

読み出しノイズ

本原顕太郎

1997 年 12 月 9 日

1 1997/11/15 : 望遠鏡取付時、常温

1.1 データ

望遠鏡に取り付けた時、コンプレッサの配管をする前に常温 ($T=254\text{K}$) で 10 秒積分 (って、積分されていないが)、filter=blank。ファイルは

```
testobs1.0001.fits - testobs1.0020.fits
```

1.2 結果

1.2.1 stddev

各ピクセルの 20 枚の間の average, stddev フレームを求めた。それぞれのコドラントの平均値は表 1、ヒストグラムは図 2。

1.2.2 個別フレーム

それぞれのフレームを見たところ、特に周波数成分が載っているようには見えなかった。個別フレームを縦方向と横方向に圧縮してプロットしたものを図 1 に示す。

一見して特に変なフレームが混じっているようにはみえない。しかしながら、 $\langle \text{stddev} \rangle = 18\text{ADU}$ は京大での実験に比べて 4 倍近くにもなる。やはり望遠鏡につけるとノイズ環境は悪くなるのか。

No.	raw stddev		
	quad1	quad2	quad3
0001~0020	18.34	18.54	18.06

表 1: 1997/11/15: 常温でのノイズ

2 1997/11/18 : 冷却中、光学系が完全に冷え切る前

ワークサーフェスの温度が 70K になったくらいで一度、望遠鏡やモーターボックスの configuration を幾つか変えてみてノイズを見る。

2.1 データ

ファイルは

dark.0077.fits - dark.0176.fits

ノイズの測定条件は表 2 の 5 つ。モーターボックスの電源の on/off、モーター保持電流の on/off、それに望遠鏡のトラッキングの on/off の 3 つを変えて行なった。

2.2 結果

2.2.1 個別フレーム

個々のフレームを縦方向と横方向に圧縮して 20 枚並べたのが図 3,4 である。

いずれの組も、1 枚目は余り安定していない。また、0137~0156 の組は 5 枚目までが不安定になっている。

さらにフレームによる傾きの違いやオフセットが結構あり、現時点でこれが quad.4 が読み出せないことと関係があると思われる以上、この影響を除去する必要がある。

とりあえず次項で単純に stddev をとって考える。

2.2.2 stddev

不安定なフレームの影響を除くために、0137~0156 は 6 番目以降の 15 フレーム、それ以外の組は 2 番目以降の 19 フレームで stddev フレームを求め、そのコドラント毎の平均値を表 2 の column 5~7 に示す。また、それぞれのコドラント毎のヒストグラムを図 5 に、それぞれの組の典型的なフレームの quad 2 のイメージを図 7 に示す。

No.	Motor Box	Motor Current	Tracking	raw stddev			fitted stddev		
				quad1	quad2	quad3	quad1	quad2	quad3
0077~0096	○	×	×	6.767	7.541	6.621	6.408	7.168	6.234
0097~0116	○	○	×	9.827	14.68	8.351	9.532	14.64	8.096
0117~0136	×	×	×	6.342	6.724	6.280	6.032	6.402	5.942
0137~0156	○	×	○	8.769	9.370	8.653	8.593	9.156	8.441
0158~0176	×	×	○	7.334	7.705	7.243	6.922	7.252	6.846

表 2: 1997/11/18: 色々環境を変えた時のノイズ。

Motor Box	Motor Current	Tracking	$\sqrt{\text{raw}^2 - \text{fitted}^2}$		
			quad1	quad2	quad3
○	×	×	2.175	2.342	2.230
○	○	×	2.390	1.083	2.048
×	×	×	1.959	2.556	2.032
○	×	○	1.748	1.991	1.904
×	×	○	2.424	2.603	2.365

表 3: 1997/11/18: フレームの傾きの変動が寄与しているノイズ。

フレームのイメージから分かるのは、

- 定常的に 50Hz に起因すると思われる横の縞が載っている。
- 望遠鏡のトラッキングを行なうとこれにさらに高周波の 3kHz の縞が載る
- モーターに保持電流を送ると 50Hz の縞が見えないくらいにランダムノイズのレベルが上昇する

ということである。

0117~0136 が回路の intrinsic なノイズであると仮定してそれぞれのノイズ源の寄与を表 2 の値から概算すると表 4 のようになる。さらに、これを個々のノイズ源に分割したのが表 5 である。

まず、トラッキングによる高周波のノイズは 3.5ADU 程度あり、またフレームを見ても良く分からないものの、モーターボックスからのノイズの寄与が 2~3ADU もあることが分かる。

さらに、モーターボックスの電源を入れてトラッキングを行なうことによりそれぞれの成分がどちらも大きくなっている。これは、フレームのイメージを見てもトラッキングによる 3kHz の縞が濃くなっていることから分かる。

2.2.3 fitted stddev

個別フレームを見ると、オフセットが載ったり傾きが変わったりしているのが分かる。現時点でこれはコドラント 4 が死んでいることと関係があるとおもわれる。

その影響をとりのぞくために、各コドラントの [151:500,151:500] の領域を一次平面でフィットして、その residual フレームで stddev フレームを作る。それぞれのコドラントの結果先ほどと同様の解析を行なった結果がそれぞれの表の column 8~10 である。また、フレームの傾きの変動がどれくらいノイズとして寄与しているのかを表したのが表 3 である。最後にコドラント毎のヒストグラムを図 6 に示す。

傾きの変動の影響を考慮に入れても、おおよその傾向は全く変わらなかった。

Noise Source		raw stddev			fitted stddev		
		quad 1	quad 2	quad 3	quad 1	quad 2	quad 3
MotBox		2.360	3.414	2.097	2.163	3.224	1.886
MotBox+	MotCur	7.507	13.05	5.505	7.381	13.17	5.499
MotBox+	Tel	6.056	6.526	5.953	6.120	6.546	5.995
	Tel	3.683	3.762	3.609	3.395	3.047	3.400

表 4: 1997/11/18: ノイズ源の寄与

Noise Source	raw stddev			fitted stddev			備考
	quad 1	quad 2	quad 3	quad 1	quad 2	quad 3	
MotBox	2.360	3.414	2.097	2.163	3.224	1.886	tracking している時
	4.087	5.332	4.734	5.092	5.794	4.938	
MotCur	7.126	12.60	5.089	7.057	12.77	5.165	MotBox=on の時
Tracking	3.683	3.762	3.609	3.395	3.047	3.400	
	5.577	5.561	5.571	5.725	5.697	5.691	

表 5: 1997/11/18: 個別のノイズ源の寄与

3 1997/11/20 (1): 冷却中

温度が安定したところで、前節のように望遠鏡やモーターボックスの configuration を幾つか変えてみてノイズを見る。

3.1 データ

ファイルは

noisetest.0915.fits - noisetest.0974.fits

ノイズの測定条件は表 6 の 3 つ。モーターボックスの電源の on/off、コールドヘッドの on/off の 2 つを変えて行なった。

3.2 結果

3.2.1 個別フレーム

フレームを二次元化したものを図 8 に示す。やはり 1 フレーム目がおかしい。また、0955~0974 の組では 5 枚目までが不安定である。

3.2.2 stddev

やはり 1 フレームを除いて、フィットしなかったものとフィットしたものの stddev フレームを各々作る。ただし、0955~0974 の組では 5 枚目までを除いている。結果を先と同様に表 6 に示す。また、ヒストグラムを図 9, 10 に示す。また、フレームの傾きの変化による寄与分を表 7 に示す。

No.	Motor Box	Motor Current	Track- ing	Cold Head	raw stddev			fitted stddev		
					quad1	quad2	quad3	quad1	quad2	quad3
0915~0934	○	×	×	○	8.039	8.592	7.522	7.225	7.534	6.600
0935~0954	×	×	×	○	6.715	6.789	6.624	6.304	6.358	6.192
0955~0974	×	×	×	×	6.224	6.305	6.116	6.124	6.182	5.990

表 6: 1997/11/20 (1): 色々環境を変えた時のノイズ。

Motor Box	Motor Current	Track- ing	Cold Head	$\sqrt{\text{raw}^2 - \text{fitted}^2}$		
				quad1	quad2	quad3
○	×	×	○	3.535	4.131	3.608
×	×	×	○	2.313	2.380	2.353
×	×	×	×	1.111	1.239	1.235

表 7: 1997/11/20 (1): フレームの傾きの変動が寄与しているノイズ。

Noise Source	raw stddev			fitted stddev		
	quad 1	quad 2	quad 3	quad 1	quad 2	quad 3
MotBox	4.420	4.152	3.564	3.530	4.042	2.285
Cold Head	2.521	2.517	2.544	1.496	1.486	1.567

表 8: 1997/11/20 (1): 個別のノイズ源の寄与

まず、トラッキング off: モーターボックス on: CHon の状態のノイズが、同じ条件になっているはずの 1997/11/18 の結果に比べて大きくなっているのが目につく。この間、観測を行なってヘリウムの特ランスファチューブの配置などが変わっているなどで、グラウンドラインに載るノイズが変動したせいではないかと考えられる。

次に個別のノイズ源の寄与を求めたものを表 8 に示す。今度もモーターボックスからの寄与が前節の結果よりも大きくなっている。やはりこの日は全体としてノイズが大きくなっていた模様。

4 1997/11/20 (2) : 冷却中

モーターボックスがかなりのノイズ源になっているが、そのノイズが電源ケーブルからまわりこんでいるのではないかと考え、モーター電源のとり方を変えてみてノイズを見る。

4.1 データ

ファイルは

noisetest.0975.fits - noisetest.1054.fits

ノイズの測定条件は

- ドームの壁面からとる (Wall)
- モーターボックスの電源を回路電源と同じタップからとる (Same)
- モーターボックス off(Off)

の三つである。最後のは、どれくらいノイズ源になっているかを見るためのコントロールサンプル。フレーム番号との対応は表 9にある。

4.2 結果

4.2.1 個別フレーム

フレームを二次元化したものを図 11に示す。相変わらず1フレーム目は変。また、1015~1034の組では途中でフレームの傾きが一時大きくなった後また小さくなっている。

4.2.2 stddev

フィットしなかったものとフィットしたものの stddev フレームを作り、それぞれのコドラント毎の平均を表 9の column 6~11 に示す。また、フレームの傾きの変化による寄与分を表 10に示す。やはり、1015~1034の組は傾きの変動からの寄与が他の組に比べて格段に大きいのが分かる。

結果は、壁からとった方がノイズが大きくなってしまうというものだった。壁の中を通っているグラウンドが大きなループを作ってしまう、そこからの寄与があるためからかもしれない。

No.	Status Name	Motor Box	Track- ing	Cold Head	raw stddev			fitted stddev		
					quad1	quad2	quad3	quad1	quad2	quad3
0975~0994	Wall	○	×	×	7.837	8.216	7.203	7.457	7.828	6.759
0995~1014	Same	○	×	×	6.910	7.065	6.728	6.508	6.562	6.26
1015~1034	Off	×	×	×	7.105	7.433	6.928	5.934	6.005	5.788
1035~1054	Off	×	×	×	6.298	6.492	6.273	5.819	5.891	5.713

表 9: 1997/12/20 (2): 色々環境を変えた時のノイズ。

Status Name	Motor Box	Track- ing	Cold Head	$\sqrt{\text{raw}^2 - \text{fitted}^2}$		
				quad1	quad2	quad3
Wall	○	×	×	2.141	2.495	2.490
Same	○	×	×	2.323	2.618	2.465
Off	×	×	×	3.908	4.381	3.807
Off	×	×	×	2.409	2.728	2.591

表 10: 1997/11/20 (2): フレームの傾きの変動が寄与しているノイズ。

5 1997/11/27 (1) : 観測中

5.1 データ

雲が出てきたため観測が中断した時に、20 秒積分でノイズデータを取得した。
ファイルは

dark.2620.fits - dark.2639.fits

5.2 結果

5.2.1 個別フレーム

二次元化したフレームは図 13。ラテントイメージの影響なのか、フレームの縦の傾きが徐々に減って
いっている。また、これまでのノイズを取ったフレームと違って、大きく横方向にも変化しているのが分
かる。

そこで生のフレームを図 15 に示す。

始めの 3 つのフレームはそれぞれ、1 枚目、11 枚目、20 枚目のフレームである。明らかに、ラテン
トのせいでダークカレントが大きい領域が特に明るくなっているのが分かる。

ただ、10 枚目あたりではすでにほぼ落ちついてしまっているものの、これまでと違うのは

- フレームが縦横両方の向きで曲がっていることで、特に quad1 がひどい。おそらくラテントの影響で
ダークカレントの大きい領域のレベルが大きくなることと関係があるのだろう。
- 図 15 の右下をみると、引っかいたような模様が見られる。

後者の模様はこれまで、しばらく電源を切っていた後で電源を入れた時に 30 分程度見られ、
ほうっておくといつの間になくなっていく模様と酷似しているが、良くは分からない。

ただ、電源を投入した時との相似点としては、高レベルの露出を行なったあとの状態になっているとい
うことくらいだろうか。でも電源投入時の方は常温で、投入後も定期的リセットを入れているもののさ
ちりまくっている状態になっているのに対し、今回はさちるレベルまでは露出は行っていないし、定期
的にリセットをかけているという点では全く正反対の状態になっていることも確かか…

何か良く分からないことが起こっていて、壊れたコドラントとも関係があるのかもしれない。

5.3 fitted stddev

今回はフレームの傾きの変動が余りにも大きい上、始めのフレームはラテントの影響を受けまくってい
るので、

- フレームの傾きを 2 次の spline 関数でフィット
- 始めの 7 枚は捨てて、残りの 13 枚から stddev フレームを作る

で stddev を得た。

コドラント毎の平均を表 11 に、ヒストグラムを図 14 に示す。

予想通り、極めてノイズが大きくなっているのが分かる。

No.	fitted stddev		
	quad1	quad2	quad3
0001~0020	18.90	19.35	17.28

表 11: 1997/11/27: 後半 13 枚を 2 次の spline でフィットして得られた stddev。

6 971127 (2) : 観測終了後

6.1 データ

観測が終了した後、色々な条件を変えてノイズを見る。積分時間は 20 秒。ファイルは

dark.2640.fits - dark.2799.fits

である。測定条件は

- モーターボックス電源 on/off
- コールドヘッド on/off
- コンプレッサー on/off
- コールドヘッド電源ケーブル脱着
- He トランスファーチューブ脱着
- 望遠鏡トラッキング on/off
- 望遠鏡主電源 on/off

である。その他に、2680~2699 の組を取る時からコールドヘッドを切った状態にしており、その後は徐々に温度が上昇している。最終的に 2780~2799 の組を取った時は 80K に達していた。また、当然のことながらモーターの保持電流は流していない。

6.2 結果

6.2.1 個別フレーム

二次元化したフレームを図 16, 17 に示す。

2640~2659, 2660~2679 では比較的安定していたフレームが、それ以降の組では徐々におかしくなっているのが、まず目につく。これは冷却を止めたために温度が上昇し、そのために検出器が不安定になってきたためではないかと考えられる。

また、それぞれの組の先頭フレームを図 18, 19, 20 に示す。どのフレームにも周波数成分が乗っており、それがノイズ源になっていると考えられる。この周波数成分は 50Hz の低周波のものと、kHz オーダーの高周波のものに大別される。また、たとえ同じ組のフレームだとしてもこれらが見えたり見えなかったりすることが多い。

それぞれの組の特徴は：

No.	Motor Box	Cold Head	Comp- ressor	CH cable	Trans. Tube	Track- ing	Tel. Pow	fitted stddev		
								quad1	quad2	quad3
2640~2659	×	×	○	○	○	○	○	7.146	7.160	6.929
2660~2679	×	○	○	○	○	○	○	8.347	8.343	8.239
2680~2699	○	×	○	×	○	○	○	14.85	15.23	14.48
2700~2719	○	×	×	×	○	○	○	11.15	11.25	10.90
2720~2739	○	×	×	○	×	○	○	6.164	6.176	5.881
2740~2759	○	×	×	×	×	○	○	5.595	5.568	5.146
2760~2779	○	×	×	×	×	×	○	5.482	5.577	5.142
2780~2799	○	×	×	×	×	×	×	5.681	5.678	5.185

表 12: 1997/11/27 (2): 色々環境を変えた時のノイズ。

2640～2659 50Hz の横縞が鮮明に見えている。他に、1.5kHz 程度の高周波の波が弱く見えている。

2660～2679 高周波が2成分以上重なっているようだ。一番強いものが3kHz 程度で、50Hz はそれに埋まって見えないことが多い。

2680～2699 高周波が3成分以上ある。一番強いのは上と同じ3kHz のもの。他に、20kHz 程度のスパイク状の成分がはっきり見えている。50Hz はこれらに埋まって全く見えない。

2700～2719 これも高周波が3成分以上はある。一番強いのはやはり3kHz のもの。また、10kHz 足らずの比較的弱いものも見える。50Hz は全く見えず。

2720～2739 周波数成分の強度が極めて小さくなった。高周波成分が2つほど（片方は3kHz）弱く見えているものの、50Hz は全く見当たらない。トランスファーチューブを抜いたおかげだろう。

2740～2759 これも上と同じ。温度が上がってきたためだろう、ダークカレントが大きい領域のダークが気になり出す。

2760～2779 ダークがさらに大きくなっている。周波数成分の寄与は一見変わらない。

2780～2799 ダークのせい、フレーム全体が明るくなってきている。

あきらかにトランスファーチューブを繋いでいるか繋いでいないかで極端に周波数成分の乗り方が変わっている。トランスファーチューブの部分は絶縁する必要がある。

6.2.2 fitted stddev

フレームの傾きの変動が大きく曲がり方が変動するし、後半の組はダークカレントが大きい領域の影響を受けているので、組毎に適当な領域を切り出して2次の spline 関数でフィットしたもので stddev フレームを作る。

各組毎に切り出した領域は表 13のとおり。

結果は表 12と、ヒストグラムを図 21, 22に示す。

これから見てとれるのは

- コールドヘッドのコードと He トランスファーチューブを抜いてしまうと、望遠鏡を動かしていようとしまいとノイズが変化しなくなっている。このことから、少なくとも望遠鏡のトラッキングによるノイズ成分はコールドヘッドケーブルとトランスファーチューブ経由で入ってきているらしい。
- コールドヘッドケーブルを抜いて、トランスファーチューブだけを差した状態ではノイズレベルが非常に高くなり、フレームを見た感じからいって高周波成分を拾うようになっているためである。冷凍機のグラウンドの配線が変わったことと関係ある模様。

No.	quad1	quad2	quad3
2640～2659	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2660～2679	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2680～2699	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2700～2719	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2720～2739	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2740～2759	[521:750,151:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2760～2779	[521:700,281:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]
2780～2799	[521:700,281:510]	[151:510,151:510]	[151:510,663:1000]

表 13: 1997/11/27 (2): フィットするのに用いた領域

しかしながら、この直前に一度トランスファーチューブを抜いており、その際にトランスファーチューブの望遠鏡との接触状態が変化したためである可能性も否定できない。

次回の観測でトランスファーチューブの絶縁がちゃんとできれば問題ないことではあるのだが。

- 二次元化したイメージを見ると、最後の組（すべての電源を切った状態：2780~2799）だけ、縦方向に圧縮したイメージと横方向に圧縮したイメージの分散が同じくらいになっている。なぜ？しかもノイズには全く影響していない模様。もっとわからん。

このデータからとりあえず切り出せるノイズ成分を表 14 に示す。

Noise Source	fitted stddev			備考
	quad 1	quad 2	quad 3	
Cold Head	4.314	4.283	4.458	望遠鏡のトラッキング？
CH cable	2.587	2.672	2.847	

表 14: 1997/11/27 (2): 個別のノイズ源の寄与

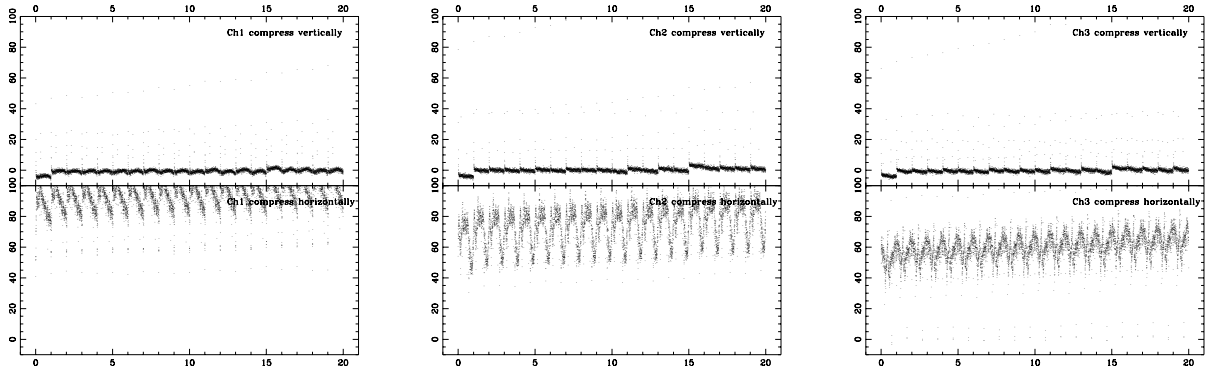


図 1: 1997/11/15: 全 20 フレームを縦方向と横方向に 2 次元化して並べたもの。

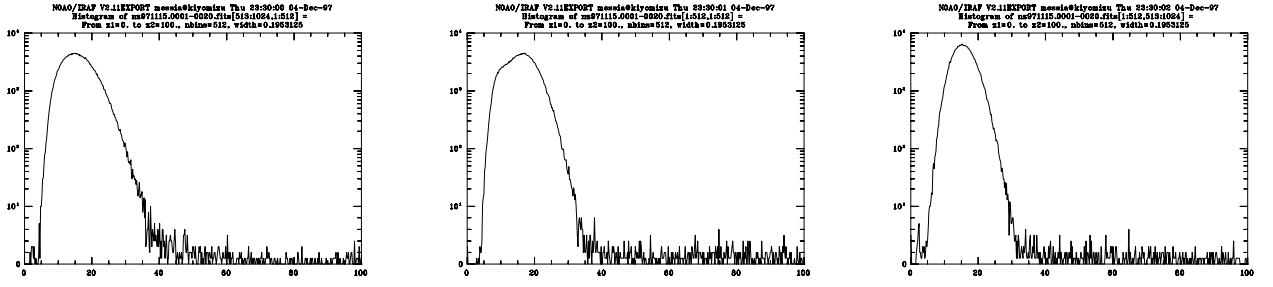


図 2: 1997/11/15: 常温で望遠鏡にとりつけた時の stddev フレームのヒストグラム。左上から順にコドラント 1,2,3 のもの。

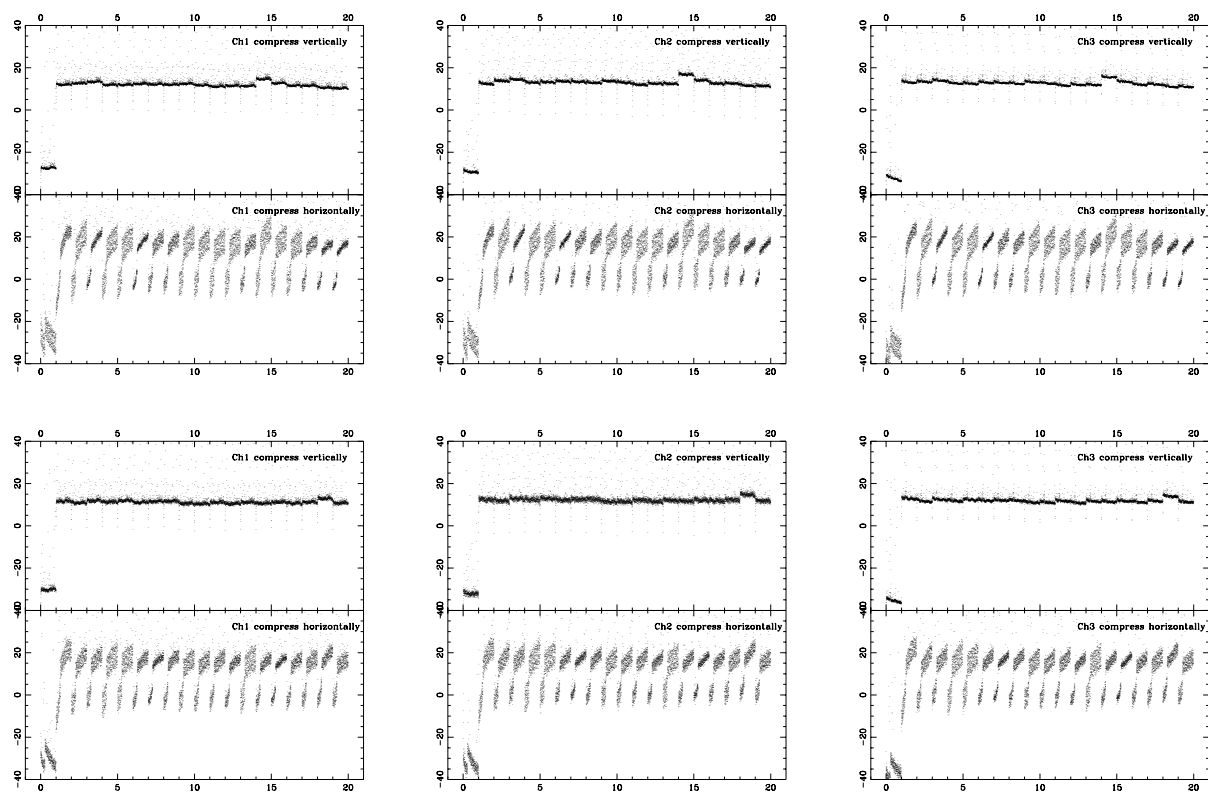


図 3: 1997/11/18: 2次元化した20枚のフレーム。上から行の順に 0077~0096, 0097~0116、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

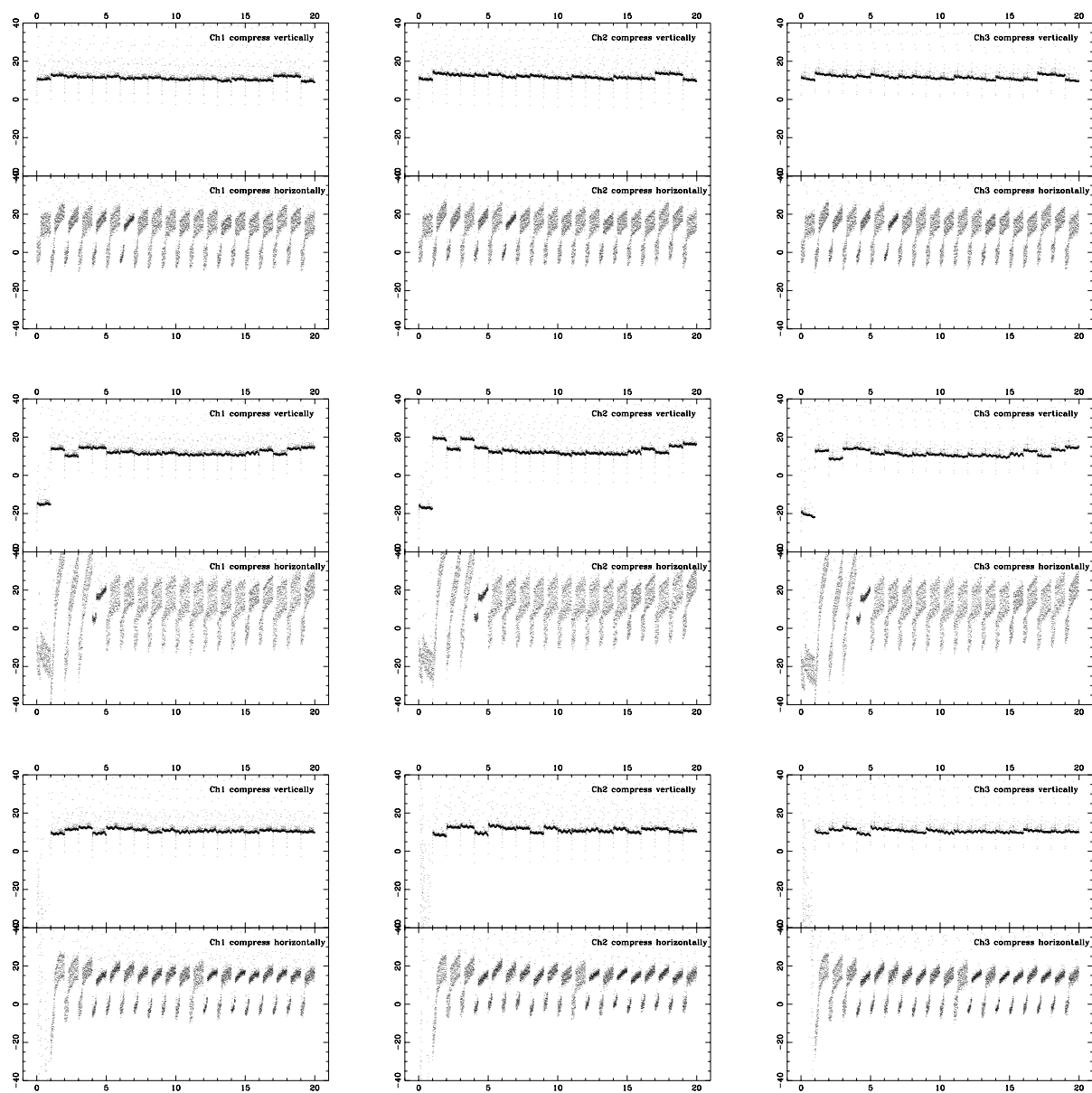


図4: 1997/11/18: 2次元化した20枚のフレームの続き。上から行の順に 0117~0136, 0137~0156, 0158~0176、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

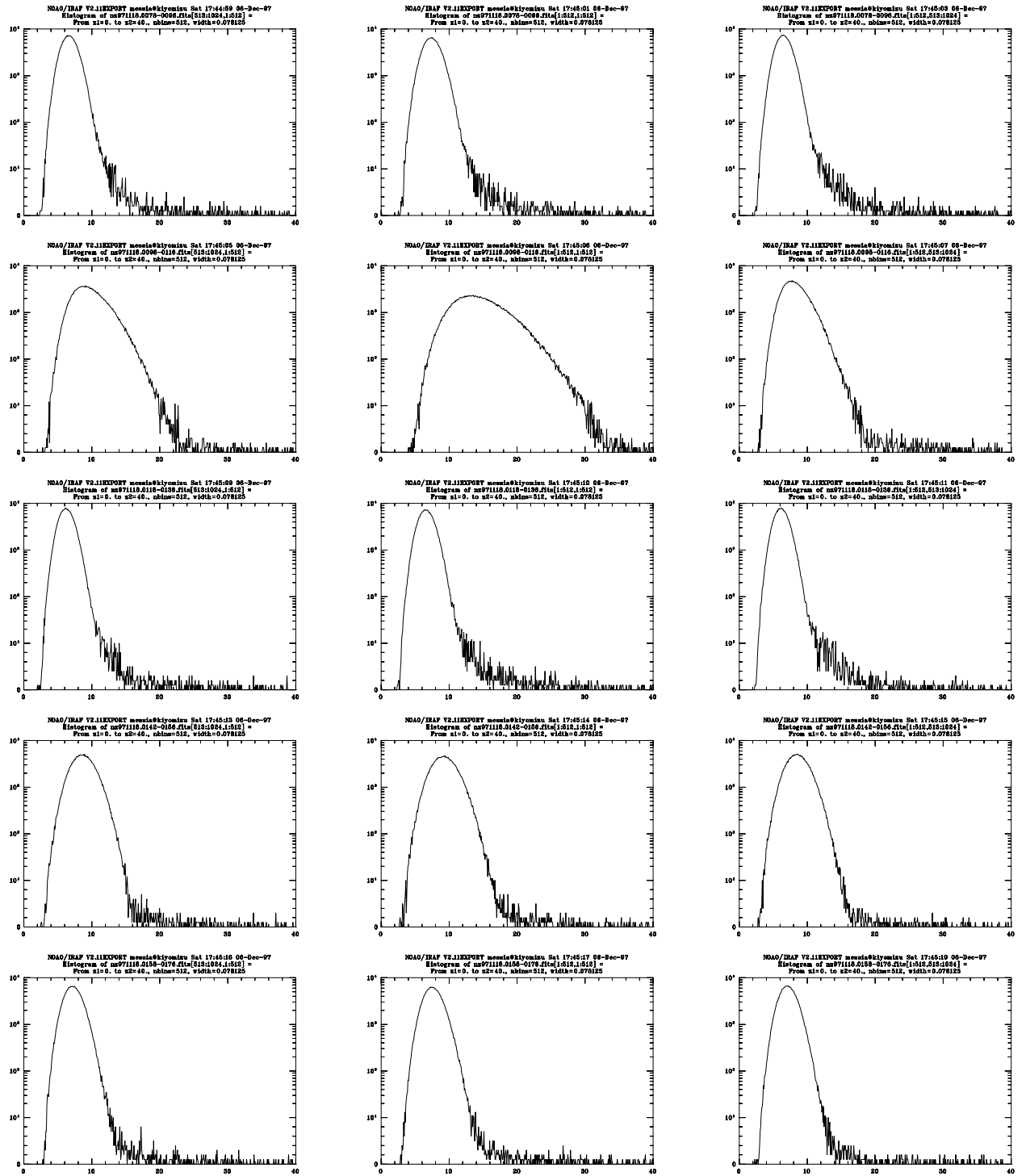


図 5: 1997/11/18: 温度が安定してすぐくらいの時の stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 0078~0096, 0098~0116, 0118~0136, 0142~0156, 0158~0176、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

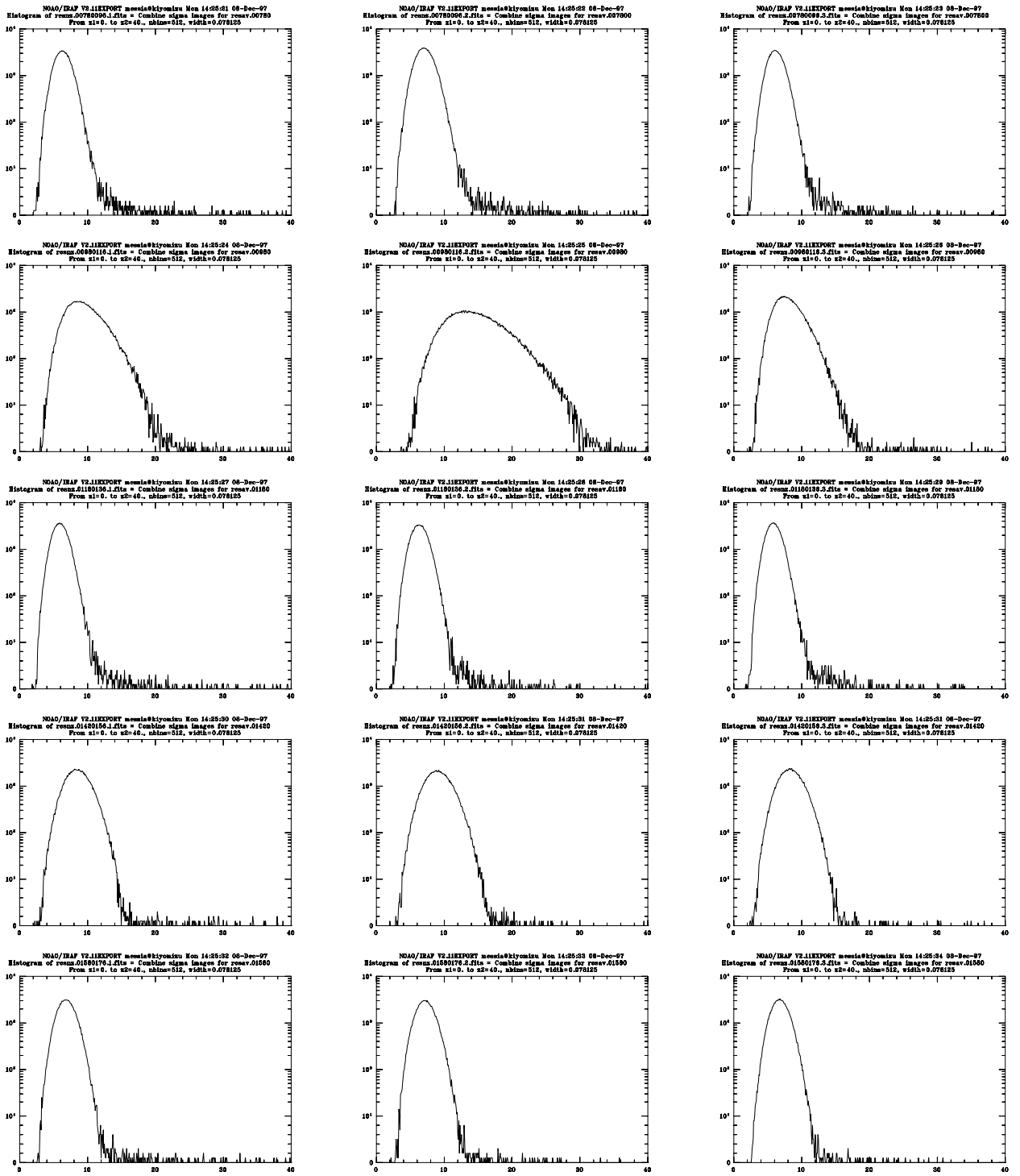


図6: 1997/11/18: フレームの傾きを除去した時の stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 0078~0096, 0098~0116, 0118~0136, 0142~0156, 0158~0176、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

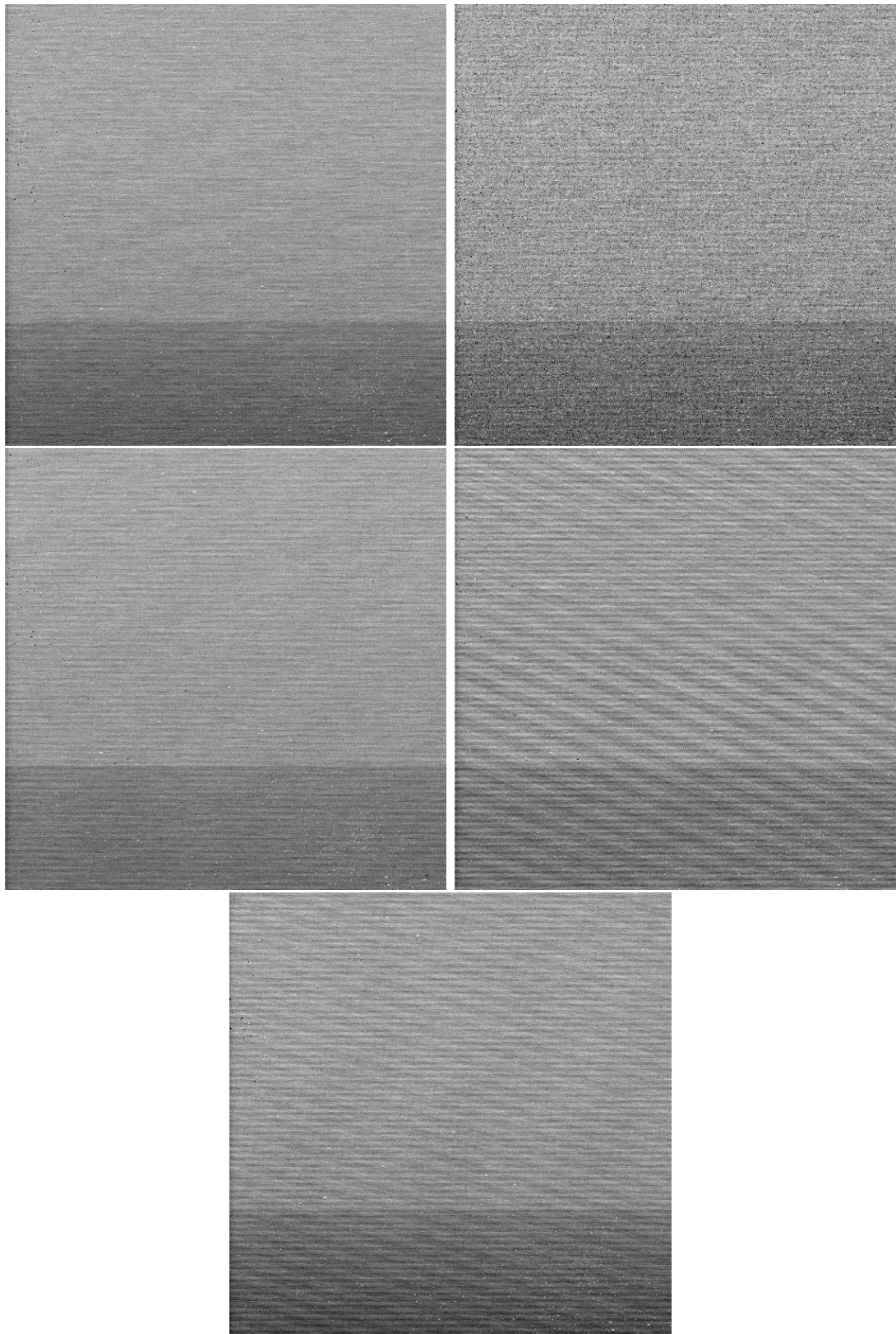


図 7: 1997/11/18: それぞれの組の代表フレームの quad 2。左上から順に dark.0078.fits, dark.0098.fits, dark.0118.fits, dark0142.fits, dark.0158.fits 。

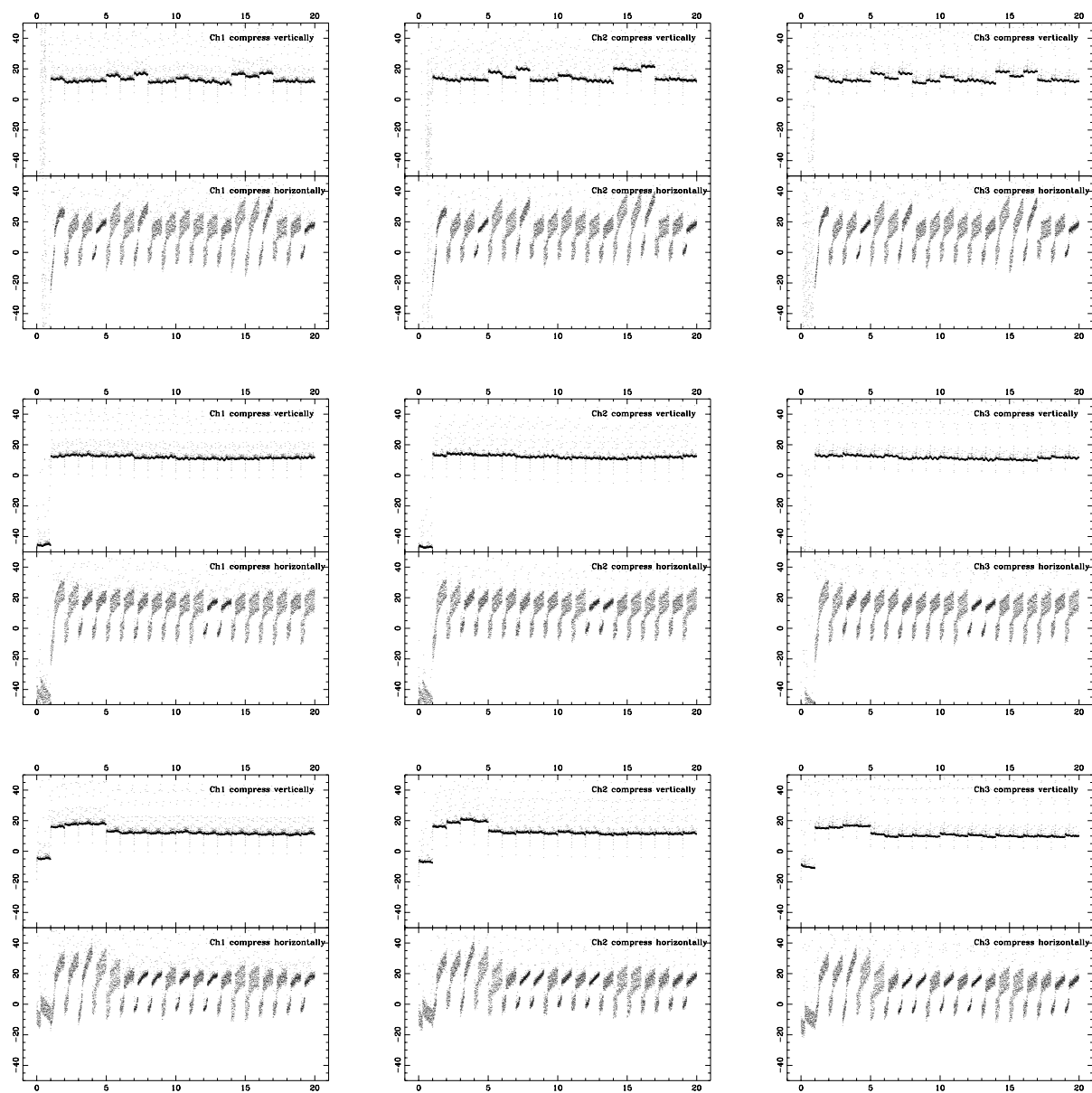


図8: 1997/11/20 (1): 2次元化した20枚のフレーム。上から行の順に 0915~0934, 0935~0954, 0955~0974、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

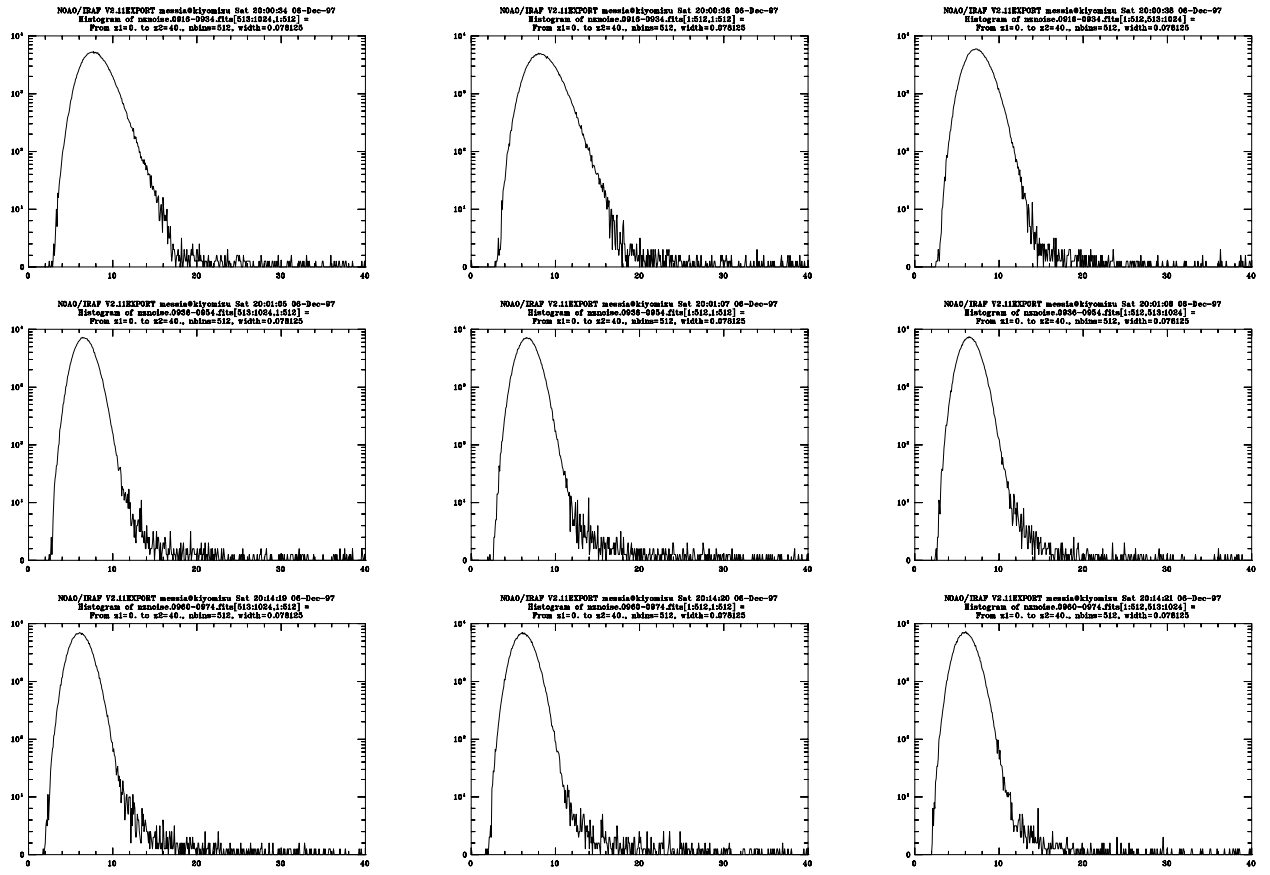


図9: 1997/11/20 (1):stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 0916~0934, 0936~0954, 0956~0964、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

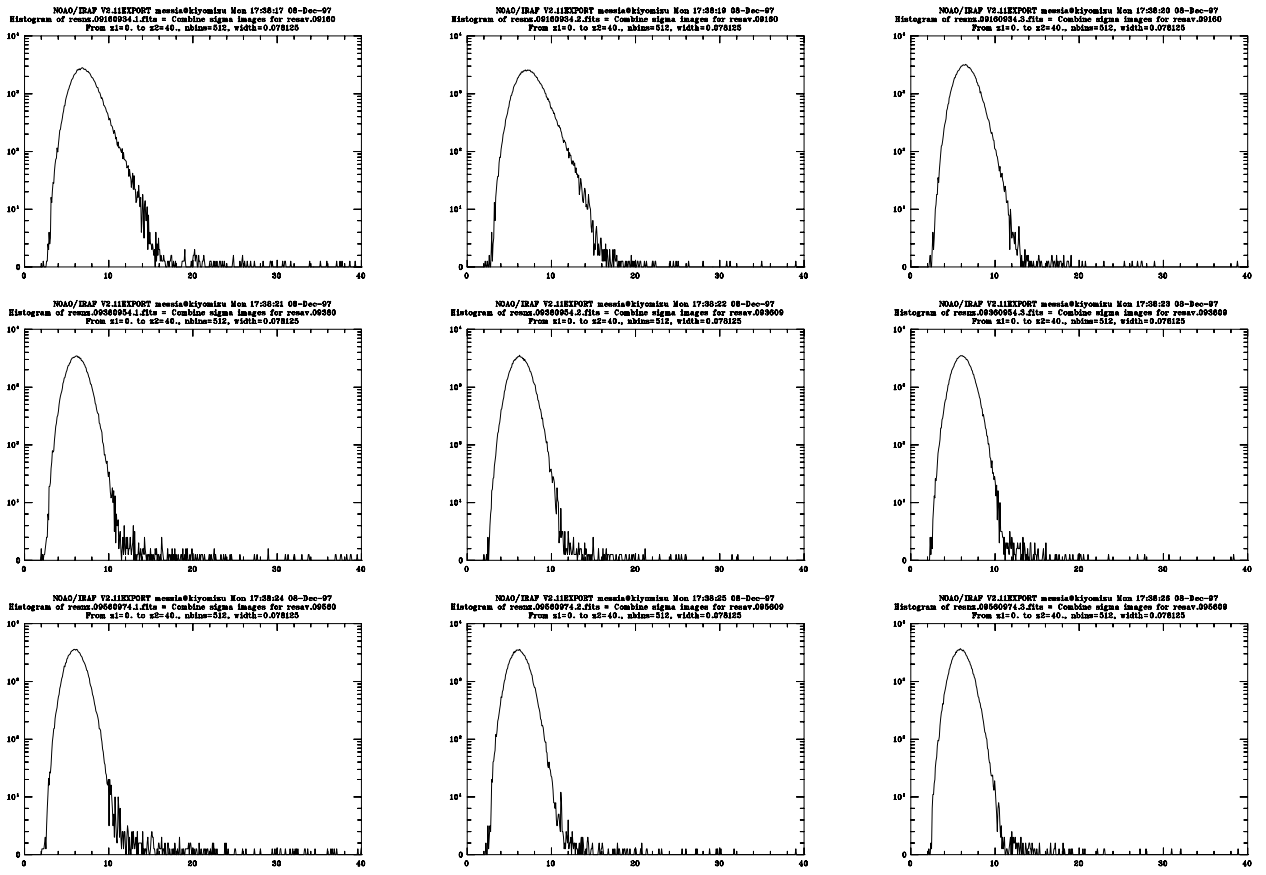


図 10: 1997/11/20 (1): フィットして傾きの変動の寄与を除去した stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 0916~0934, 0936~0954, 0956~0964、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

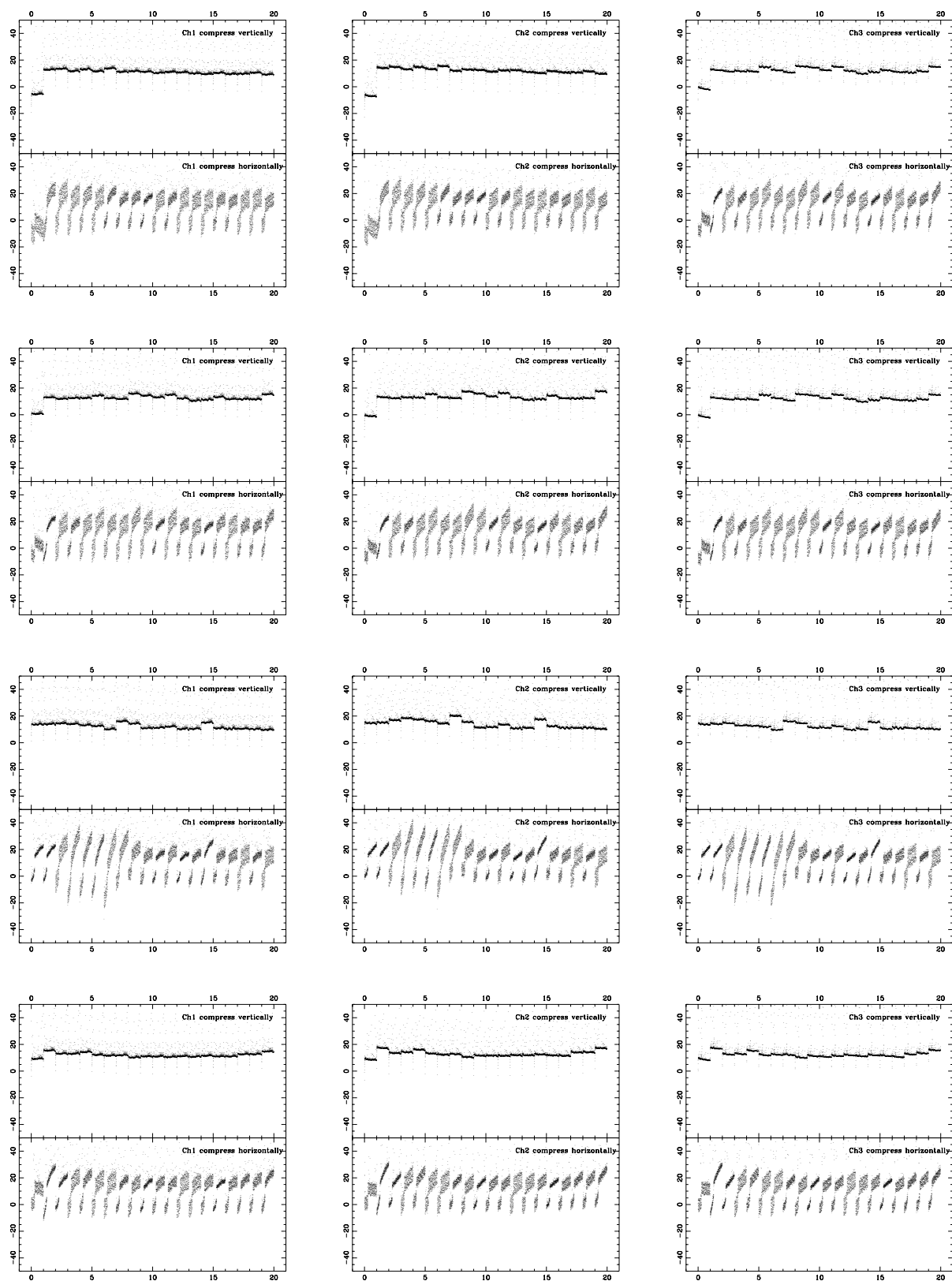


図 11: 1997/11/20 (2): 2次元化した20枚のフレーム。上から行の順に 0975~0994, 0995~1014, 1015~1034, 1035~1054、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

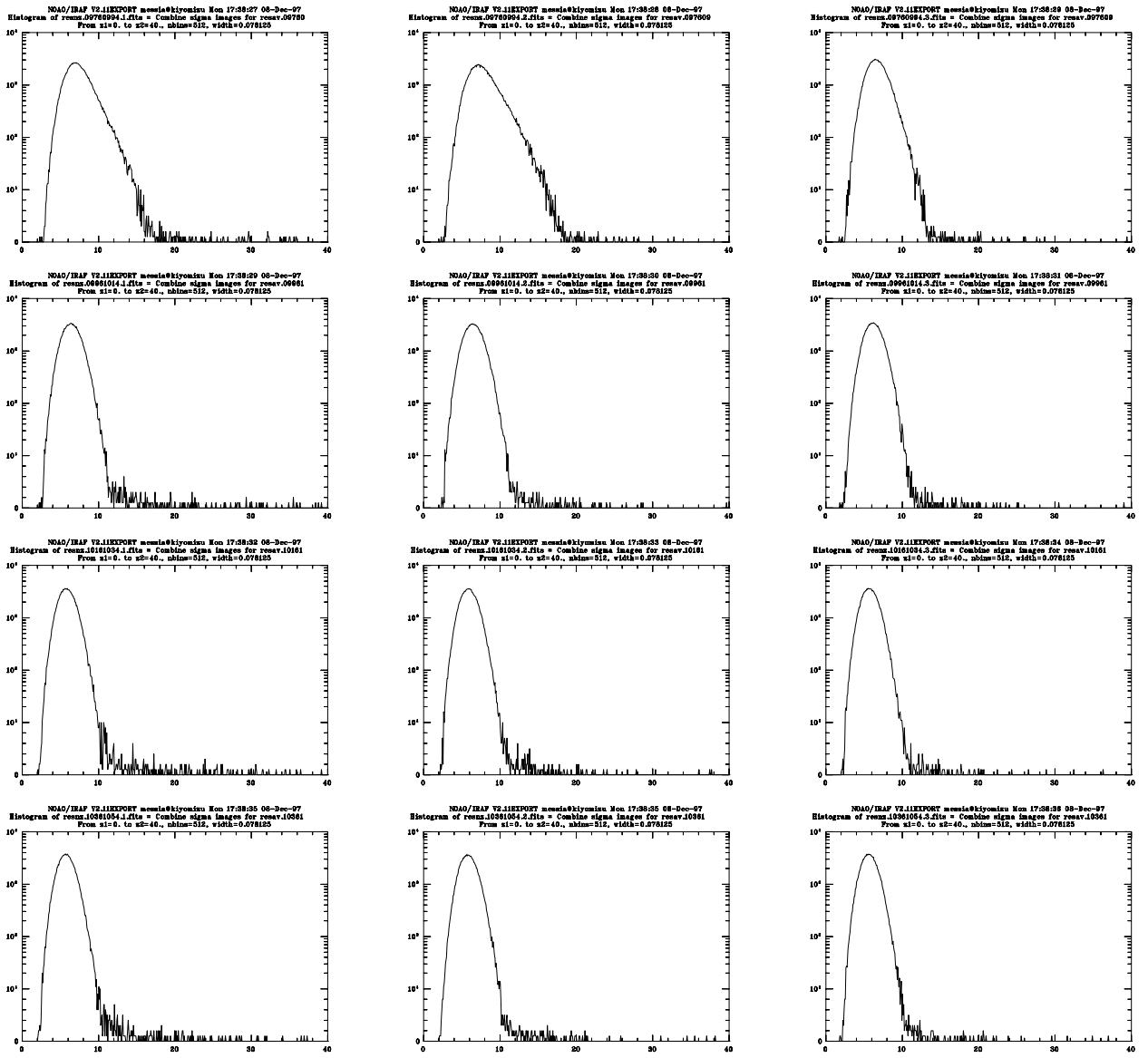


図 12: 1997/11/20 (2): フィットして傾きの変動の寄与を除去した stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 0975~0994, 0995~1014, 1016~1034, 1036~1054、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

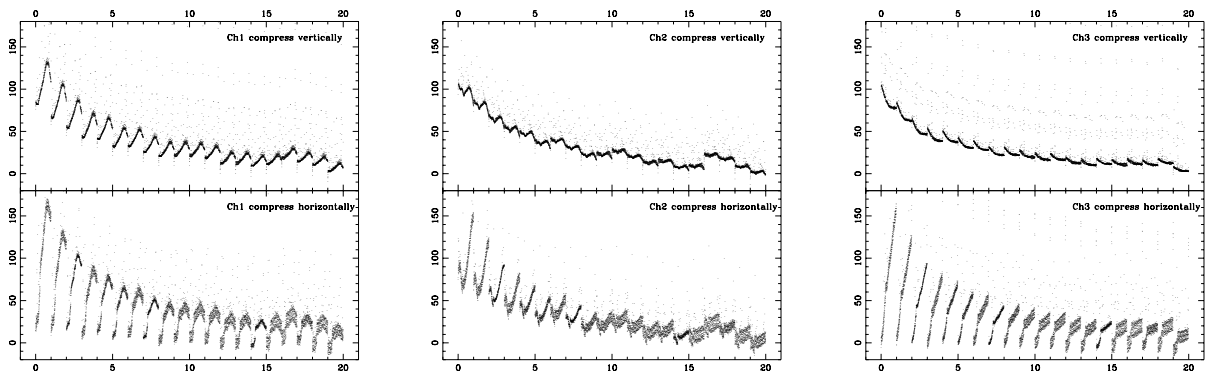


図 13: 1997/11/27 (1): 2次元化した20枚のフレーム。左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

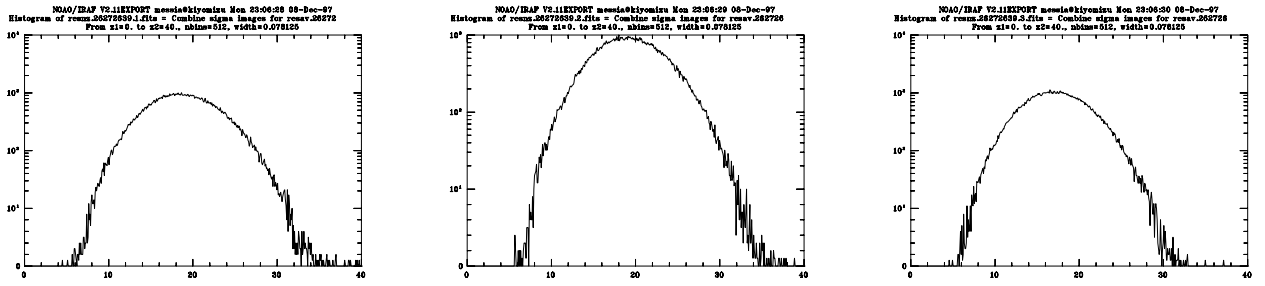


図 14: 1997/11/27 (1): 2次の spline でフィットして傾きの変動の寄与を除去した stddev フレームのヒストグラム。左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

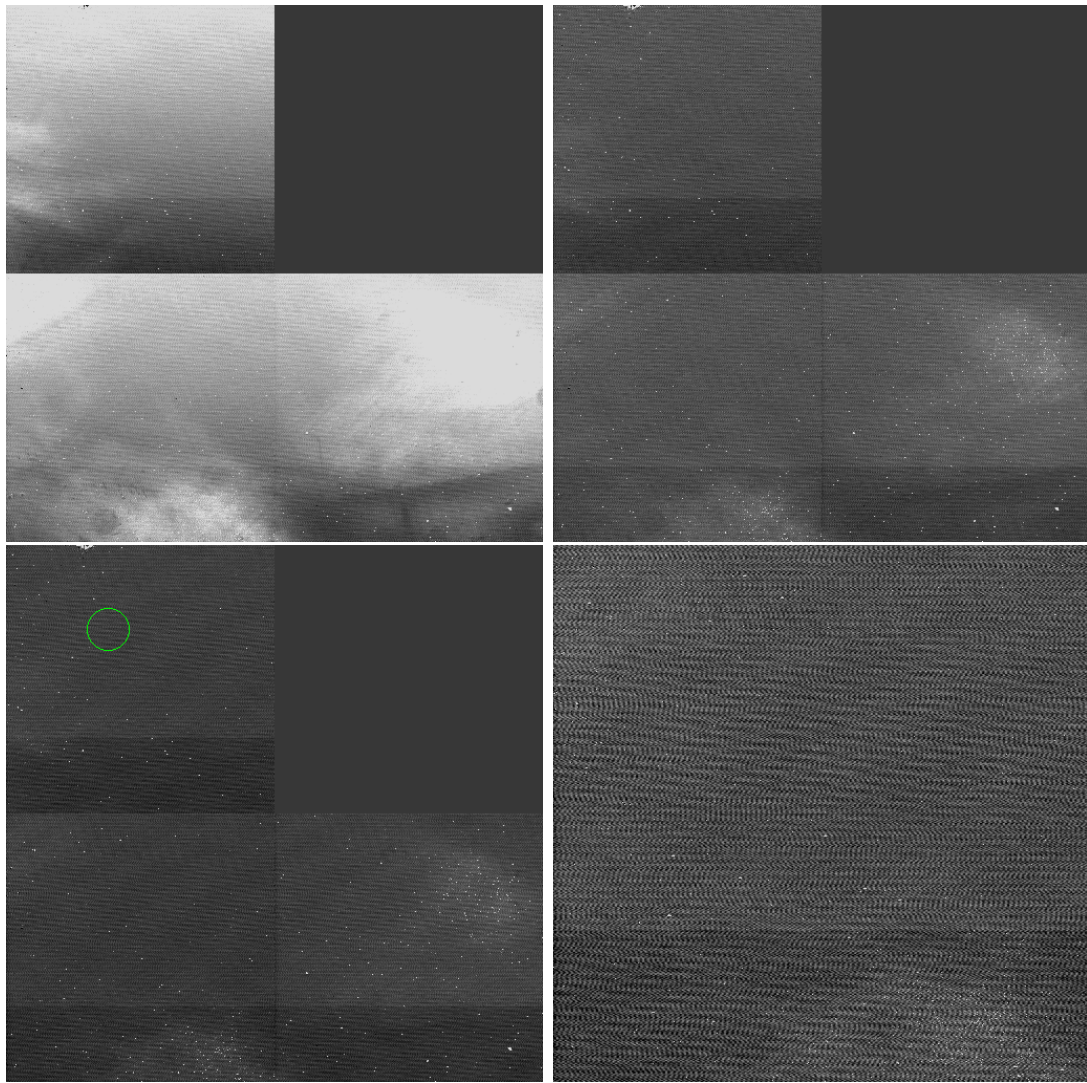


図 15: 1997/11/27 (1): 観測中を中断してとったダークフレーム。左上から順に、dark.2620.fits, dark.2630.fits, dark.2639.fits, dark.2639.fits の quad2 を拡大したもの zrange は始めの三つが ($z1=-50$, $z2=150$)、最後のみ ($z1=-50$, $z2=100$)。

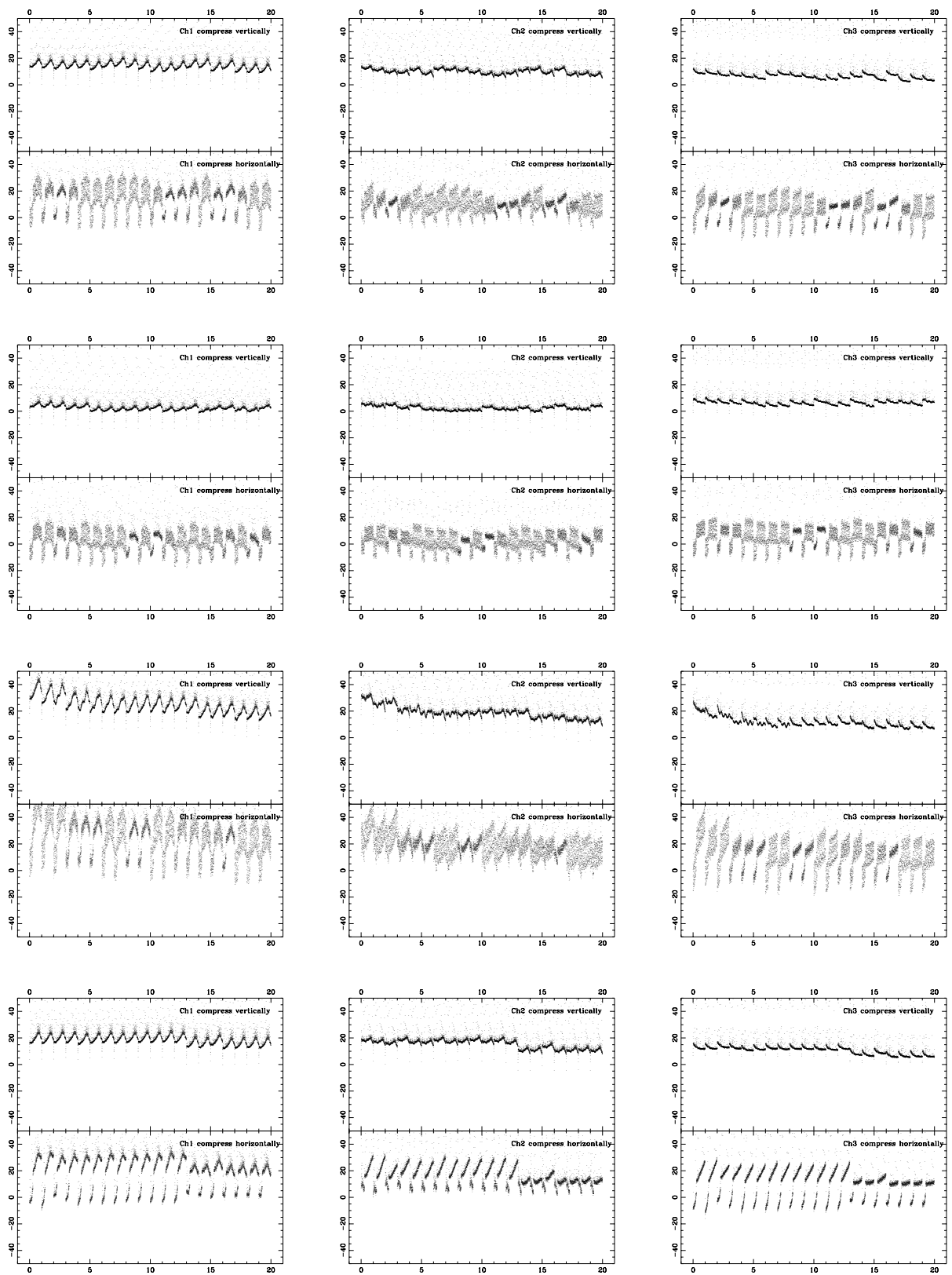


図 16: 1997/11/27 (2): 2次元化した20枚のフレーム。上から行の順に 2640~2659, 2660~2679, 2680~2699, 2700~2719、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

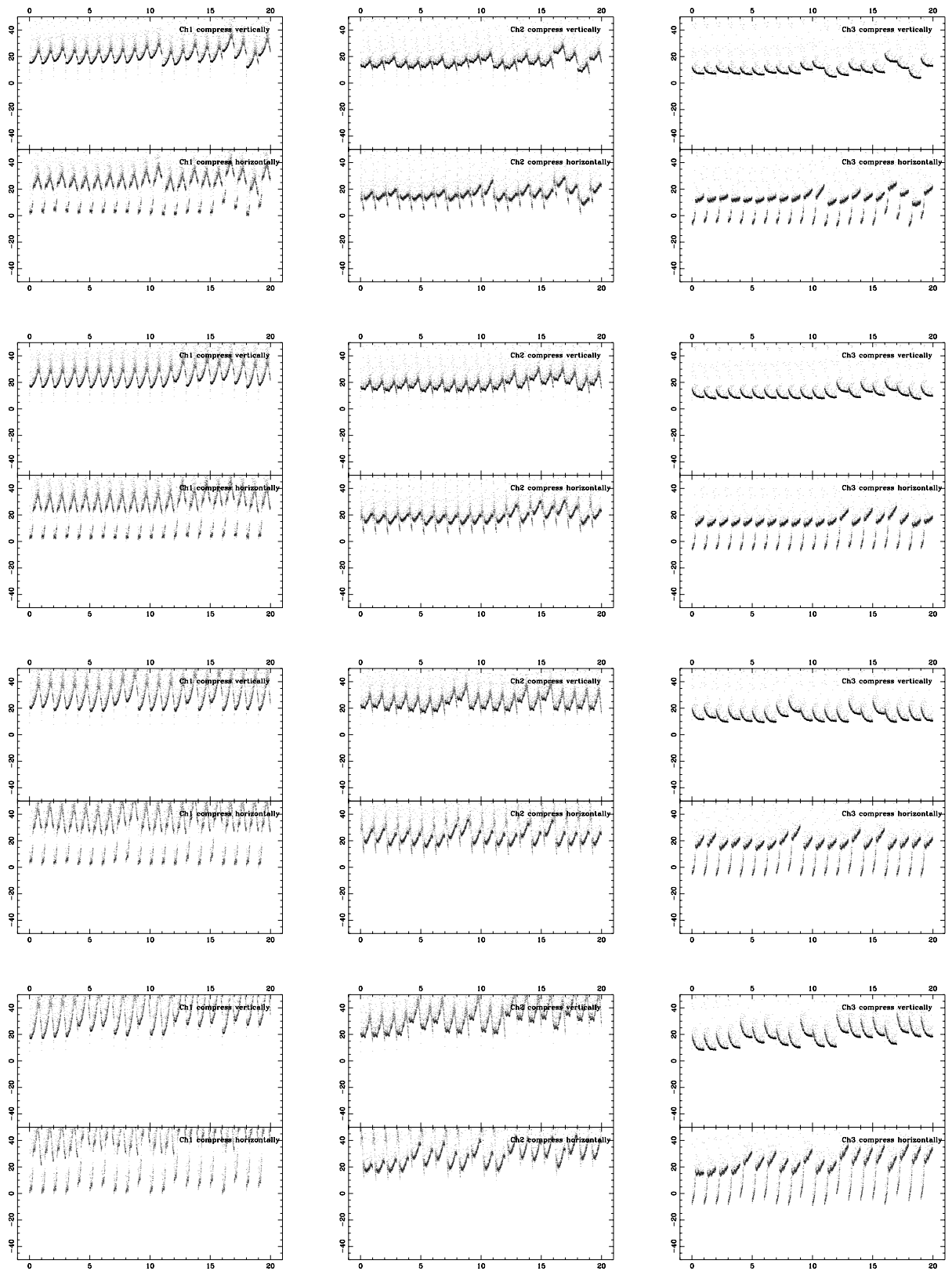


図 17: 1997/11/27 (2): 2次元化した20枚のフレームの続き。上から行の順に 2720~2739, 2740~2759, 2760~2779, 2780~2799、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

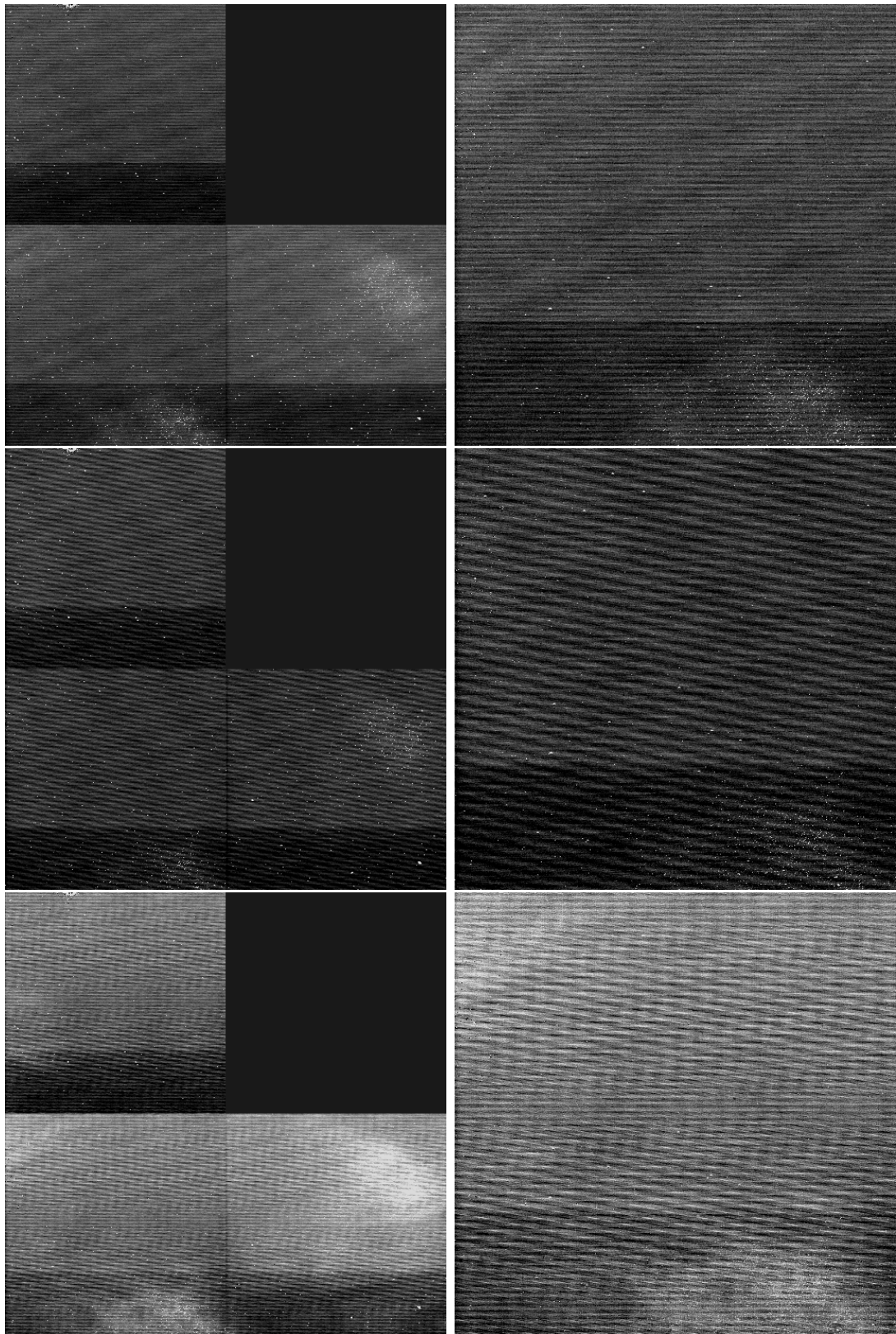


図 18: 1997/11/27 (2): 上から順に、dark.2640.fits, dark.2660.fits, dark.2680.fits、右が全体像で左が quad 2 を拡大したもの。zrange は ($z1=-10$, $z2=70$)。

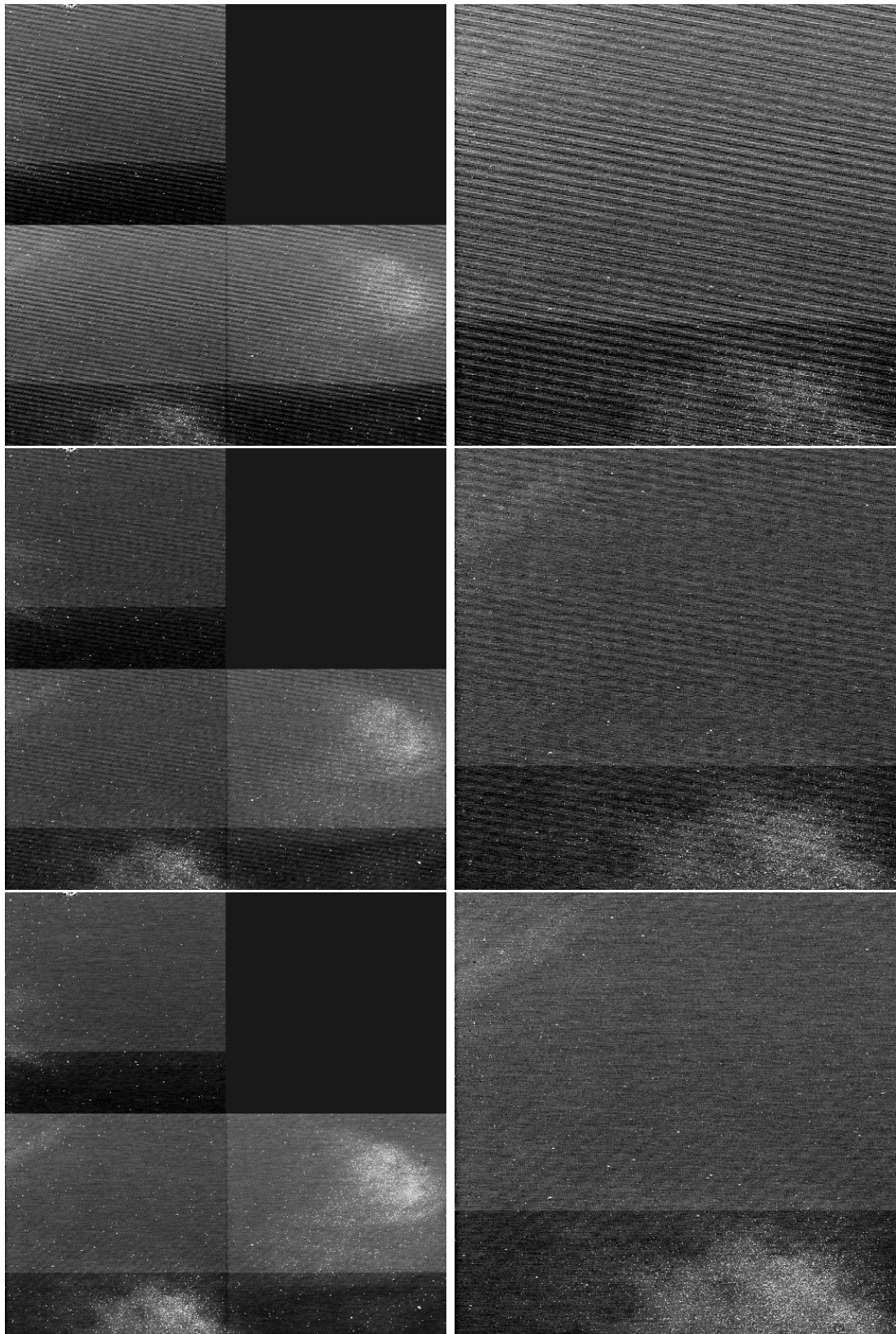


図 19: 1997/11/27 (2): 続き。上から順に、dark.2700.fits, dark.2720.fits, dark.2740.fits、右が全体像で左が quad 2 を拡大したもの。zrange は ($z_1=-10$, $z_2=70$)。

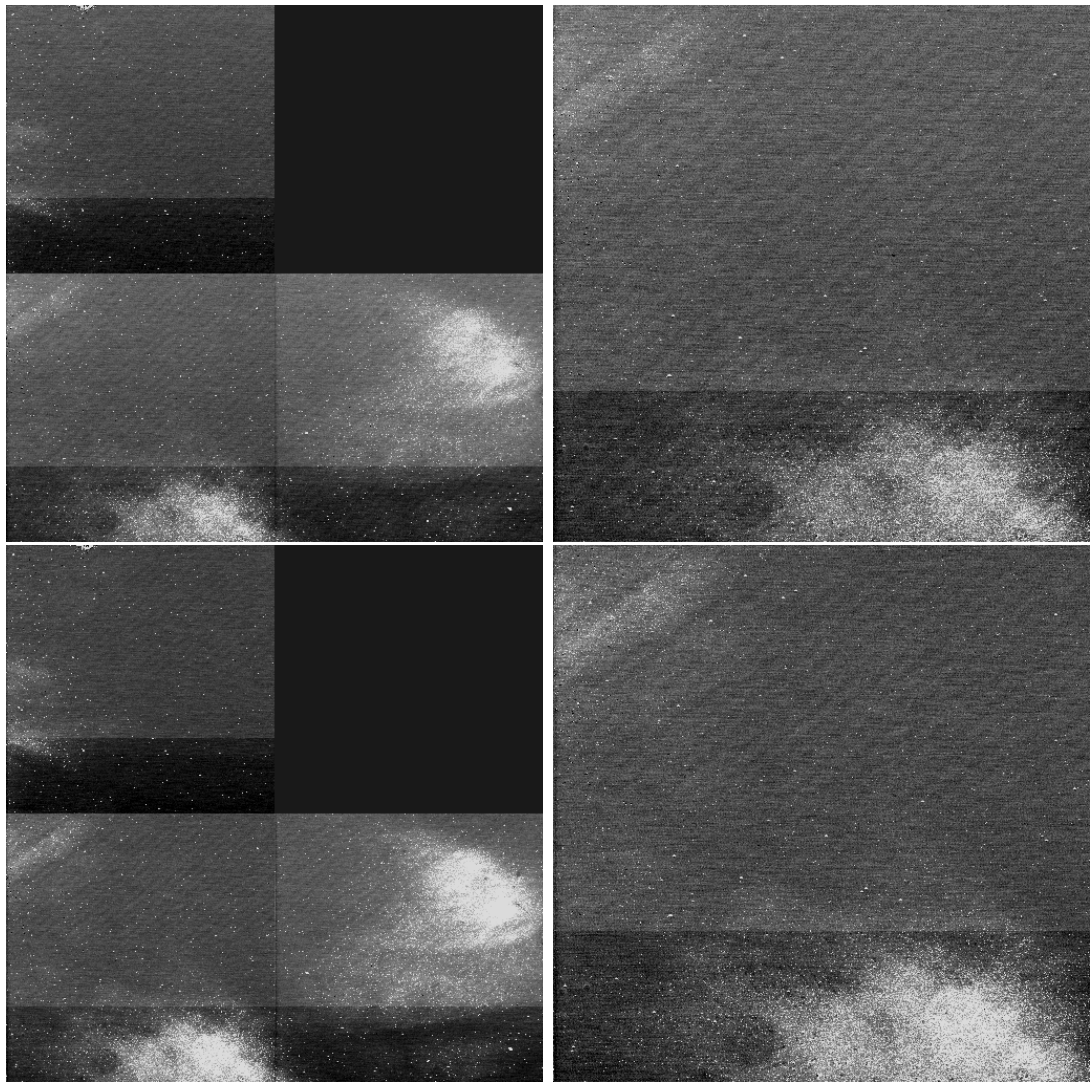


図 20: 1997/11/27 (2): 続き。上から順に、dark.2760.fits, dark.2780.fits、右が全体像で左が quad 2 を拡大したもの。zrange は ($z_1=-10$, $z_2=70$)。

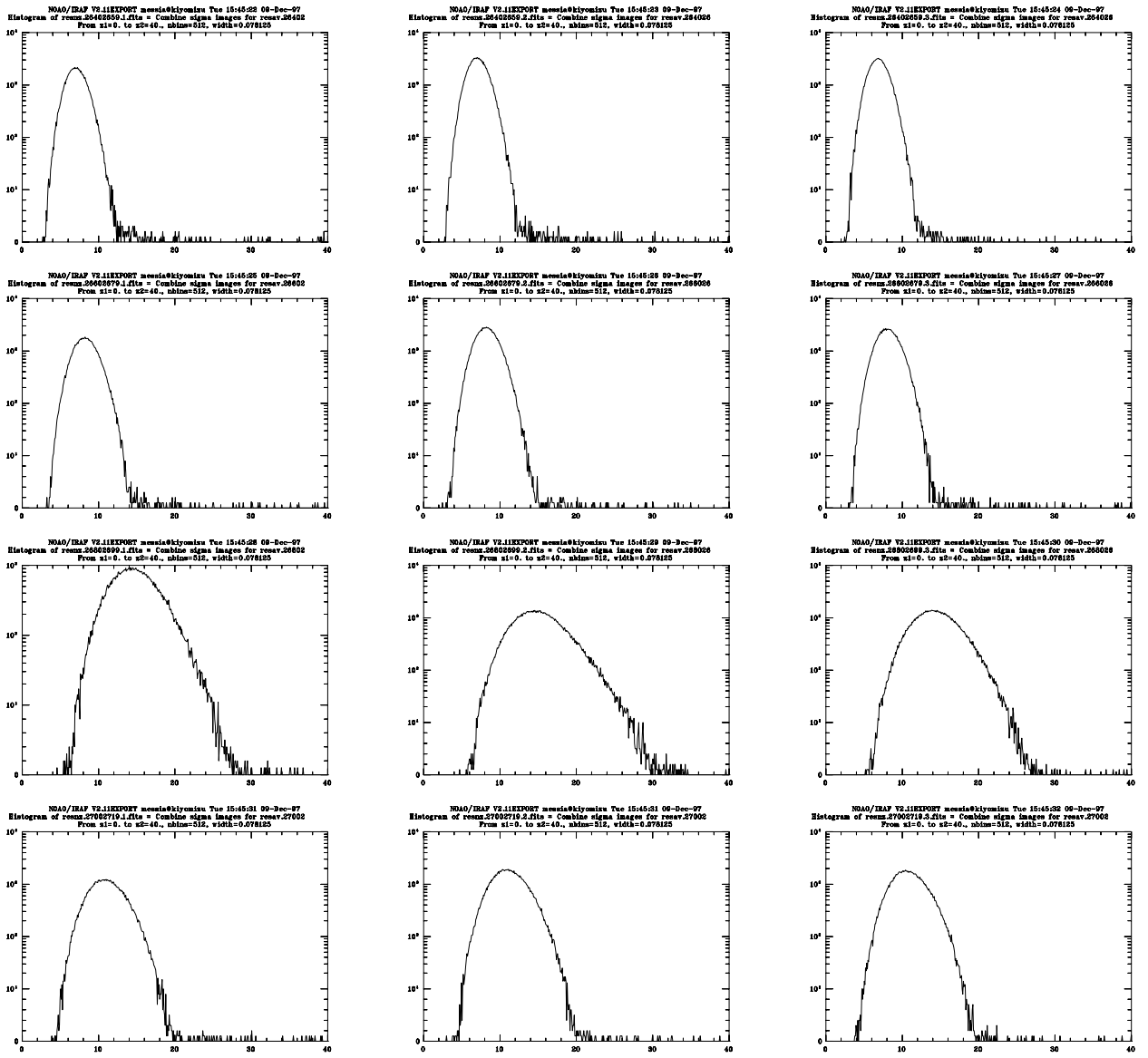


図 21: 1997/11/27 (2): フィットして傾きの変動の寄与を除去した stddev フレームのヒストグラム。上から行の順に 2640~2659, 2660~2679, 2680~2699, 2700~2719、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。

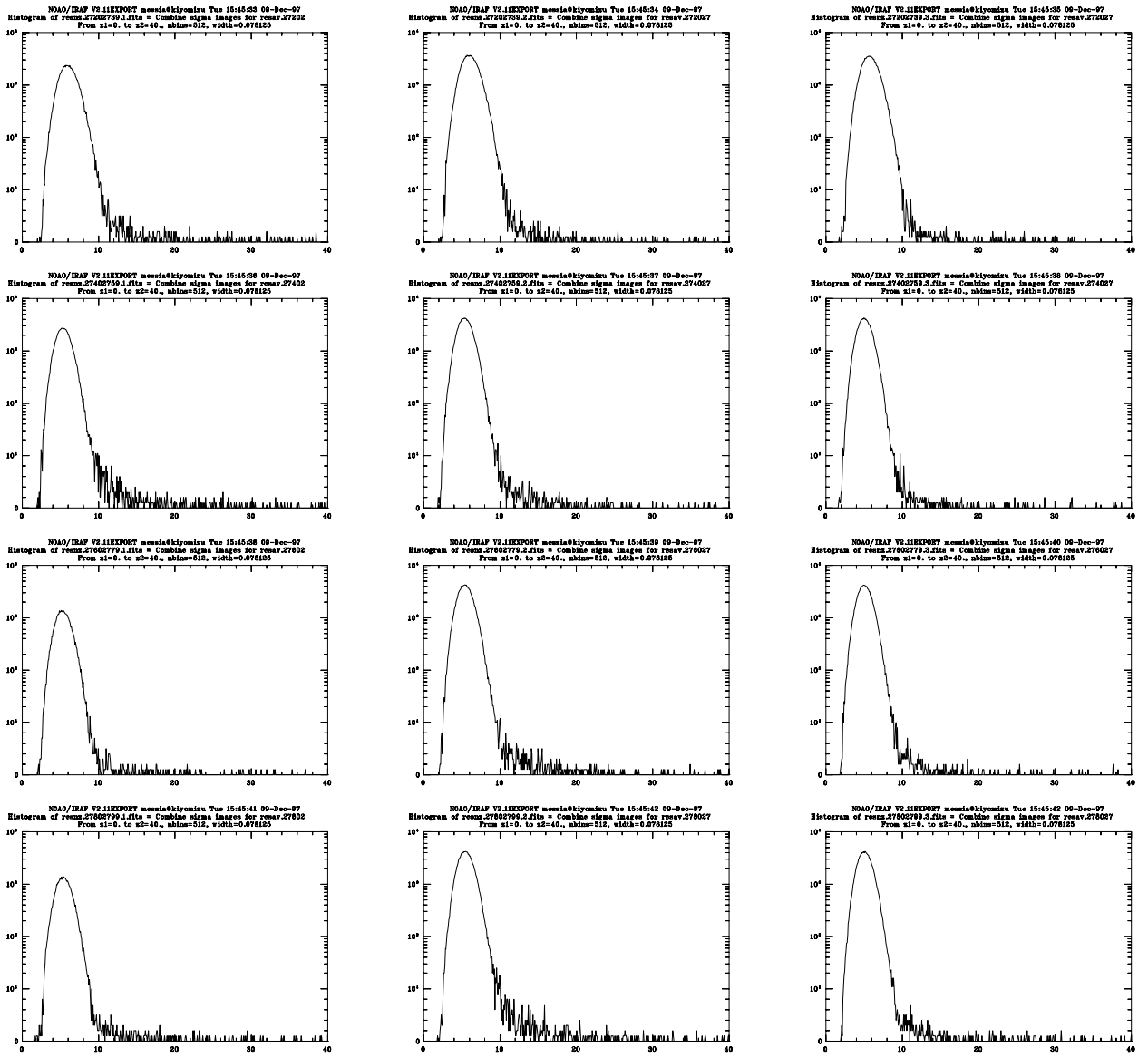


図 22: 97/11/27 (2) : 続き。上から行の順に 2720~2739, 2740~2759, 2760~2779, 2780~2799、左から順にそれぞれの quad 1, 2, 3 のもの。