide	7.2
water	10.2



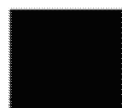
図 2. TSP 作成法および使用した色素と溶媒

Anodized Aluminum

Rhodamine B



hexane



N,N-dimethylformamide

PyroninB



water



chloroform

PyroninY



water



acetone

EuTTA



dichloromethane



water

ベークライト

Rhodamine B



dimethylsulfoxide



water

PyroninB



dimethylsulfoxide



dichloromethane

PyroninY

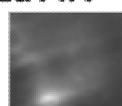


hexane

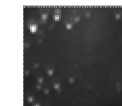


N,N-dimethylformamide

EuTTA



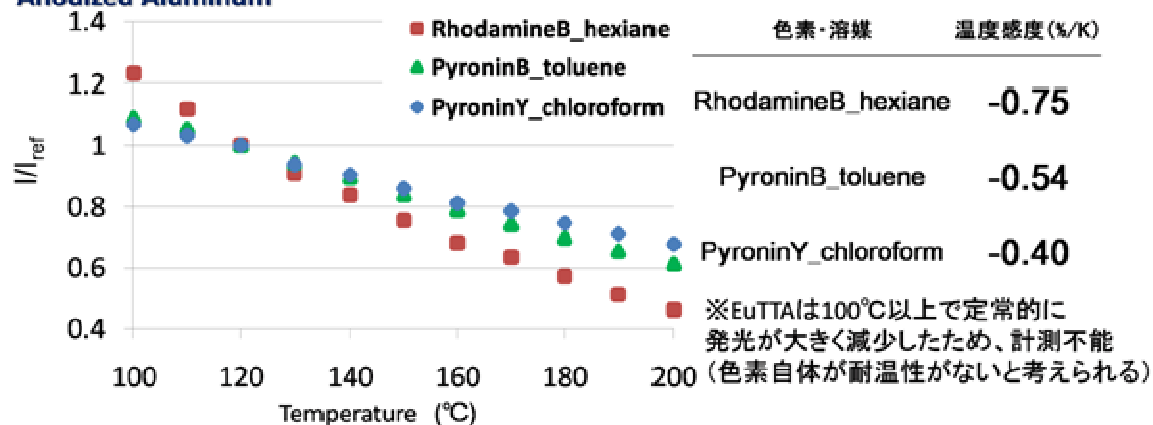
acetone



water

図 3. TSP としての利用が期待できる基盤・色素・溶媒の組み合わせの代表例(左)及び利用が期待できない組み合わせの代表例(右)

Anodized Aluminum



ベークライト

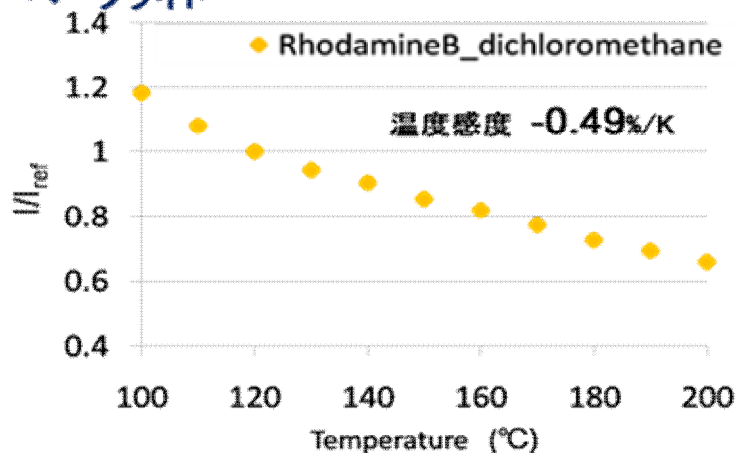


図 4. 温度較正結果 (100–200℃)