

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月14日現在

機関番号：82645

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23760776

研究課題名（和文） 温度キャンセル機構を備えた非定常運動体の面圧力計測法

研究課題名（英文） Development of Temperature-Cancelled Pressure-Sensitive Paint System for Capturing Unsteady Motions

研究代表者

坂上 博隆 (SAKAUE HIROTAKA)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・研究開発本部・研究員

研究者番号：90373448

研究成果の概要（和文）：試験体表面に生じる、あらゆる非定常現象をとらえる PSP 計測法の確立を大目的とし、その中で大きな課題となる温度依存性を解消する計測法の開発に着手した。本研究では、坂上が提唱する非定常面計測法（若手研究 B、課題番号 21760660）を土台とし、同一の温度依存性に調整した 2 種類の発光色素による 2 色発光非定常 PSP と、圧力感度を向上するための分光アダプターを備えた高速計測システムを開発することで本研究の目的を達成した。

研究成果の概要（英文）：A temperature-cancelled pressure-sensitive paint (PSP) system was developed to capture the time-resolved surface pressures on a moving object. The system was based on a motion-capturing PSP method by Sakaue (Grants-In-Aid for Young Scientists B, #21760660). It was shown that a combination of two luminophore with similar temperature dependencies enabled the system to cancel or reduce the temperature dependency of the system. By acquiring two luminescent images and ratio the two, the temperature dependent factor was cancelled or greatly reduced. It was found that the developed system showed a temperature-cancelled pressure measurement by using combination of ruthenium complex and fluorescein or a combination of platinum porphyrin and quantum dot.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・航空宇宙工学

キーワード：非定常、光計測、圧力分布、波長、画像

## 1. 研究開始当初の背景

光化学を用いた流体計測として、感圧塗料 (Pressure Sensitive Paint, PSP) 計測が研究開発されている。特に航空宇宙分野での応用範囲は、遷音速や超音速の比較的圧力変化の大きい風洞試験 (圧力差 1kPa 以上)、かつ圧力分布が時間変化しない定常流での計測が実用レベルにある。非定常流での面圧力計測は、近年普及が目覚ましい高速カメラと、高速応答型 PSP の組み合わせにより、学術

レベルで注目されつつある。しかし試験体の位置が時間変化する計測に加え、PSP の温度依存性による圧力誤差が計測上の大きな課題となっている。

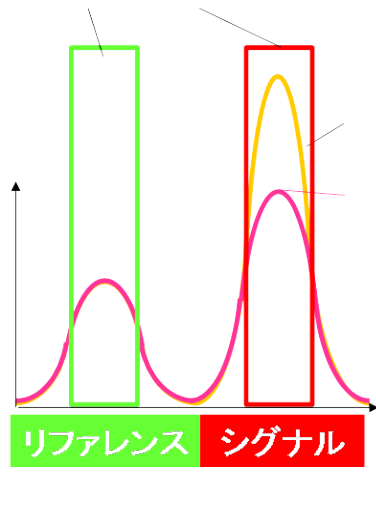
## 2. 研究の目的

試験体表面に生じる、あらゆる非定常現象をとらえる感温塗料 (PSP) 計測法の確立を大目的とする。特にその中で、大きな課題となる温度依存性を解消し、非定常運動する試験

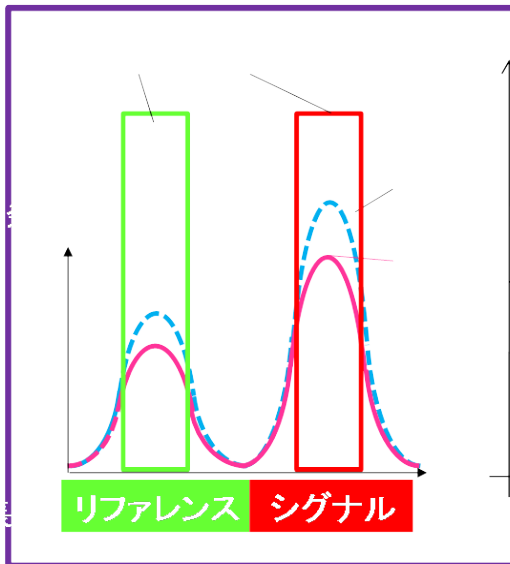
体に対して、計測可能な表面圧力計測法の研究開発を目的とする。

### 3. 研究の方法

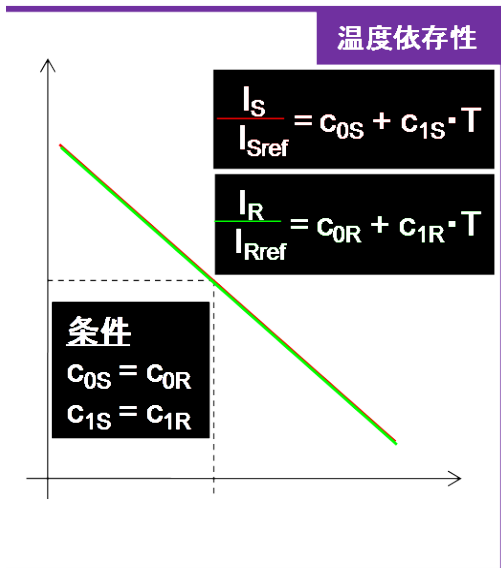
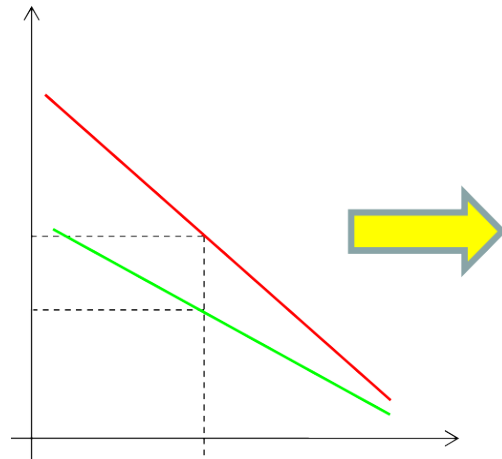
坂上が提唱する非定常面計測法(若手研究 B、課題番号 21760660) を土台とし、同一の温度依存性に調整した 2 種類の発光色素による 2 色発光非定常 PSP (図 1) と、圧力感度を向上するための分光アダプターを備えた高速計測システムを開発することで本研究の目的を達成する。



(a) 圧力特性。



(b) 温度特性。



(c) 温度較正の概念。

図 1 : 2 色発光のスペクトル特性と温度較正の概念図。

### 4. 研究成果

①2色発光非定常 PSP と②分光アダプターを備えた高速計測システム開発に取り組んだ。①は、感圧色素としてルテニウム錯体、リファレンス色素としてフルオロセインの 2 色発光非定常 PSP と、感圧色素として白金ポルフィリン、リファレンス色素として量子ドットの 2 色発光非定常 PSP の開発に成功した。それぞれの色素から発せられる発光量は温度変化にともない変化する (温度依存性)。それぞれの発光からの温度依存性は同一の値を示さないが、②で開発した分光アダプター (図 2) の干渉フィルターを介して画像計測することで、温度依存性をほぼ同一になる

ことが示された。得られた画像比は概ね温度独立の発光量をとらえることに成功した。す  
即ち、温度依存性は0.09%/°Cに抑えることに  
成功した(図3)。

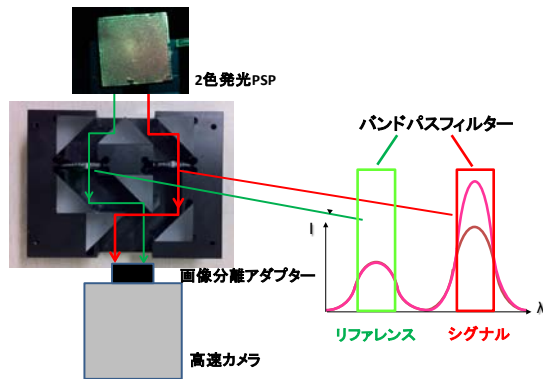
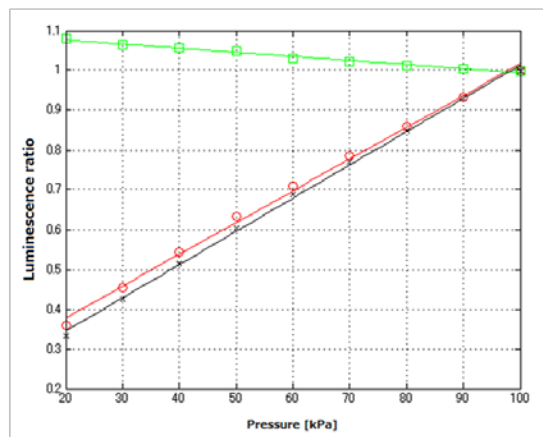
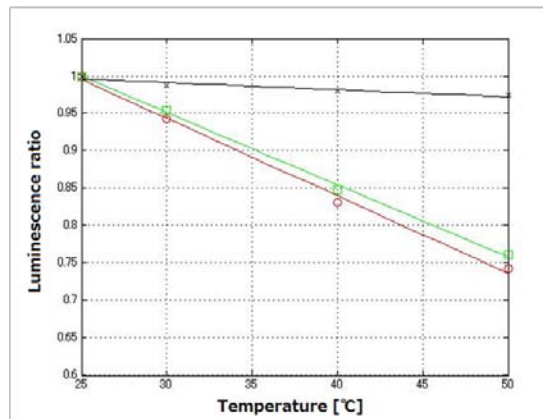


図2:分光アダプターと画像計測法の概念図。



(a) 圧力感度特性。圧力感度を持つシグナル  
信号は0.8%/kPaの圧力感度を持つ。



(b) 温度特性。ルテニウム錯体(シグナル)  
とフルオロセイン(リファレンス)の信号を  
干渉フィルターを介して計測すると、ほぼ同  
一の温度依存性(〜0.65%/°C)を持つ。シ  
グナルとリファレンス画像の比により、温度  
依存性は0.09%/°Cに抑えることに成功した。  
図2:開発した計測法の圧力温度特性。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文](計3件)

- ①(査読有) Sakaue, H., Aikawa, A.,  
“Thermal Stability Characterization for  
Practical Use of Quantum-Dot based Global  
Optical Sensor on Anodized-Aluminum,”  
Sensors and Actuators B: Chemical, Vol.  
185, pp. 174 - 178, 2013.
- ②(査読有) Sakaue, H., Miyamoto, K.,  
Miyazaki, T. “A motion-capturing method  
of pressure-sensitive paint system,”  
Journal of Applied Physics, American  
Institute of Physics, Vol. 113, No. 8, pp.  
084901-084901-8, 2013.
- ③(査読有) Sakaue, H., Kuriki, T.,  
Miyazaki, T., “A  
temperature-cancellation method of  
pressure-sensitive paint on porous anodic  
aluminum”, Journal of Luminescence, Vol.  
132, pp. 256 - 260, 2012.

[学会発表](計8件)

- ①Okabe, T., Miyazaki, T., Saitoh, K.,  
Sakaue, H., “Global Pressure Measurement  
of Unsteady-State Flow and Motion on  
Fluttering Airfoil,” 65th Annual Meeting  
of the Division of Fluid Dynamics, San  
Diego, USA, November 18 - 20, 2012.
- ② Aikawa, A., Sakaue, H.,  
“Thermal-Stability Characterization of  
Quantum Dot on Anodized Aluminum as Global  
Temperature Sensing,” 65th Annual  
Meeting of the Division of Fluid Dynamics,  
San Diego, USA, November 18 - 20, 2012.
- ③Okabe, T., Kizuka, T., Miyazaki, T.,  
Sakaue, H., “PSP Measurement by  
Simultaneous Capture of Signal and  
Reference Images using Color-Image  
Splitter”, Proceedings of the 40th  
Symposium on Visualization, Shinjuku,  
Japan, July 22 - 23, 2012.
- ④Okabe, T., Miyazaki, T., Sakaue, H.,  
“Development of Temperature-Cancelled  
Motion-Capturing PSP System and its  
Application for a Hypersonic Wind  
Tunnel,” AIAA paper 2012-2760, New  
Orleans, USA, June 25 - 28, 2012.
- ⑤Aikawa, A., Sakaue, H., “Development of  
Anodized-Aluminum Temperature-Sensitive  
Paint for Flow Field Measurements”, 64th  
Annual Meeting of the APS Division of Fluid  
Dynamics, Baltimore, USA, Nov. 21, 2011.
- ⑥Okabe, T., Miyazaki, T., Saito, K.,  
Sakaue, H., “Measurement of an Unsteady  
Pressure Distribution by PSP for a Flutter  
of 2-D wing”, 日本流体力学会年会, 南大

沢, 9月8日, 2011年.

⑦Okabe, T., Miyazaki, T., Sakaue, H., “A Temperature-Cancellation Method for Motion-Capturing PSP System and its Application to a Hypersonic Wind Tunnel”, 28th International Symposium on Shock Waves, Manchester, UK, July 20, 2011.

⑧Okabe, T., Miyazaki, T., Sakaue, H., “Motion-Capturing PSP System for Flutter Application”, 41st AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit, Honolulu, USA, June 29, 2011.

[図書] (計1件)

Sakaue, H., Aikawa, A., Iijima, Y., Kuriki, T., Miyazaki, T., “Quantum dots for global temperature measurements,” Quantum Dots - A Variety of New Applications”, InTech, pp. 135 - 152, 2012.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

坂上 博隆 (SAKAUE HIROTAKA)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・研究  
開発本部・研究員

研究者番号: 90373448

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号: