

不均一な温度分布を持つ低速度流れ場における PSP の温度補正効果の検証

森英男, 川幡宏亮, 大村尚登, 前田恭平

九州大学大学院 工学研究院

PSP は化学物質の発光を利用するため、圧力だけでなく温度にも感度を持つ。特に圧力差が小さい低速流れ場では温度による影響は相対的に大きくなるため、低速流れ場に PSP を適用して正確な結果を得るには温度補正が必須となる。特に、ターボ機械の動翼表面など、圧力センサを併用する in situ 較正法の適用が難しい流れ場では、a priori 較正法の適用が不可欠となるが、a priori 較正法では特に温度補正を適切に行うことが、PSP の精度向上に重要となる。本研究で用いる PSP は発光分子に PtTFPP、バインダーに poly(TMSP) を使用し、TSP は発光分子に Ru-phen、バインダーに PVA を使用する。圧力と温度の同時計測には重ね塗り PSP/TSP (図 1) が有効であるが⁽¹⁾⁽²⁾、PSP および TSP の発光分離が不完全な場合、感度に大きく影響を及ぼす可能性がある (図 2)。そこで、透過波長 620nm のバンドパスフィルターを用いて PSP の発光を撮像した場合における重ね塗り PSP/TSP の圧力感度を単層 PSP と比較したところ、単層 PSP に比べて若干感度は低くなるが、差は小さい結果となった (図 3)。この重ね塗り PSP/TSP を用いて、低速噴流と衝突する平板上の圧力分布を計測し、圧力孔による計測結果と比較したところ、PSP の温度補正を行わない場合、実際の圧力差より非常に大きい 3.5kPa 程度の圧力差を示したが、PSP の温度補正を行うことで、最大 0.5°C の温度差および 800Pa の圧力差が存在する平板上に生じる圧力分布を正しく測定することができた (図 4 および図 5)。

これらの PSP および TSP をプロペラファン翼周りの流れ場に適用し、圧力および温度計測を試みたところ、得られた温度分布は翼前縁 (右側) の先端部の温度が高く、後縁部の温度が低い結果となり、さらに翼面上で 4°C 程度の幅を持つ結果となった (図 6)。一方、得られた圧力分布は、温度補正を行わない場合、温度分布と類似した形となり、かつファンの圧力上昇値 110Pa に比べて過大な圧力幅を持つ分布となった (図 7 左)。一方、温度補正を行った場合、圧力幅は若干減少したが、依然として過大であり、かつ負圧面にも関わらず、大気圧より高い圧力値を示しており、定量性に難がある結果となった。大面積のプロペラファンに対する照射光の不均一性が計測精度を低下させた可能性があり、定量性の改善は今後の課題である。

- (1) Hyakutake, T., Taguchi, H., Kato, J., Nishide, H. and Watanabe, M., Macromol. Chem. Phys., Vol. 210 (2009), pp. 1230-1234.
- (2) Moon, K.J., Ambe, Y., Kawabata, H. and Mori, H., ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011, AJK2011-11020 (2011)

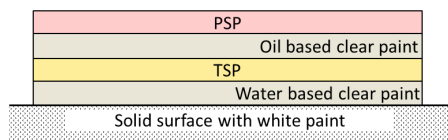


図 1 重ね塗り PSP/TSP の構造

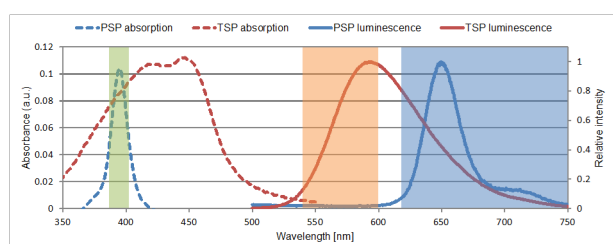


図 2 PSP および TSP の光吸収・発光スペクトル (赤線: TSP, 青線: PSP)

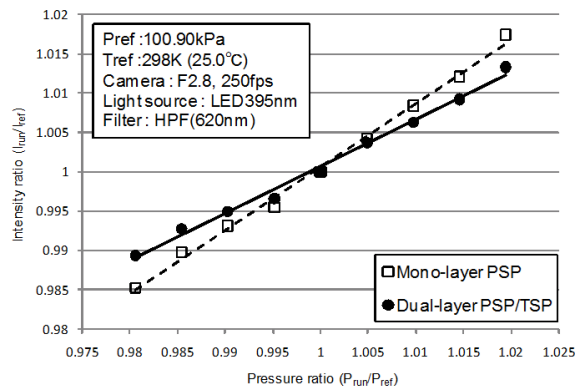


図 3 PSP の圧力感度 (単層および重ね塗り)

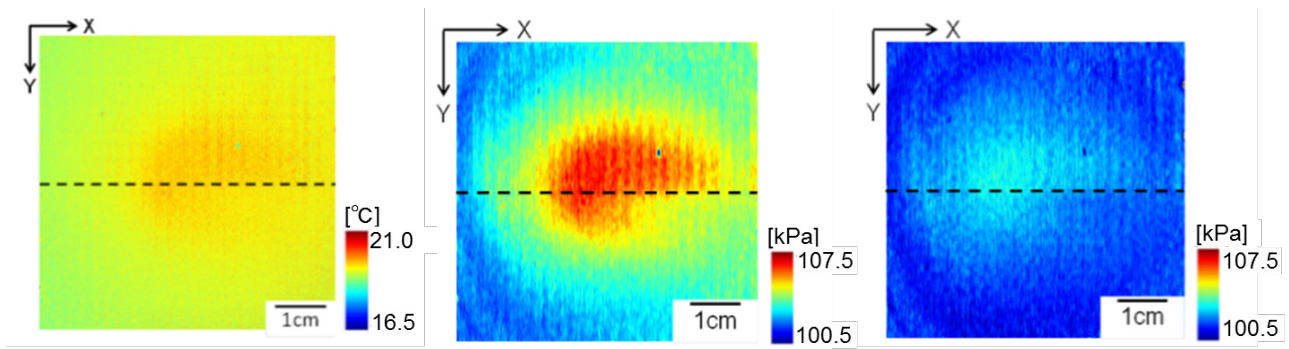


図4 重ね塗り PSP/TSP により可視化した平板上の圧力および温度分布（衝突噴流速度 52m/s）
 左：TSP による温度分布，中央：PSP による圧力分布（温度補正無し），右：PSP による圧力分布（温度補正あり）

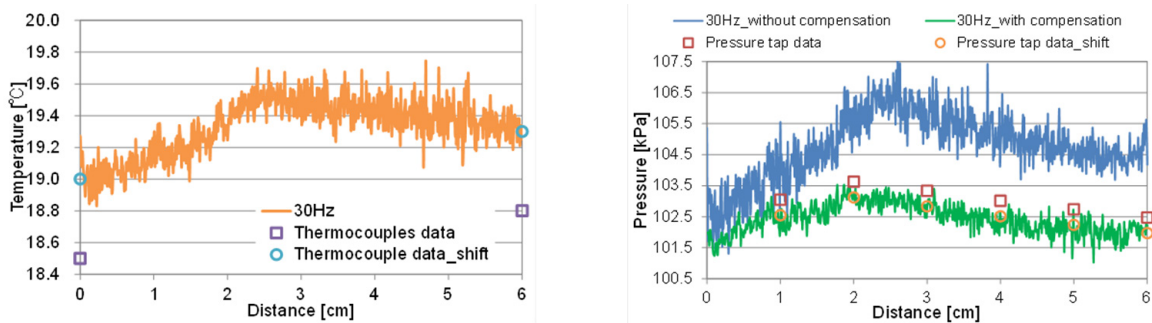


図5 平板の中心線上（図5の点線）における圧力および温度分布（衝突噴流速度 52m/s）
 左：TSP による温度分布，右：PSP による圧力分布（青：温度補正なし，緑：温度補正あり）

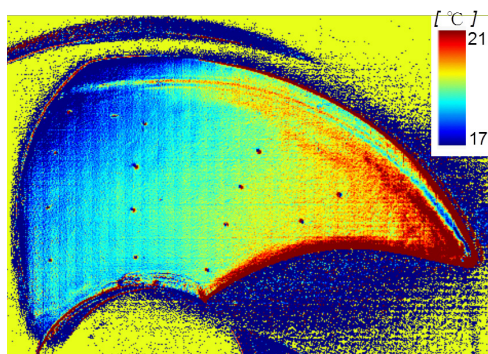


図6 プロペラファン翼負圧面上における温度分布の計測結果

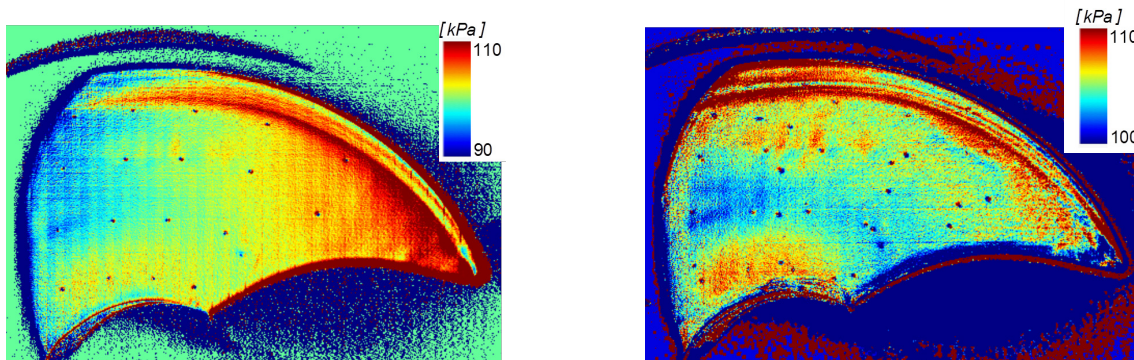


図7 プロペラファン翼負圧面上における圧力分布の計測結果。
 左：温度補正なし，右：温度補正あり