

# IRS1-CAM : カメラデュワーの効率測定結果

秋山 正幸

- Ver.4 : 2007/04/16 CISCO を測定した結果を追加
- Ver.3 : 2007/04/12 レンズ群の測定結果を追加
- Ver.2 : 2007/03/20 光学素子単体 (テストピース、サーマルカットフィルター) の測定結果を追加
- Ver.1 : 2007/02/12

## 1 デュワー効率の予想値

カメラレンズ AR コーティングサンプルピースの測定結果、熱カットフィルターの製作時に測られた結果、HAWAII 2 検出器の効率の一例 (WFCAM)、から予想されるカメラレンズ系のトータルの予想効率について Table 1 にまとめる。

	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
AR コーティング 1 面	96.3	96.8	97.6	97.8	98.0	97.9	97.8	97.7	97.5	97.3	97.1	96.9
AR コーティング 12 面	63.6	67.7	74.7	76.6	78.5	77.5	76.6	75.6	73.8	72.0	70.2	68.5
熱カットフィルター	2.2	79.5	86.1	98.1	97.0	99.0	92.0	97.0	94.0	99.2	4.6	0.0
カメラウィンドウ	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
光学系トータル	1.3	49.5	59.2	69.1	70.1	70.6	64.8	67.5	63.8	65.7	3.0	0.0
検出器	68.0	69.0	68.0	67.0	67.0	69.0	71.0	73.0	77.0	77.0	77.0	77.0
カメラ系トータル	0.9	34.0	40.0	46.0	47.0	48.7	46.0	49.3	49.1	50.6	2.0	0.0

Table 1: FMOS-IRS1 カメラデュワー系の効率の予想値。

## 2 黒体炉を用いたカメラデュワーの効率測定

### 2.1 セットアップ

この実験のセットアップは Figure 1 に示すとおり。黒体炉の前とカメラデュワーの前にそれぞれピンホールを置き、それぞれのピンホールサイズ、ピンホール間距離、黒体炉の温度からデュワーに入る光量を計算出来るようにした。カメラデュワー前ピンホールには  $H$  または  $J$ -バンドフィルターを取り付けた。用いたフィルターの透過曲線を Figure 2 に示した。光量の予想値の計算にはこのフィルターの透過曲線を用いた。

測定はピンホールサイズ、黒体炉温度のいろいろな組み合わせに対して行った。それぞれのセットアップの詳細と光量の予想値を Table 2 にまとめる。カメラの効率をを 100% とし、ゲインを  $3(\text{ADU}/e^-)$  とした場合のカウントの予想値を載せている。

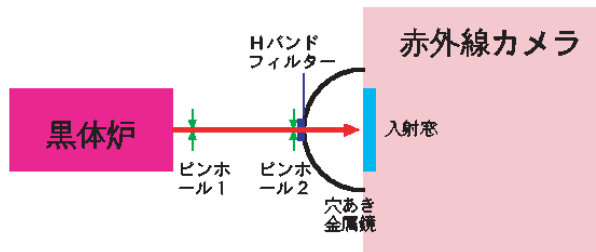


Figure 1: 効率測定配置。

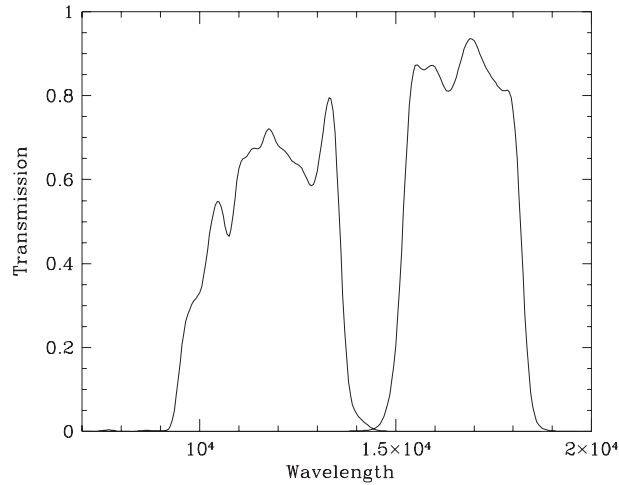


Figure 2: テストに使用したフィルターの透過曲線測定結果。分光光度計を用いて測定。

日付	温度 (K)	黒体炉側 ピンホール 直径 ( $\mu\text{m}$ )	デュワー側 ピンホール 直径 ( $\mu\text{m}$ )	間隔 (mm)	バンド	予想値 (ADU/s)	実測値 (ADU/s)	効率 (%)
20061211	793	332	104	181	<i>H</i>	$3.08 \times 10^6$	$4.57 \times 10^5$	15
	793	1468	104	181	<i>H</i>	$6.00 \times 10^7$	$7.86 \times 10^6$	13
	793	5070	104	181	<i>H</i>	$8.31 \times 10^8$	$1.24 \times 10^8$	15
20061212	623	332	500	181	<i>H</i>	$3.92 \times 10^6$	$8.79 \times 10^5$	22
	623	1468	500	181	<i>H</i>	$7.64 \times 10^7$	$1.43 \times 10^7$	19
	773	100	500	168	<i>H</i>	$6.14 \times 10^6$	$1.10 \times 10^6$	18
20070208	773	332	100	212	<i>H</i>	$1.57 \times 10^6$	$3.82 \times 10^5$	24
	773	1468	100	212	<i>H</i>	$3.08 \times 10^7$	$7.94 \times 10^6$	26
	773	5070	100	212	<i>H</i>	$3.67 \times 10^8$	$8.75 \times 10^7$	24
	1003	332	100	212	<i>H</i>	$1.96 \times 10^7$	$2.92 \times 10^6$	15
	1003	1468	100	212	<i>H</i>	$3.82 \times 10^8$	$6.47 \times 10^7$	17
20070208	773	1468	100	212	<i>J</i>	$1.92 \times 10^6$	$2.55 \times 10^5$	13
	773	5070	100	212	<i>J</i>	$2.29 \times 10^7$	$6.50 \times 10^6$	28
	1003	332	100	212	<i>J</i>	$2.55 \times 10^6$	$3.40 \times 10^5$	13
	1003	1468	100	212	<i>J</i>	$4.99 \times 10^7$	$9.52 \times 10^6$	19
	1003	5070	100	212	<i>J</i>	$5.96 \times 10^8$	$1.41 \times 10^8$	24

Table 2: FMOS IRS1-CAM カメラデュワーの効率測定結果のまとめ。

日付	温度 (K)	黒体炉側 ピンホール 直径 ( $\mu\text{m}$ )	デュワー側 ピンホール 直径 ( $\mu\text{m}$ )	間隔 (mm)	バンド	予想値 (ADU/s)	実測値 (ADU/s)	効率 (%)
20070416	773	332	204	190	<i>J</i>	$2.83 \times 10^5$	$9.79 \times 10^4$	35
	773	1468	204	190	<i>J</i>	$5.53 \times 10^6$	$1.60 \times 10^6$	29
	773	5070	204	190	<i>J</i>	$6.59 \times 10^7$	$2.70 \times 10^7$	41
	773	1468	104	190	<i>J</i>	$1.44 \times 10^6$	$3.47 \times 10^5$	24
	1003	332	104	190	<i>J</i>	$2.15 \times 10^6$	$6.60 \times 10^5$	31
	1003	1468	104	190	<i>J</i>	$4.21 \times 10^7$	$1.08 \times 10^7$	26
	773	332	204	190	<i>H</i>	$5.66 \times 10^6$	$2.35 \times 10^6$	42
	773	332	104	190	<i>H</i>	$1.47 \times 10^6$	$5.19 \times 10^5$	35
	773	1468	104	190	<i>H</i>	$2.88 \times 10^7$	$8.53 \times 10^6$	30
	1003	332	104	190	<i>H</i>	$1.94 \times 10^7$	$7.06 \times 10^6$	36

Table 3: CISCO の効率測定結果のまとめ。

## 2.2 結果

測定結果は Table 2 の実測値に示すとおり。露出時間 16 秒で割り算して、(ADU/s) の単位に直してある。この結果を予想値で割り算した結果が効率となる。測定された効率は 13% から 28% で *J*- *H*- バンドで顕著な違いは見られない。これらの値は Table 1 に示した予想値の半分程度しかない。

## 2.3 CISCO を測定した結果のまとめ

上の測定方法が正しい評価となっているかどうか調べる為に同じセットアップで CISCO の効率測定を行った。ゲインは  $3.5e^-/\text{ADU}$  としている。結果は Table 3 の実測値にまとめたとおりとなり、測定値のばらつきはあるが、*J*-band 31%、*H*-band で 36% となった。大気、望遠鏡を入れた CISCO の効率 *J*-band で 22%、*H*-band で 32% (Motohara et al. 2002) とほぼコンシステントな結果である。

## 3 CISCO を用いたカメラ内光学素子それぞれの効率試験

Figure 3 に示したような配置で、カメラデュワーの光学素子のそれぞれについて効率試験を行った。光学素子を間にはさんだ場合とはさんでいない場合に CISCO で観測される光量の比によって、それぞれの光学素子の効率を推定した。

### 3.1 サーマルカットフィルター、カメラウィンドウについての試験結果

2007 年 3 月 15、16、18 日に CISCO を用いたサーマルカットフィルター、カメラウィンドウの透過率測定を行った。

サーマルカットフィルターは *J*-band  $94 \pm 5\%$ 、*H*-band  $97 \pm 5\%$  で製作時に三鷹で行われた計測結果 (表 2 に掲載) とほぼコンシステントな値となっている。

SiO<sub>2</sub> カメラウィンドウは *J*-band  $90 \pm 5\%$ 、*H*-band  $91 \pm 5\%$  でコーティングのないウィンドウとしてはコンシステントな値となっている。

### 3.2 レンズ群 1、レンズ群 2 についての試験結果

2007 年 4 月 10、11 日に CISCO を用いたレンズ群 1 とレンズ群 2 の透過率測定を行った。

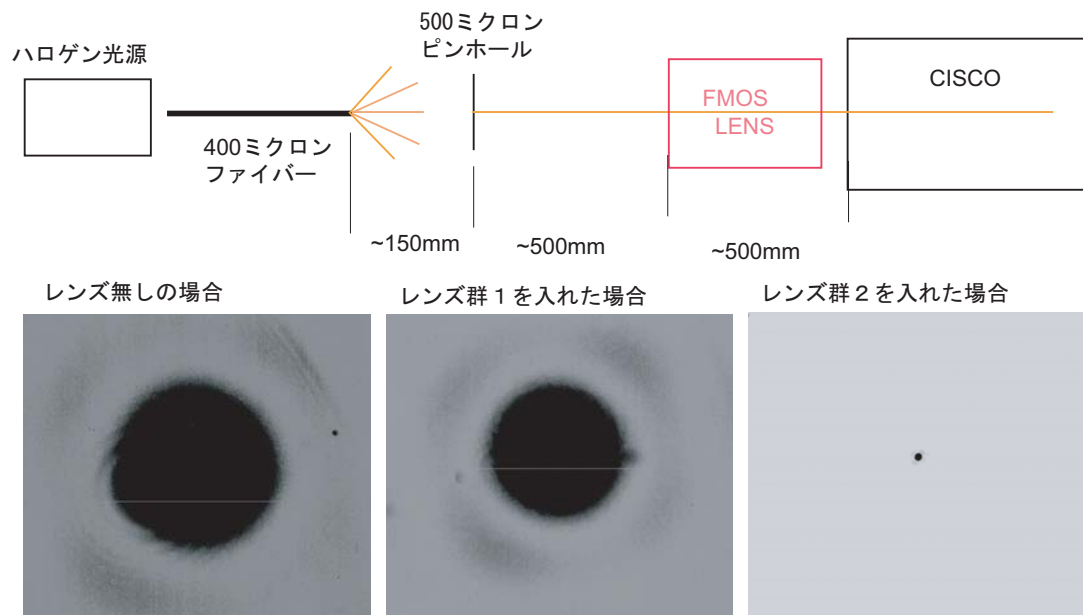


Figure 3: CISCO を用いた光学素子それぞれの効率測定の配置。CISCO で観測される像は同じサイズで示してある。

レンズ群 1 についての測定結果は  $J$ -band  $96 \pm 5\%$ 、 $H$ -band  $94 \pm 5\%$  という結果になった。

レンズ群 2 についての測定結果は  $J$ -band  $91 \pm 10\%$ 、 $H$ -band  $97 \pm 10\%$  という結果になった。レンズ群 2 については特にレンズのパワーが強く、像サイズが  $1/20$  になってしまっていて、レンズを抜いた場合との相対的な比較が難しい。そのため誤差は 10% 程度有り得る。

レンズ群 1,2 を合わせた透過率は  $J$ -band  $87 \pm 14\%$ 、 $H$ -band  $91 \pm 14\%$  で各レンズの AR コーティングより予想される透過率よりも高いが、エラーの範囲内でコンシステントと言える。