

## ディッピング法による温度キャンセリング

久力 琢磨、坂上 博隆

宇宙航空研究開発機構

表面圧力分布計測として感圧塗料(Pressure Sensitive Paint、PSP)が様々な現象に適用されている。特に航空宇宙分野では遷音速、超音速領域での風洞試験が実用段階にある。しかし、これらはいずれも定常現象に限定される。これは、PSP 自体の時間応答性に問題があるからである。また、低速、極超音速領域での計測は実用段階に至っていない。これは、PSP には酸素感度だけではなく温度にも依存して発光強度が変化してしまうのが主な要因として挙げられる<sup>1)</sup>。そこで本研究では2つの発光ピークを用いた新たなAAPSP (Anodized Aluminum PSP) の温度キャンセリング法の確立を目指す。これは2つの波長帯で温度傾向が逆になるセンサーを開発し、その中間の波長帯を計測することで、温度に依存しない、圧力だけの信号を得ようと考えている(図1)。この手法を高い時間応答性を持つAAPSPに適用することで、非定常かつ温度依存性がキャンセルされた計測を可能にすることを旨とする。色素を陽極酸化皮膜表面に適用させるにはディッピング法を用いる。色素としてピレンスルホン酸(PySO<sub>3</sub>H)、ディッピングの溶媒としてアセトンを用いた。ピレンスルホン酸はmonomer、excimerの発光ピークを持ち、それらの温度依存性が対になっていることが知られている。この色素を用いて、ディッピング法のパラメータを色素濃度、ディッピング時間、ディッピング温度とし(図2)、これらが発光ピーク、圧力感度、温度依存性に与える影響を調べた。各ディッピング条件を、考えられる上限・下限の範囲内で適切な値をとるよう設定し、合計84サンプルを作製した(表1)。ディッピング条件がピーク比に与える影響の結果のグラフを図3に示す。色素濃度が濃くなる程、ディッピング時間が長くなる程、monomerのピークがexcimerのピークに対して低くなることからわかる。monomer及びexcimerの圧力感度に与える影響の結果を図4、5に示す。色素濃度が増すにつれて圧力感度が増加しているが、今回の試験では0.06 mMを越えたあたりから、感度が減少する傾向が見られた。ディッピング時間に関しても同様に、時間が増すにつれて圧力感度が増加するが、10 minを越えたあたりからは大きく値は変化しなかった。monomer及びexcimerの温度依存性に与える影響の結果を図6、7に示す。色素濃度、ディッピング時間ともに圧力感度に連動して温度依存性が変化していることがわかる。ディッピング温度に関しては、今回の設定した値の範囲ではピーク比、圧力感度、温度依存性との関連性は見られなかった。ディッピング法でのパラメータとした色素濃度、ディッピング時間、ディッピング温度の中で、特に、色素濃度とディッピング時間がAAPSPの特性に影響を与えていることがわかった。ピーク制御したAAPSP(図8)では、25℃付近において中間波長帯(440~480 nm)で温度依存性を解消することに成功し(図9)、圧力感度を0.9と維持することができた(図10)。

### 参考文献

- 1) 坂上博隆、満尾和徳、中北和之:Recent Topics of Pressure-Sensitive Paint Technology、可視化情報、Vol. 24、No. 95 (2004)、pp. 218 – 223

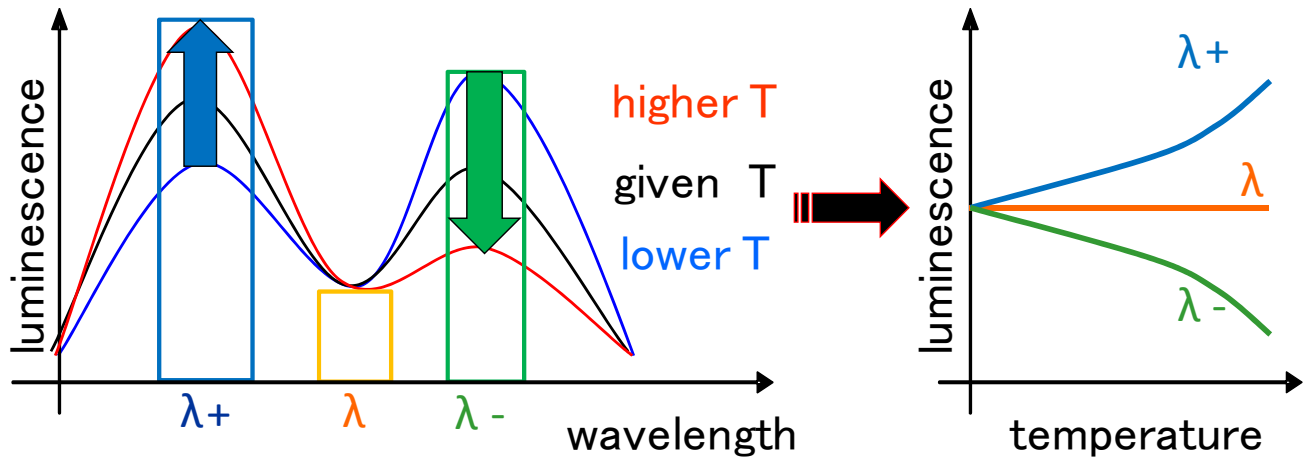


図 1: PSP の温度キャンセルングの概念図

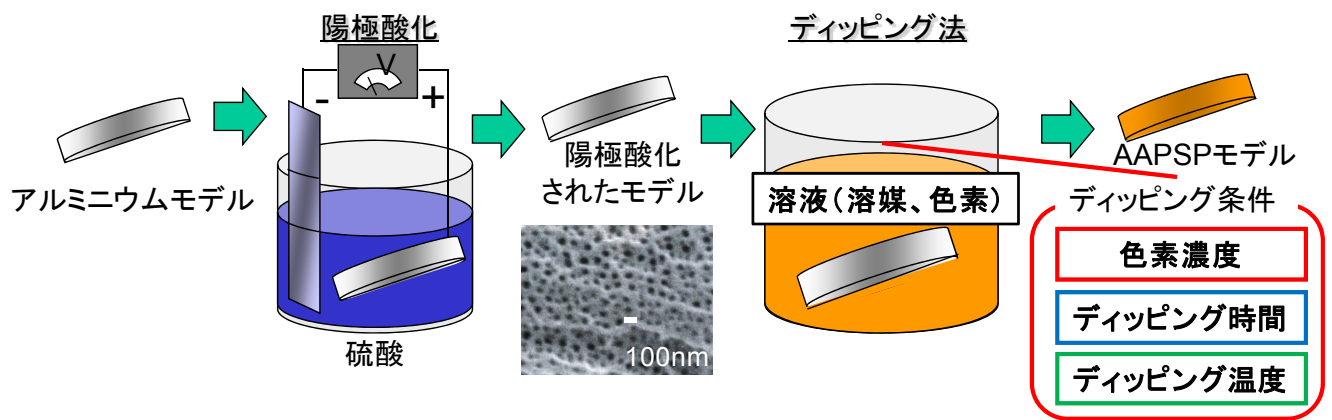


図 2: AAPSP 作製方法とディッピング条件の設定

表 1: サンプル作製条件

	色素濃度 (mM)	ディッピング時間 (min)	ディッピング温度 (°C)
S <sub>1</sub>	0.001	30	20
⋮	⋮		
S <sub>11</sub>	0.1	1	20
S <sub>12</sub>	0.03		
⋮			
S <sub>22</sub>	0.03	90	20
⋮			
S <sub>23</sub>	0.03	30	-10
⋮			⋮
S <sub>28</sub>			40

乾燥条件、サンプルの酸化皮膜の膜厚は全て統一

各サンプルそれぞれ3つ、合計 84 サンプルを作製した。

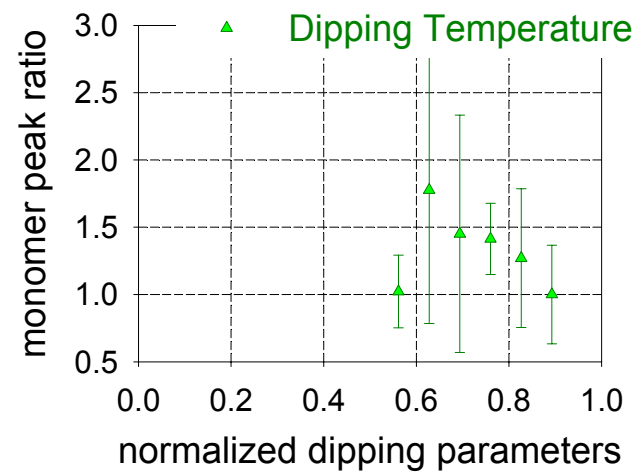
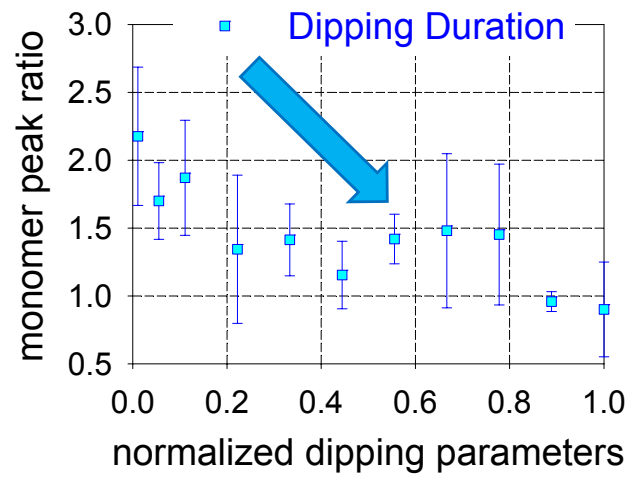
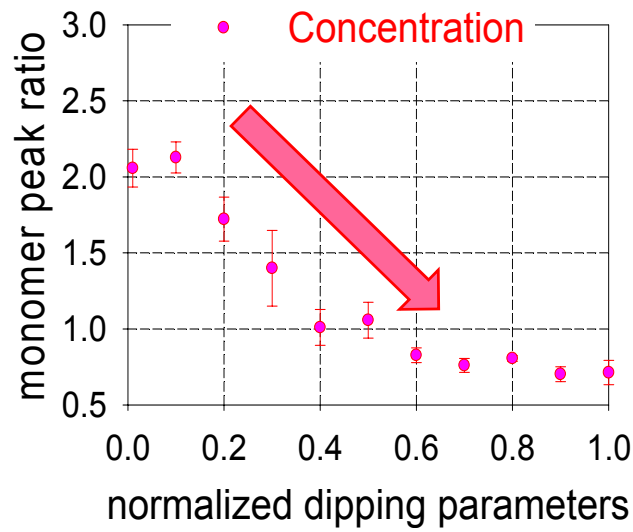


図3: デIPPING条件がピーク比に与える影響  
 (上: 色素濃度、中: デIPPING時間、下: デIPPING温度)

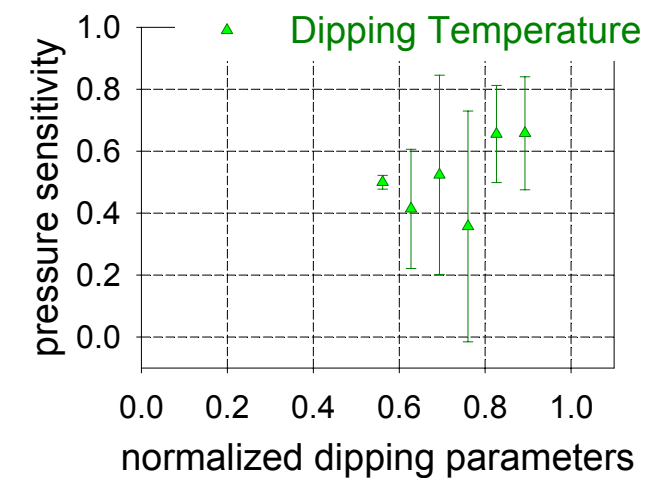
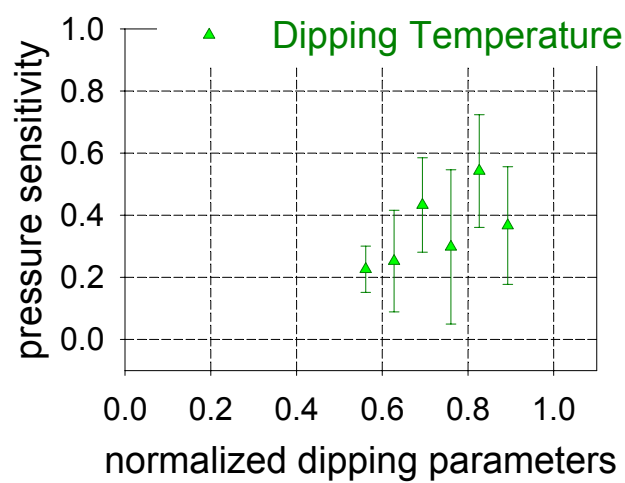
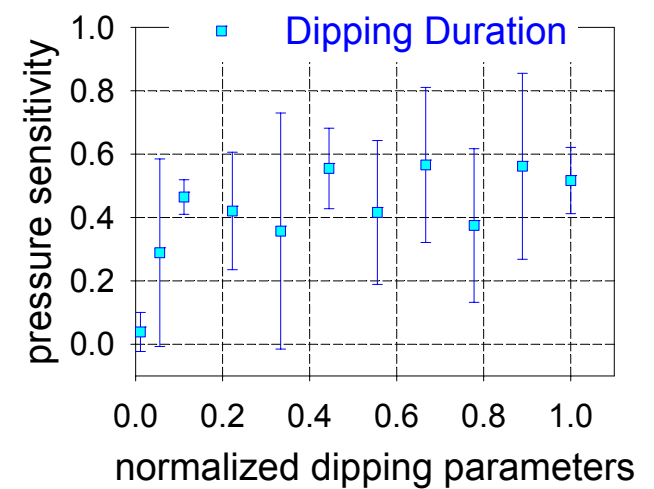
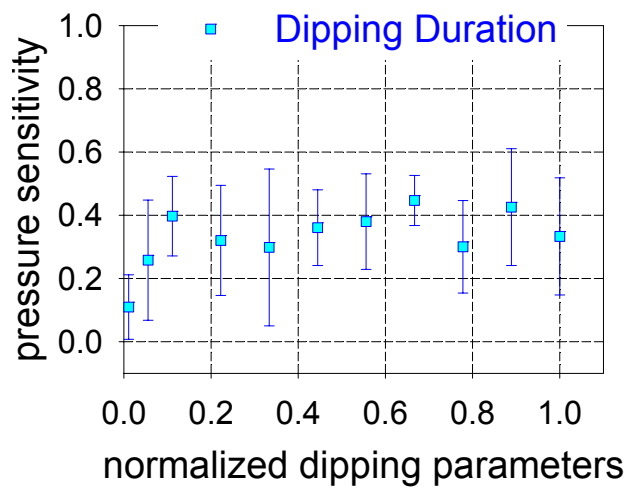
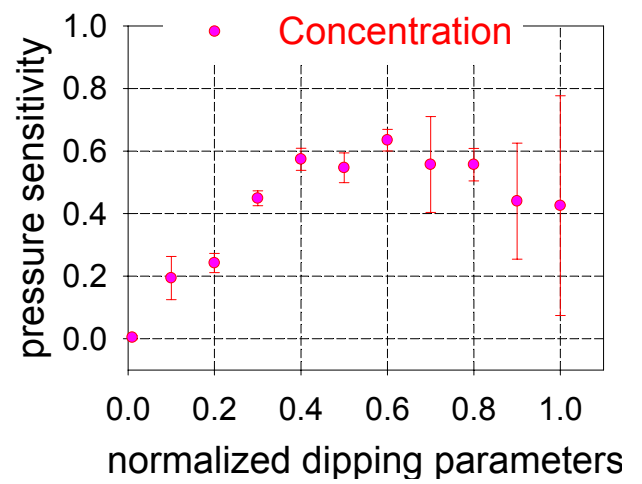
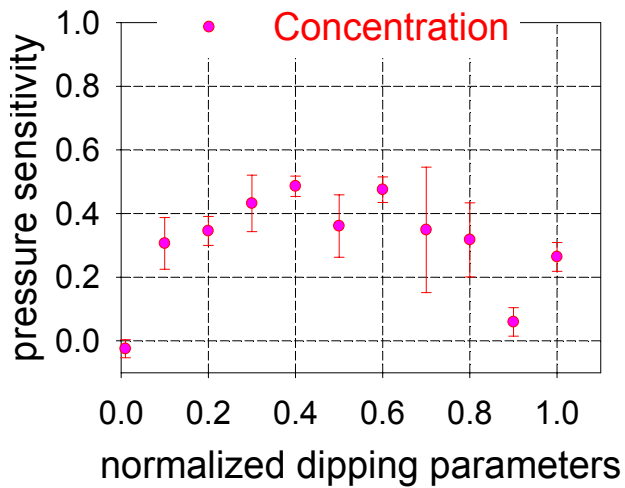


図4: デIPPING条件が monomer の圧力感度を与える影響(上: 色素濃度、中: デIPPING時間、下: デIPPING温度)

図5: デIPPING条件が excimer の圧力感度を与える影響(上: 色素濃度、中: デIPPING時間、下: デIPPING温度)

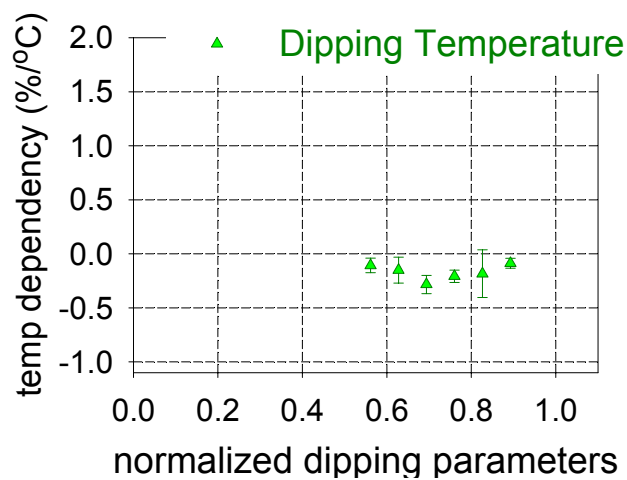
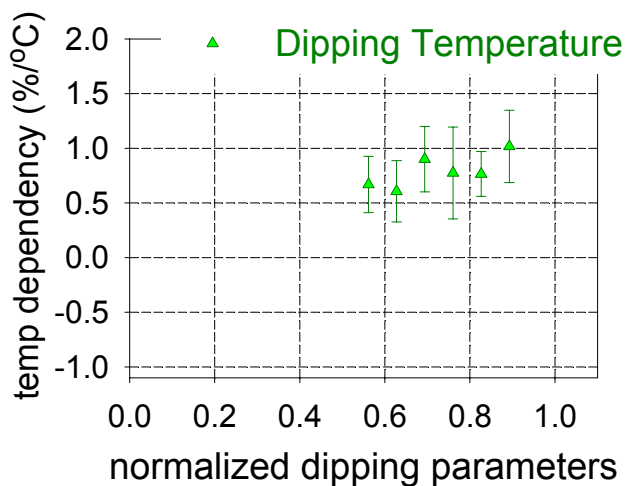
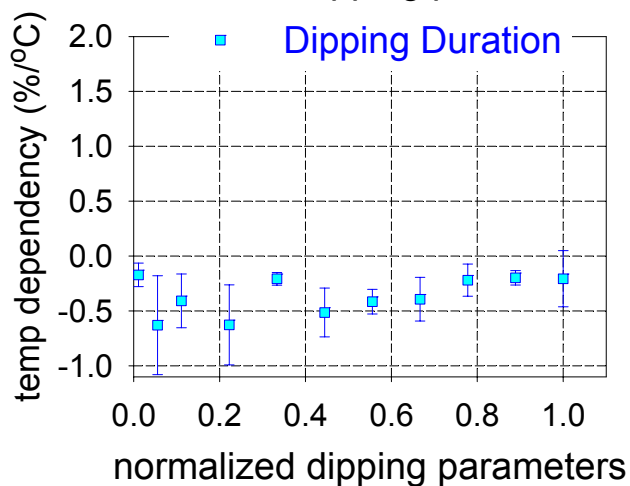
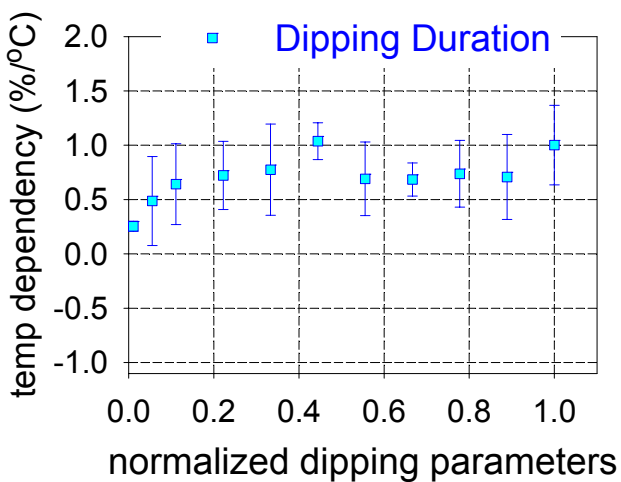
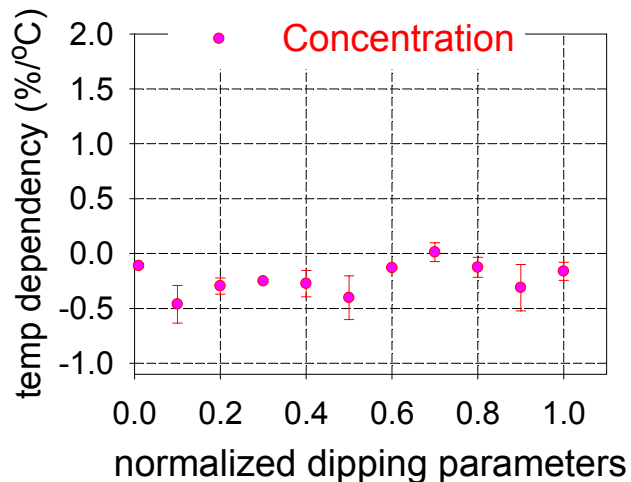
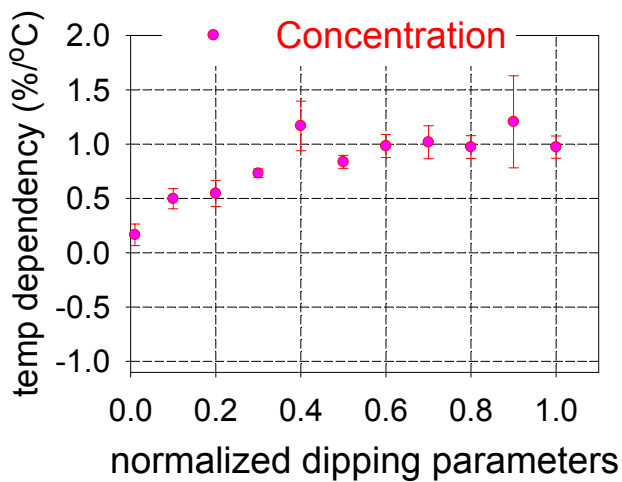


図 6: ディッピング条件が monomer の温度依存性に与える影響(上:色素濃度、中:ディッピング時間、下:ディッピング温度)

図 7: ディッピング条件が excimer の温度依存性に与える影響(上:色素濃度、中:ディッピング時間、下:ディッピング温度)

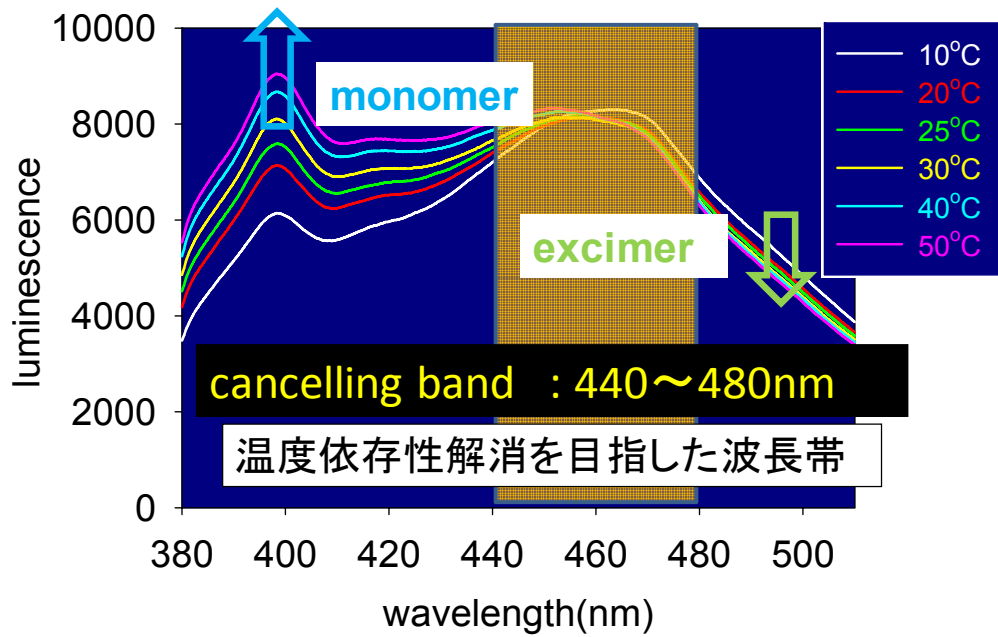


図 8: 温度キャンセリングした AAPSP

(色素濃度:0.03 mM、ディッピング温度:10 °C、ディッピング時間:30 min)

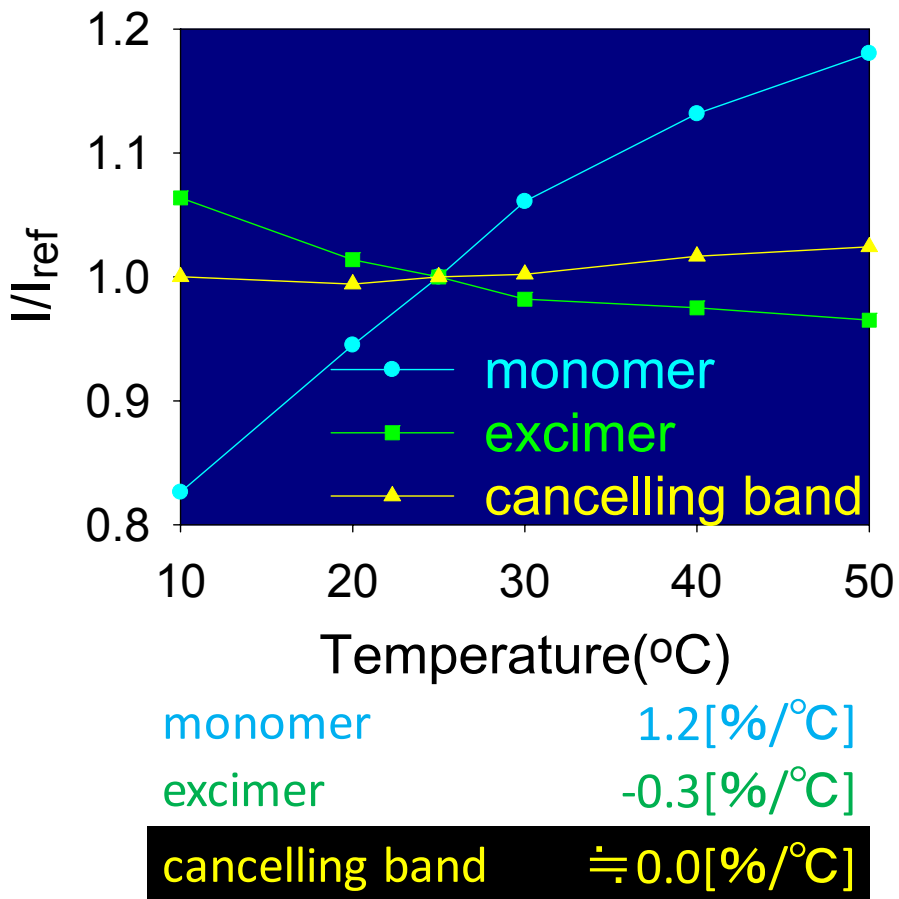
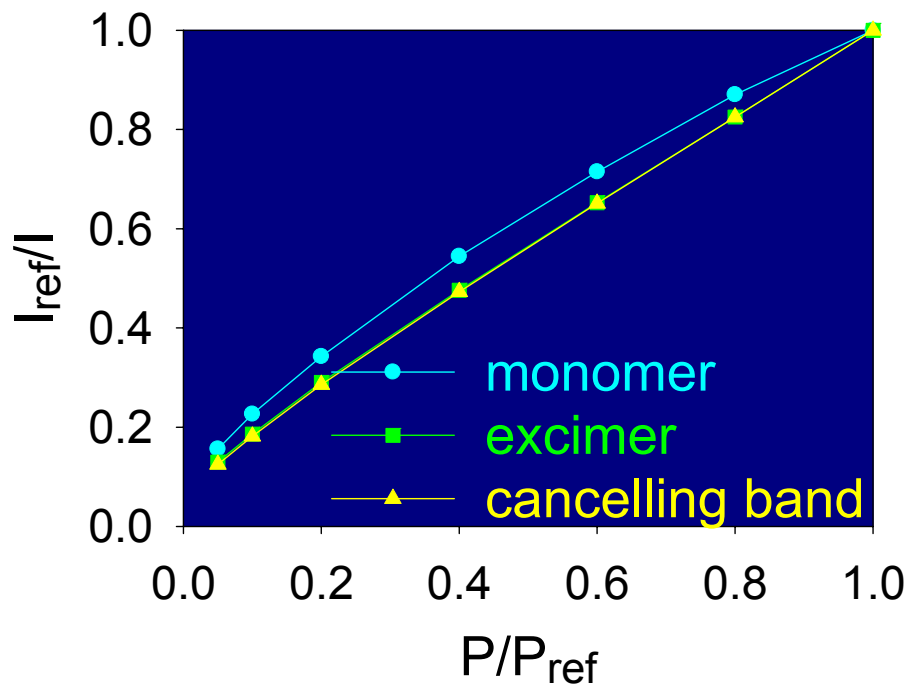


図 9: 温度キャンセリングした AAPSP の温度依存性

(色素濃度:0.03 mM、ディッピング温度:10 °C、ディッピング時間:30 min)



monomer	0.6
excimer	0.9
<b>cancelling band</b>	<b>0.9</b>

図 10: 温度キャンセルした AAPSP の圧力感度  
 (色素濃度: 0.03 mM、ディッピング温度: 10 °C、ディッピング時間: 30 min)