

光学系焦点試験

本原顕太郎、岩室史英

1997 年 11 月 10 日

1 目的

前回の試験で得られた焦点位置のずれが直っているかどうかを調べ、さらに新たに来た K' フィルタで K' バンドでの光学性能を調べる。

2 1.65 μ m カットフィルタでの焦点位置の確認

2.1 スリットエッジを用いて大体のボケ具合を確認

まずはスリットサイズを 1mm $\times$ 1mm にして、そのエッジの立ち上がりを見る。得られたフレームは

`/data/971108/971108.0001 ~ 0002.fits`

図 1 にその部分を拡大したイメージと水平方向に 508 行目で切った図を示す。ほぼ 2 ピクセルで立ち上がっているのが分かる。

2.2 スリットをピンホールにしてそのサイズをみる

次にスリットをピンホールにして、そのイメージをとる。得られたフレームは

`/data/971108/971108.0003 ~ 0004.fits`

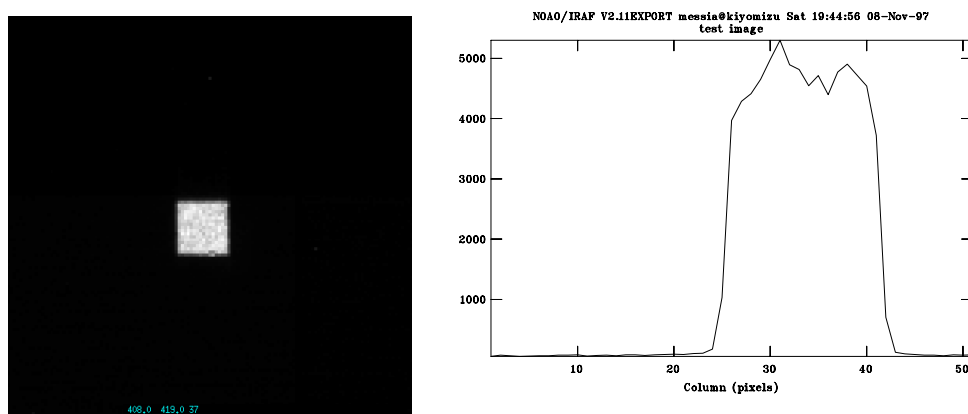


図 1: スリットを 1mm $\times$ 1mm 開いた時の像 ($z_1=0$, $z_2=5500$) (左) と 508 行目のピクセル値 (右)。いずれも拡大してある。フィルターは 1.65 μ m、検出器の温度は 69K、スリットの温度は 79K、積分時間 3 秒。イメージファイルは 971108.0002.fits である。

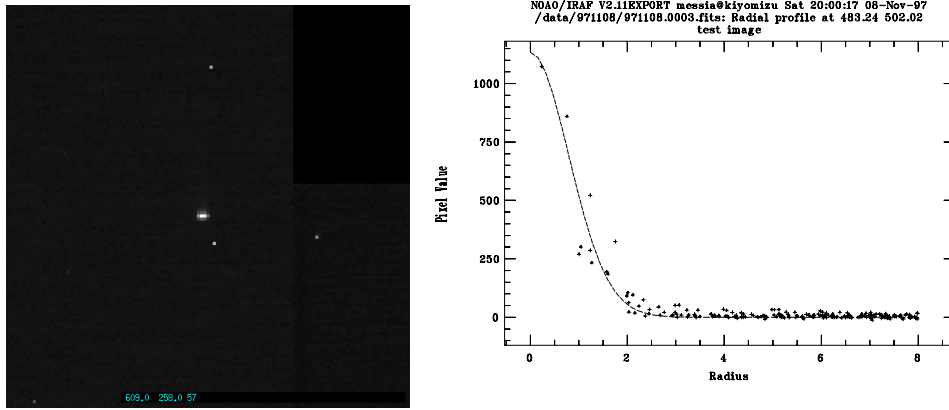


図 2: スリットをピンホールにした時の像 ($z1=0$, $z2=1000$) (左) と IRAF の imexam でピークのプロファイルを表示したもの (右)。フィルターは $1.65\mu\text{m}$ 、検出器の温度は 69K、スリットの温度は 79K、積分時間 3 秒。イメージファイルは 971108.0003.fits である。

図 2 にその部分を拡大したイメージ、およびに IRAF の imexam でみたピークのプロファイルを示す。表示されているイメージの領域は図 1 と全く同じにしてある。ピークの FWHM は 1.68(pix) だった。この値は先ほどのスリットエッジをで見積もった値と大体同じになる。

2.3 豆電球による F 付き光源で確認

豆電球を用いた F 付き光源により正確な焦点位置を調べる。

まずレーザーでスリット上に焦点を結ぶように F 付き光源の光学系を調整した後、光源を豆電球に変え、スリットを開いてそのイメージを取得した。さらに、F 付き光源の光学台をスリット面に対し垂直方向に動かし、ベストフォーカスの位置を調べた。

光学台の位置とイメージの FWHM の値の関係を表 1 に、ピーク付近を拡大したイメージとそのピークのプロファイルを図 3, 4 にそれぞれ示す。

光源の結像位置がスリットの検出器側に入るとボケ像が潰れてくるのが分かる。

いずれにせよ、現在の焦点位置が (少なくとも $1.65\mu\text{m}$ カットフィルタで) ほぼベストフォーカスであると考えられる。

stage	FWHM	filename
-6	3.73	971108.0011.fits
-4	2.04	971108.0012.fits
-2	1.09	971108.0015.fits
-1	0.97	971108.0009.fits
0	1.05	971108.0014.fits
2	2.02	971108.0013.fits
4	4.22	971108.0010.fits

表 1: 光学ステージとピークの FWHM の関係。stage は光学ステージの目盛を表し、-1 がスリット面上に結像している時。値が大きくなるとスリットの検出器側に、小さくなると真空窓側に像が移動する。FWHM は IRAF の imexam コマンドで求めたもの。

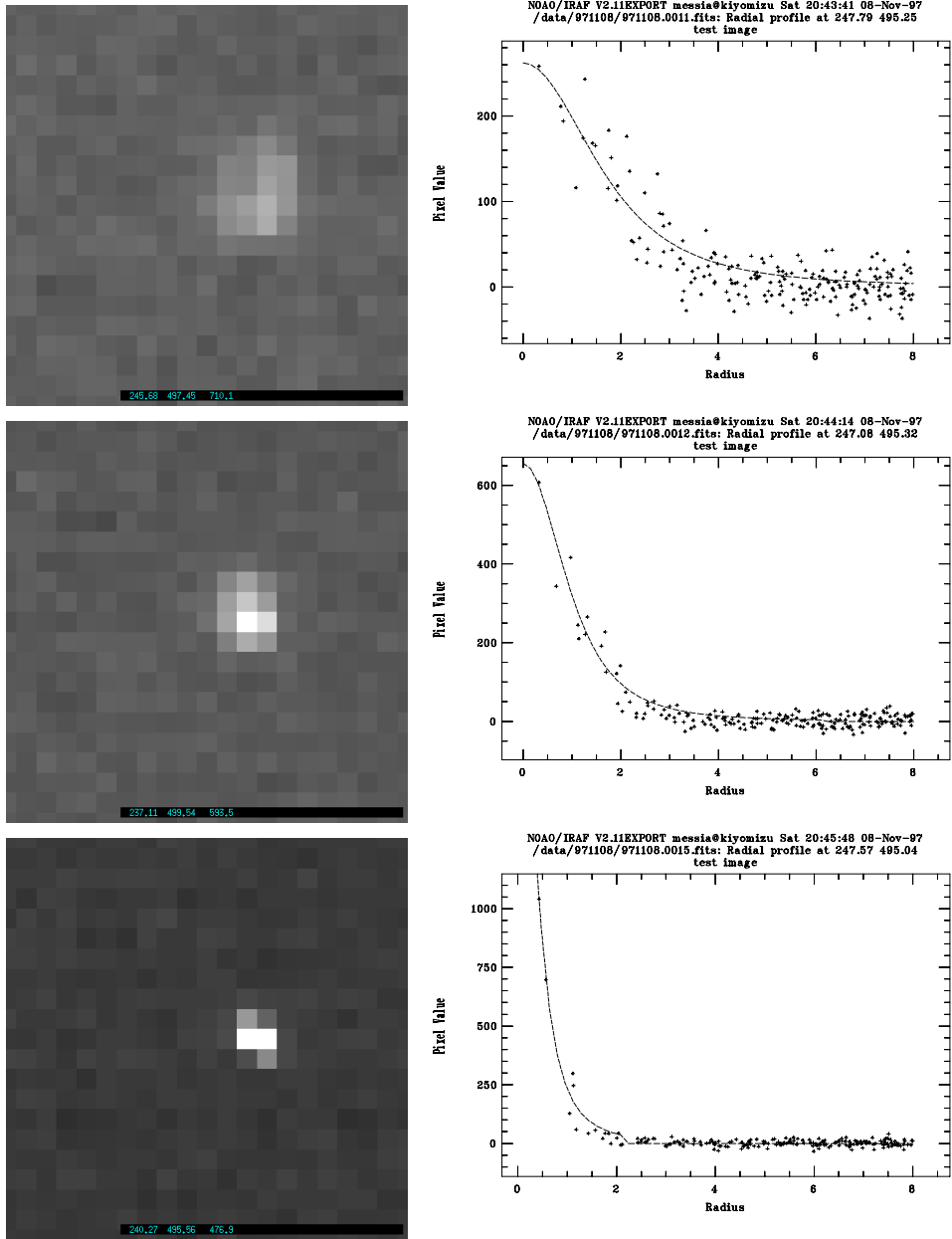


図 3: 豆電球による F 付き光源を入射した時のイメージ ($z_1=300$, $z_2=1100$) (左) と、そのピークのプロファイル (右)。上段から順にステージ位置が -6, -4, -2 のとき。フィルターは $1.65\mu\text{m}$ 、検出器の温度は 69K, スリットの温度は 79K、積分時間 3 秒。

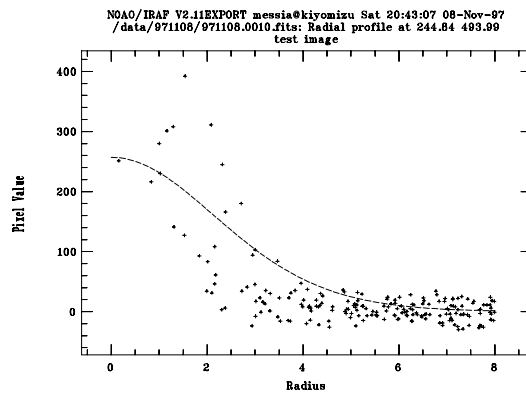
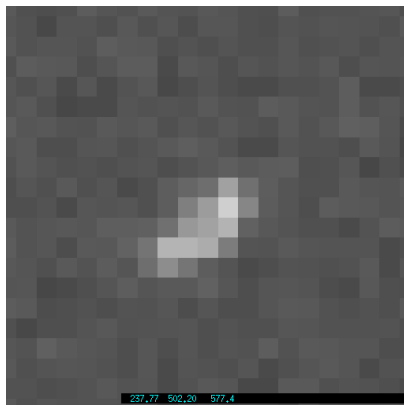
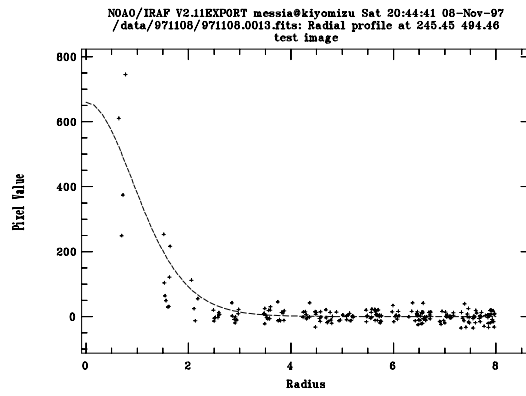
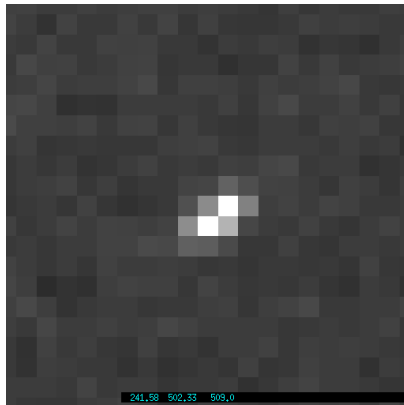
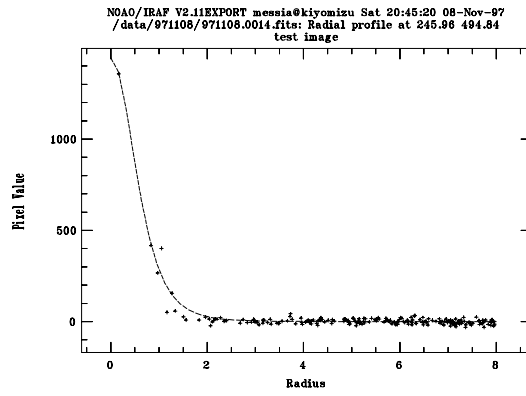
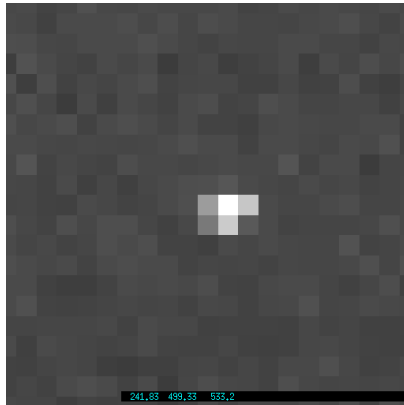
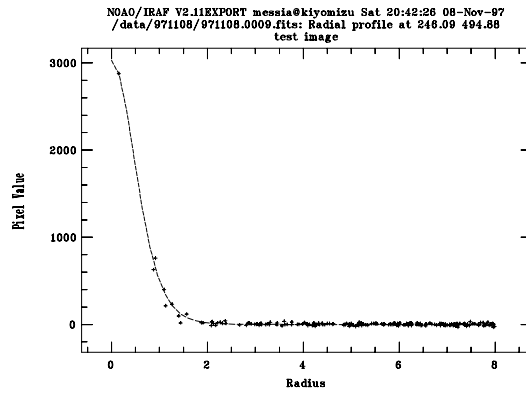
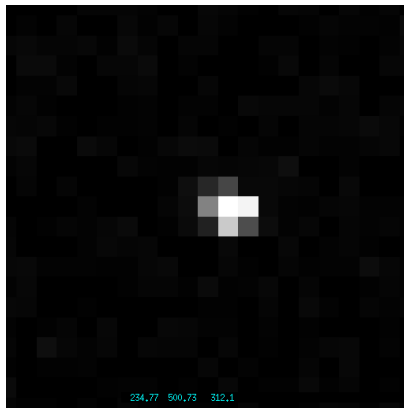


図 4: 前ページの続き。上段から順にステージ位置が -1, 0, 2, 4 の時。ステージ位置 -1 がスリット面上に結像している位置。

3 K' フィルタでの焦点位置の確認

次に、新しく来た K' フィルタで焦点位置を調べる。

3.1 豆電球による F 付き光源で確認

先ほどと同様に、豆電球による F 付き光源のピークを調べる。ただ今度は K' バンドのためバックグラウンドのレベルが高く、FWHM の値が安定しないのでそれぞれの光学台の位置で 3 フレームずつイメージをとった。ピークのプロファイルを図 5 に、光学台の位置と FWHM の関係を表 2 に示す。

フレーム間による FWHM の変動が大きく、どの辺りが正しい焦点なのか余り良く分からなかったが、FWHM の値からいって現在の焦点がほぼあっていないといっている問題ないだろう。

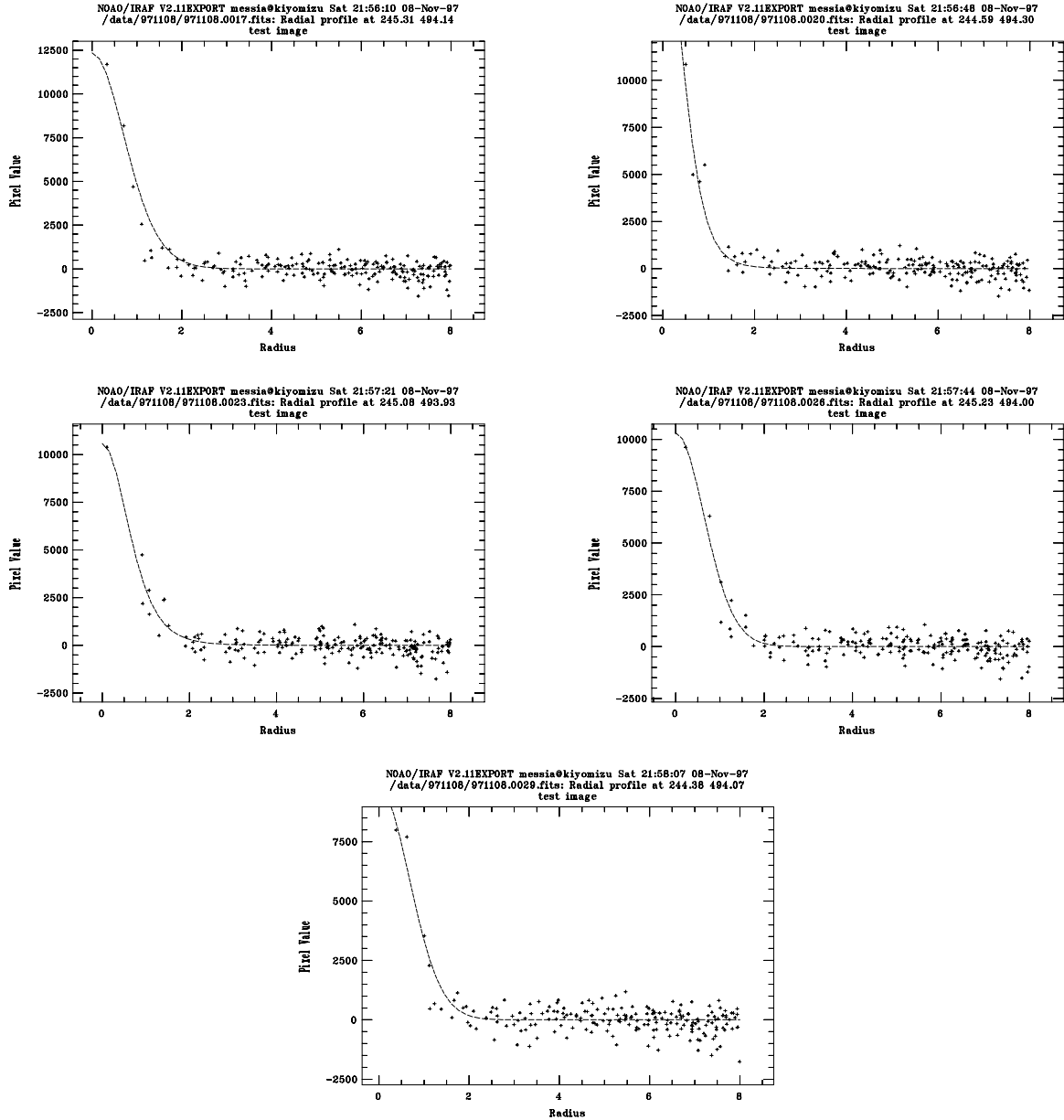


図 5: K' フィルタでのピークのプロファイル。上左から順に、971108.0017.fits, 0020, 0023, 0026, 0029 のもの。

stage	FWHM	filename
-2	1.56	971108.0020.fits
-2	1.54	971108.0021.fits
-2	1.32	971108.0022.fits
-1	1.24	971108.0017.fits
-1	1.35	971108.0018.fits
-1	1.03	971108.0019.fits
-1	1.52	971108.0029.fits
-1	1.54	971108.0030.fits
-1	1.54	971108.0031.fits
-0.5	1.41	971108.0026.fits
-0.5	1.37	971108.0027.fits
-0.5	1.44	971108.0028.fits
0	1.36	971108.0026.fits
0	1.39	971108.0027.fits
0	1.36	971108.0028.fits

表 2: K' での光学ステージとピークの FWHM の関係。

3.2 豆電球による F 付き光源像にプリズムを入れる

次に、プリズムを入れて、先の豆電球による F 付き光源の像に分散をかけてみる。
得られたフレームは

/data/971108/971108.0032.fits プリズムあり
/data/971108/971108.0033.fits プリズムなし

分散をかけたイメージを図 6 の左に、かけなかった時のイメージを右に示す。

問題点は

- 設計では分散をかけなかった時の像を中心として分散がかかるはずだったのに、それよりも上に（短波長側）ずれている
- 分散をかけた像の方がかけなかった時の像よりも左に 2 ピクセルほどずれている

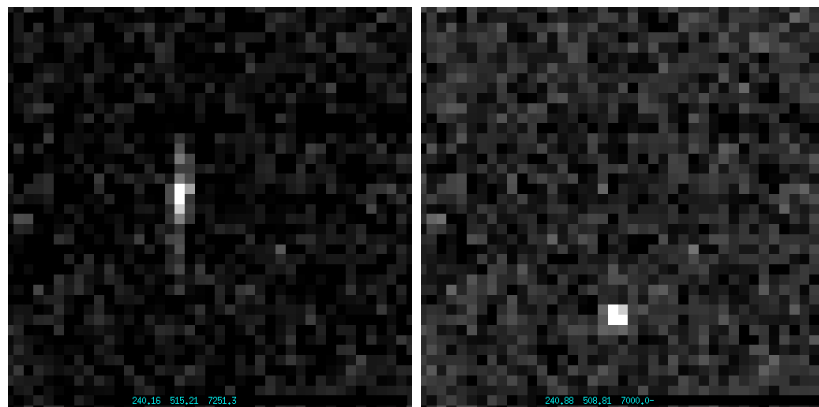


図 6: K' フィルタで見た、豆電球による F 付き光源の像 ($z_1=7000$, $z_2=12000$)。左が直進プリズムを入れたとき、右がプリズムを入れない時。積分時間 1.4 秒。全く同じ領域を表示しているが、分散をかけるとかけない時よりも左に 2 ピクセルほどずれているのがわかる。

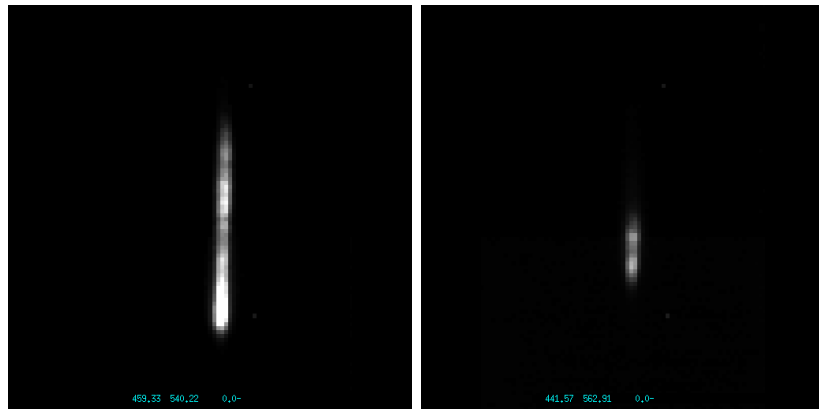


図 7: ピンホール像に分散をかけた時のイメージ。像の部分拡大したものである。積分時間は 10 秒。
(左) がフィルタを入れない時、右が K' フィルタを入れた時。

の 2 点である。

原因はすぐには分からないが、プリズムの設計か製作ミスか？（岩室談）

4 ピンホール像をプリズムで分散をかけてみる

最後に、ピンホール像をプリズムで分散をかける。得られたフレームは

```
/data/971108/971108.0034.fits フィルタなし
/data/971108/971108.0035.fits フィルタ  $K'^{\prime}$ 
```

ピンホールのイメージの部分拡大したものを図 7 に示す。左がフィルタなしの像、右が K' フィルタを入れた時の像である。