

## 感圧塗料による寿命イメージシステムの試作と性能評価

杉本珠生\*1, 小栗一将\*2, 浅井圭介\*1

東北大学大学院\*1, 海洋研究開発機構\*2

感圧塗料・感温塗料の発光強度から圧力・温度を算出する方法として寿命法がある。寿命法は、色素の発光減衰過程において2枚の発光強度画像から圧力を算出するので、無風時画像を必要とせず模型の変形や移動による誤差が生じないという利点がある。寿命計測を行うには励起光をパルス状に照射し、そのタイミングに応じてカメラの露光タイミングを制御する必要があり、励起光源とカメラ両方を制御する基準となる信号発生器、カメラコントローラ、励起光源としてLEDを使用する場合はパワーアンプなどが必要となり、計測システムが複雑になる。寿命の短い塗料では $ns \sim \mu s$ 間隔で信号の制御を行う必要があるため、複数の機器を介する場合は各機器の信号遅延を考慮して制御信号を出力する必要があるため、計測システムはシンプルにほど計測の手間が省ける。

そこで本研究では寿命計測用トリガーボードを製作し、カメラの録画・露光タイミングに加えて、励起光源であるLED及びレーザーの照射タイミングを一括で制御し、計測システムを簡素化することに成功した。加えて製作したトリガーボードをPCO1600とSensicam(PCO社)に接続し、既存の寿命計測システムのC4742-98-24ER改(浜松ホトニクス)と比較する実験を行い、計測システムの性能を評価した。

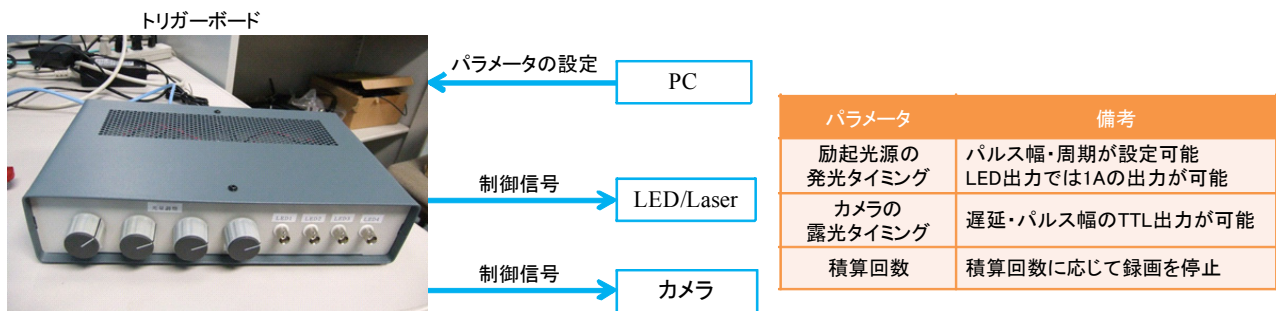


図 1. トリガーボードの概要:

National Instruments の FPGA ボードを基盤として製作した。励起光源の発光タイミングおよびカメラの露光タイミングを一括で制御することが可能である。励起光源のパルス幅・周期、カメラの露光タイミング、積算回数は PC 上のプログラムで変更可能となっている。

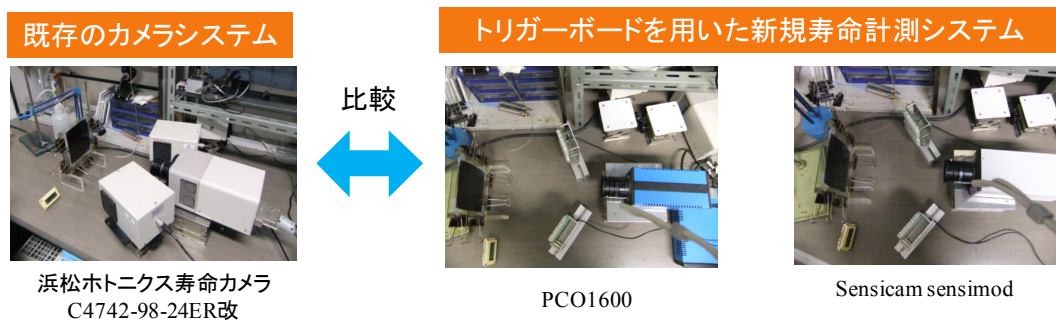


図 2. 性能評価試験セットアップ:

浜松ホトニクスの寿命カメラを用いた既存の寿命計測システムと、製作したトリガーボードを PCO 社製の PCO1600 と Sensicam カメラに接続した新規寿命計測システムを用いて、PtOEP の寿命計測試験を行った。

	Hamamatsu	PCO1600	Sensicam
LED on [ $\mu\text{s}$ ]	100	100	100
LED off [ $\mu\text{s}$ ]	400	400	400
Duty [%]	40	40	40
Frequency [kHz]	4	4	4
Gate1 delay [ $\mu\text{s}$ ]	1.5	1.5	2
Gate1 width [ $\mu\text{s}$ ]	50	50	50
Gate2 delay [ $\mu\text{s}$ ]	51.5	51.5	52
Gate2 width [ $\mu\text{s}$ ]	50	50	50
Number of modulation	6000	6000	6000
Number of pictures	4	4	4

表 1. 寿命計測試験条件:

それぞれの計測システムで、カメラ固有の時間遅延が異なるため、厳密には同じ露光タイミングに設定することはできなかったが、ほぼ同等となるように露光タイミングを決定した。

### 実験手順

- 1) 室温計測
- 2) ゲート1の条件で4枚撮影
- 3) ゲート2の条件で4枚撮影
- 4) 暗電流画像の習得

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{\ln(I_1 / I_2)}$$

$t_i$ : ゲート*i*における露光開始時間  
 $I_i$ : ゲート*i*における発光量の積算値

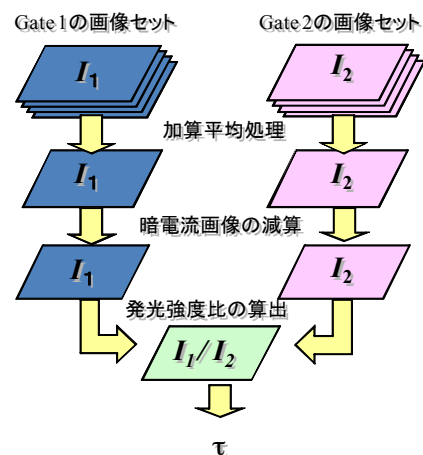


図 3. 解析手順

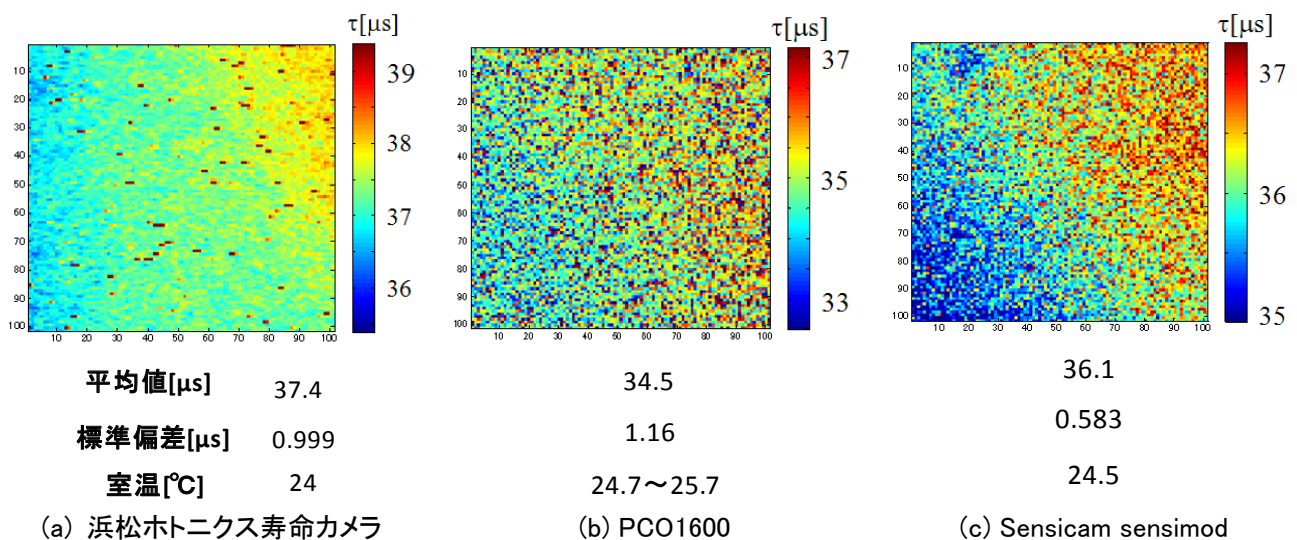


図 4. PtOEP 寿命計測結果:

PCO1600 での計測結果は多少寿命が短く計測されたものの、PCO1600 と Sensicam とともに浜松寿命カメラを用いた既存の寿命計測システムとほぼ同等の値が得られている。3 者の違いは、寿命の空間分布のむら(3 種類のカメラで厳密に同じ部分を計測していないため)と、室温の違い、カメラの性能の違いに起因すると考えられる。