

新ファンアウトボード (その1) の読み出しノイズ

本原顕太郎

1998 年 10 月 31 日

1 取得したデータとパラメータ

テストデュワーに新1ボードとエンジニアグレードチップを載せて、新アンプボードで読み出した読み出しノイズを再度測定した。

取得したデータとその際のパラメータを表1に示す。

日付	No.	温度 (K)	積分 時間 (s)	コメント
1998/10/30	1751~1770	room	3	
	1771~1790	room	12	
	1791~1810	77	3	LN ₂ 入れた直後
	1811~1890	77	12	$N_{Sample}=1,2,4,6$ 、LN ₂ 入れた直後
1998/10/31	1891~1910	77	3	$N_{Sample}=1,2,3,4,5,6$
	1911~2030	77	12	

表 1: 取得したデータとパラメータ。ファイルのプレフィックスは noise. である。

2 解析

解析は以下のようにした。

2.1 stddev フレーム

以下の3種類の stddev フレームを作成。ただし、3秒積分のデータでは傾きの除去は行っていない。

- 生データそのまま、はじめの1枚を除いたフレームで stddev。
- DC オフセットを除去して、はじめの1枚を除いたフレームで stddev。
- 1次のスプライン関数で x,y 方向ともに傾きを除去して、はじめの1枚を除いたフレームで stddev。

2.2 フレームの2次元化

77K で取得したフレームについては、平均フレームで差し引いて2次元化した。

3 結果: Stddev

stddev フレームを imstat した結果を以下に示す。表の数値の意味は、IRAF で stddev フレームを

```
imstat (filename) lower=0.01 upper=40
```

した結果で、

$$(\text{mean})/(\text{mode})\pm(\text{stddev})$$

となっている。単位は、ADU r.m.s.。

3.1 10/30 : 室温

Q	No.	T_{int}	Raw+Mask	Offset 除去 +Mask
1	1751-1770	3	5.947/4.693 $\pm$ 3.564	6.042/4.737 $\pm$ 3.694
	1771-1790	12	5.818/5.082 $\pm$ 2.703	5.489/4.743 $\pm$ 2.821
2	1751-1770	3	5.78/5.154 $\pm$ 2.758	5.805/4.896 $\pm$ 2.941
	1771-1790	12	5.659/5.365 $\pm$ 1.802	5.437/5.124 $\pm$ 1.931
3	1751-1770	3	4.696/4.139 $\pm$ 2.422	4.547/4.075 $\pm$ 2.142
	1771-1790	12	4.834/4.599 $\pm$ 1.52	4.406/4.074 $\pm$ 1.479
4	1751-1770	3	5.418/4.744 $\pm$ 2.835	5.333/4.661 $\pm$ 2.85
	1771-1790	12	5.33/4.972 $\pm$ 1.779	5.131/4.694 $\pm$ 1.872

3.2 10/30 : 77K

3.2.1 通常読み出し (3秒積分)

Q	No.	T_{int}	Raw+Mask	Offset 除去 +Mask
1	1791-1810	3	7.495/7.019 $\pm$ 2.642	5.64/5.299 $\pm$ 2.212
2			8.698/8.36 $\pm$ 2.396	7.081/6.933 $\pm$ 1.877
3			7.411/7.321 $\pm$ 1.464	6.09/5.73 $\pm$ 1.345
4			7.961/7.932 $\pm$ 1.679	6.504/6.2 $\pm$ 1.55

3.2.2 マルチサンプル (12秒積分)

Q	No.	N_{sam}	Raw+Mask	Offset 除去 +Mask	傾き除去 +Mask
1	1811-1830	1	9.925/9.388 $\pm$ 2.475	5.446/5.079 $\pm$ 2.253	5.351/5.092 $\pm$ 2.252
	1831-1850	2	9.137/8.77 $\pm$ 2.244	3.827/3.532 $\pm$ 1.993	3.778/3.454 $\pm$ 1.998
	1851-1870	4	10.4/10.11 $\pm$ 1.937	2.819/2.564 $\pm$ 1.863	2.714/2.374 $\pm$ 1.873
	1871-1890	6	7.875/7.598 $\pm$ 1.942	2.325/2.035 $\pm$ 1.731	2.219/1.903 $\pm$ 1.742
2	1811-1830	1	11.03/10.55 $\pm$ 2.358	6.867/6.514 $\pm$ 1.877	6.784/6.496 $\pm$ 1.87
	1831-1850	2	9.939/9.73 $\pm$ 2.011	4.805/4.397 $\pm$ 1.635	4.765/4.386 $\pm$ 1.638
	1851-1870	4	10.86/10.67 $\pm$ 1.734	3.456/3.217 $\pm$ 1.495	3.359/3.135 $\pm$ 1.503
	1871-1890	6	8.185/8.015 $\pm$ 1.647	2.821/2.667 $\pm$ 1.447	2.724/2.508 $\pm$ 1.456
3	1811-1830	1	9.807/9.706 $\pm$ 1.543	5.842/5.573 $\pm$ 1.382	5.763/5.562 $\pm$ 1.37
	1831-1850	2	9.023/8.979 $\pm$ 1.183	4.06/3.926 $\pm$ 1.074	4.037/3.969 $\pm$ 1.072
	1851-1870	4	9.995/9.91 $\pm$ 0.9496	2.913/2.85 $\pm$ 0.8803	2.844/2.722 $\pm$ 0.8812
	1871-1890	6	7.428/7.373 $\pm$ 0.785	2.37/2.238 $\pm$ 0.7467	2.299/2.213 $\pm$ 0.7503
4	1811-1830	1	10.3/10.26 $\pm$ 1.763	6.27/6.018 $\pm$ 1.637	6.187/5.818 $\pm$ 1.629
	1831-1850	2	9.482/9.35 $\pm$ 1.364	4.373/4.305 $\pm$ 1.281	4.344/4.144 $\pm$ 1.283
	1851-1870	4	10.27/10.11 $\pm$ 1.12	3.137/2.967 $\pm$ 1.125	3.058/2.907 $\pm$ 1.13
	1871-1890	6	7.851/7.789 $\pm$ 0.9305	2.547/2.458 $\pm$ 0.884	2.491/2.263 $\pm$ 0.8885

3.3 10/31 : 77K

3.3.1 通常読み出し (3秒積分)

Q	No.	T_{int}	Raw+Mask	Offset 除去 +Mask
1	1891-1910	3	10.45/10.72 $\pm$ 2.842	5.887/5.486 $\pm$ 2.14
2			11.39/11.03 $\pm$ 2.755	7.072/6.672 $\pm$ 1.889
3			9.561/8.89 $\pm$ 1.97	6.121/5.99 $\pm$ 1.335
4			10.24/9.684 $\pm$ 2.182	6.581/6.2 $\pm$ 1.611

3.3.2 マルチサンプル (1 2秒積分)

Q	No.	N_{sam}	Raw+Mask	Offset 除去 +Mask	傾き除去 +Mask
1	1911-1930	1	10.26/9.997 $\pm$ 2.388	5.555/5.103 $\pm$ 2.153	5.367/4.81 $\pm$ 2.146
	1931-1950	2	10.37/10.08 $\pm$ 2.141	4.388/4.154 $\pm$ 1.968	3.954/3.606 $\pm$ 2.004
	1951-1970	3	8.052/7.763 $\pm$ 2.131	3.144/2.845 $\pm$ 1.899	3.106/2.775 $\pm$ 1.902
	1971-1990	4	7.267/6.997 $\pm$ 2.046	2.82/2.521 $\pm$ 1.858	2.695/2.373 $\pm$ 1.866
	1991-2010	5	9.134/8.887 $\pm$ 1.876	2.482/2.203 $\pm$ 1.75	2.409/2.125 $\pm$ 1.756
	2011-2030	6	8.234/8.1 $\pm$ 1.911	2.33/2.071 $\pm$ 1.771	2.209/1.973 $\pm$ 1.779
2	1911-1930	1	11.11/10.58 $\pm$ 2.275	6.748/6.301 $\pm$ 1.847	6.58/6.362 $\pm$ 1.853
	1931-1950	2	10.96/10.77 $\pm$ 1.909	5.162/4.909 $\pm$ 1.631	4.755/4.542 $\pm$ 1.647
	1951-1970	3	8.523/8.276 $\pm$ 1.858	3.789/3.593 $\pm$ 1.536	3.75/3.569 $\pm$ 1.54
	1971-1990	4	7.658/7.454 $\pm$ 1.772	3.364/3.13 $\pm$ 1.518	3.238/3.034 $\pm$ 1.526
	1991-2010	5	9.467/9.345 $\pm$ 1.571	2.938/2.774 $\pm$ 1.368	2.867/2.701 $\pm$ 1.375
	2011-2030	6	8.535/8.434 $\pm$ 1.607	2.742/2.575 $\pm$ 1.411	2.625/2.425 $\pm$ 1.42
3	1911-1930	1	10.17/9.965 $\pm$ 1.483	5.79/5.8 $\pm$ 1.365	5.618/5.134 $\pm$ 1.341
	1931-1950	2	10.39/10.4 $\pm$ 1.125	4.483/4.419 $\pm$ 1.029	4.071/3.968 $\pm$ 1.04
	1951-1970	3	8.096/8.048 $\pm$ 0.9747	3.206/3.056 $\pm$ 0.9632	3.197/3.056 $\pm$ 0.9598
	1971-1990	4	7.095/6.971 $\pm$ 0.839	2.848/2.674 $\pm$ 0.8451	2.765/2.622 $\pm$ 0.8445
	1991-2010	5	8.733/8.701 $\pm$ 0.7708	2.5/2.444 $\pm$ 0.816	2.467/2.393 $\pm$ 0.8166
	2011-2030	6	7.818/7.683 $\pm$ 0.7394	2.328/2.15 $\pm$ 0.7601	2.233/2.112 $\pm$ 0.7581
4	1911-1930	1	10.44/10.08 $\pm$ 1.709	6.253/5.838 $\pm$ 1.631	6.08/5.883 $\pm$ 1.615
	1931-1950	2	10.64/10.57 $\pm$ 1.322	4.83/4.828 $\pm$ 1.233	4.407/4.278 $\pm$ 1.255
	1951-1970	3	8.091/7.909 $\pm$ 1.158	3.471/3.376 $\pm$ 1.154	3.449/3.289 $\pm$ 1.153
	1971-1990	4	7.381/7.339 $\pm$ 1.047	3.077/2.894 $\pm$ 1.065	2.975/2.809 $\pm$ 1.069
	1991-2010	5	9.123/9.018 $\pm$ 0.9321	2.698/2.517 $\pm$ 0.9215	2.654/2.58 $\pm$ 0.9255
	2011-2030	6	8.089/8.002 $\pm$ 0.9195	2.522/2.411 $\pm$ 0.9091	2.473/2.376 $\pm$ 0.9081

4 結果：2次元化したフレーム

4.1 10/30：冷却完了直後

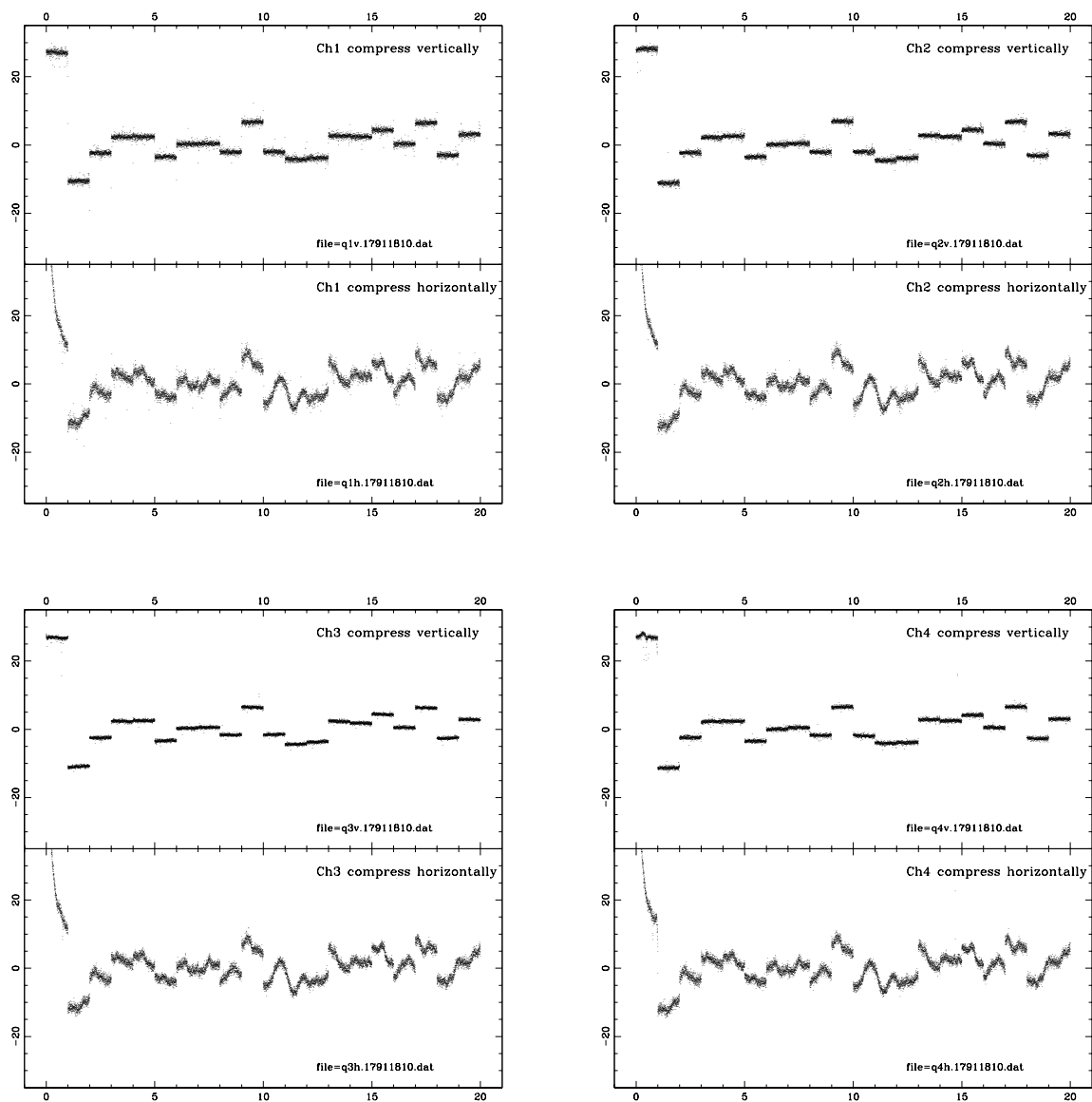


図 1: 2次元化した 1791~1810 フレーム。 $T_{int}=3.0$ sec, $N_{Sample}=1$

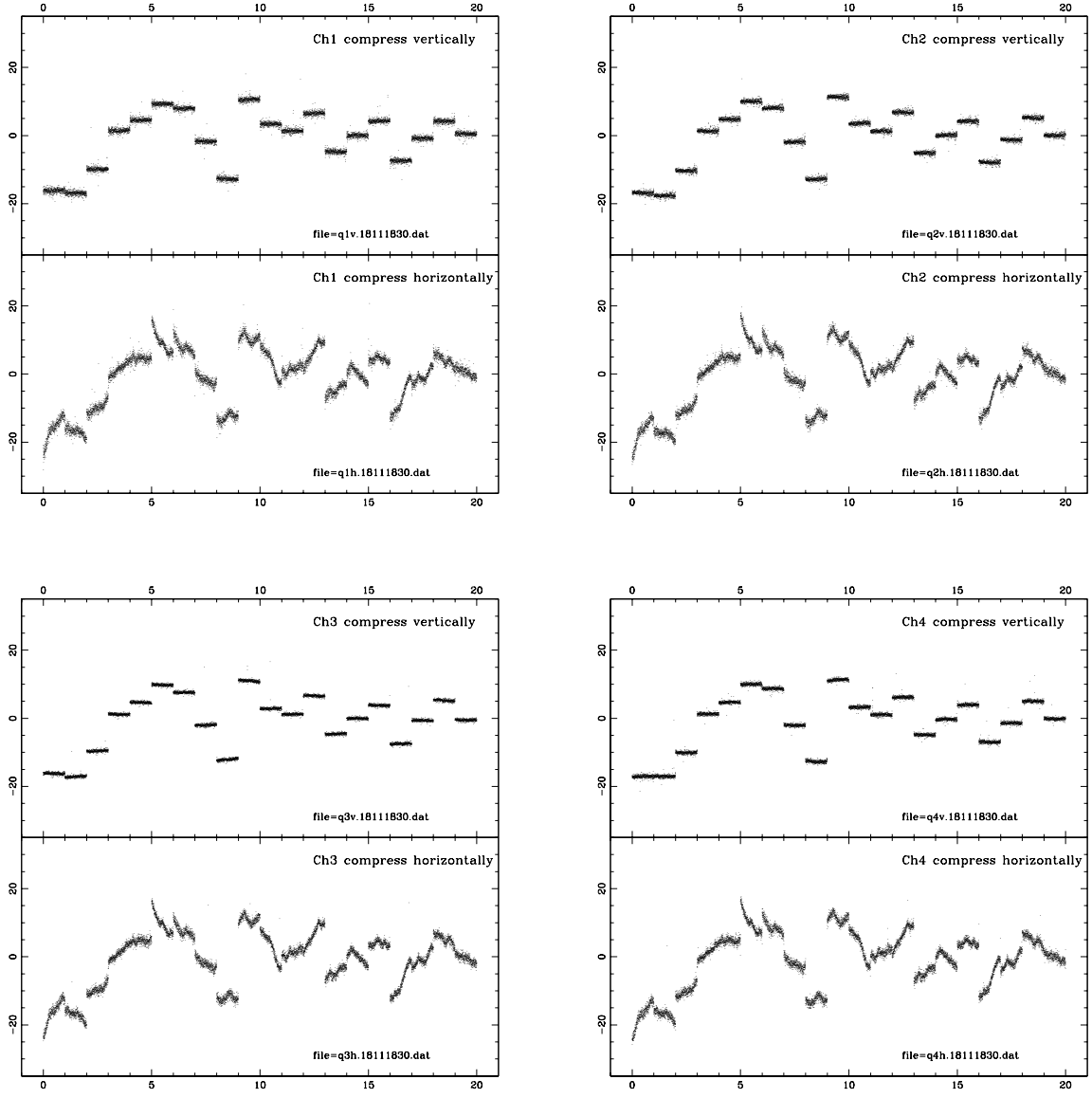


図 2: 2次元化した 1811~1830 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=1$

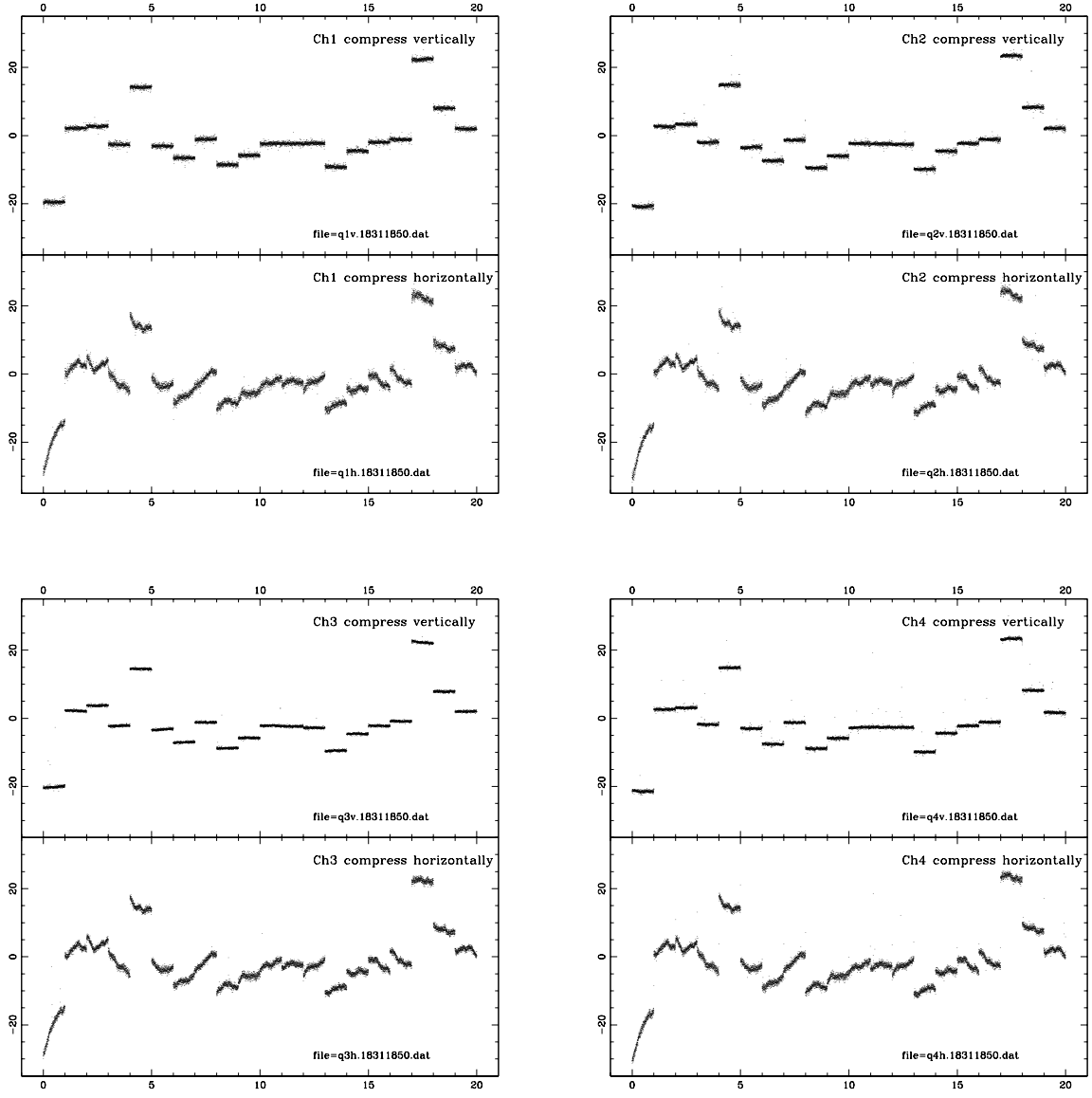


図 3: 2次元化した 1831~1850 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=2$

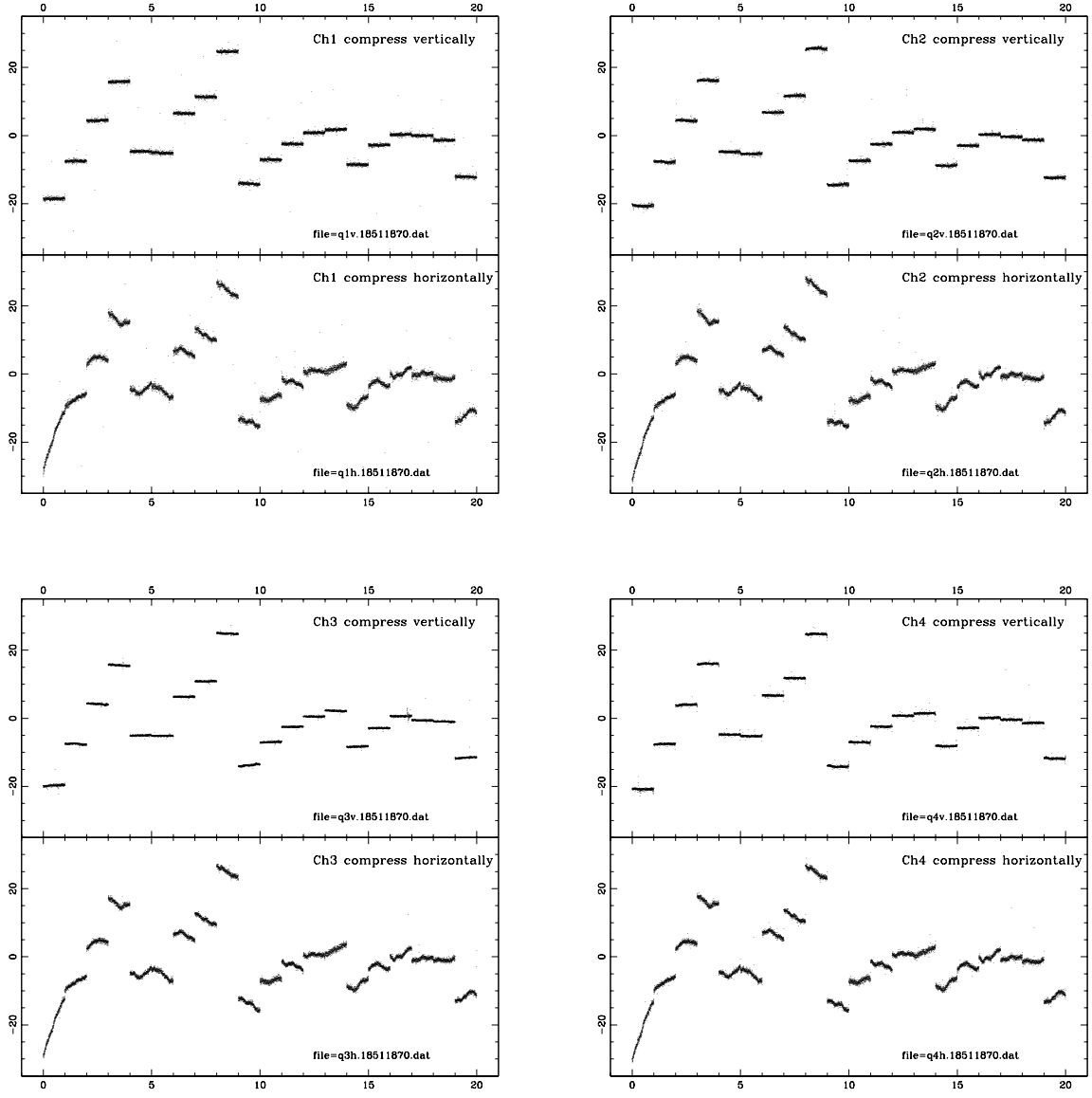


図 4: 2次元化した 1851~1870 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=4$

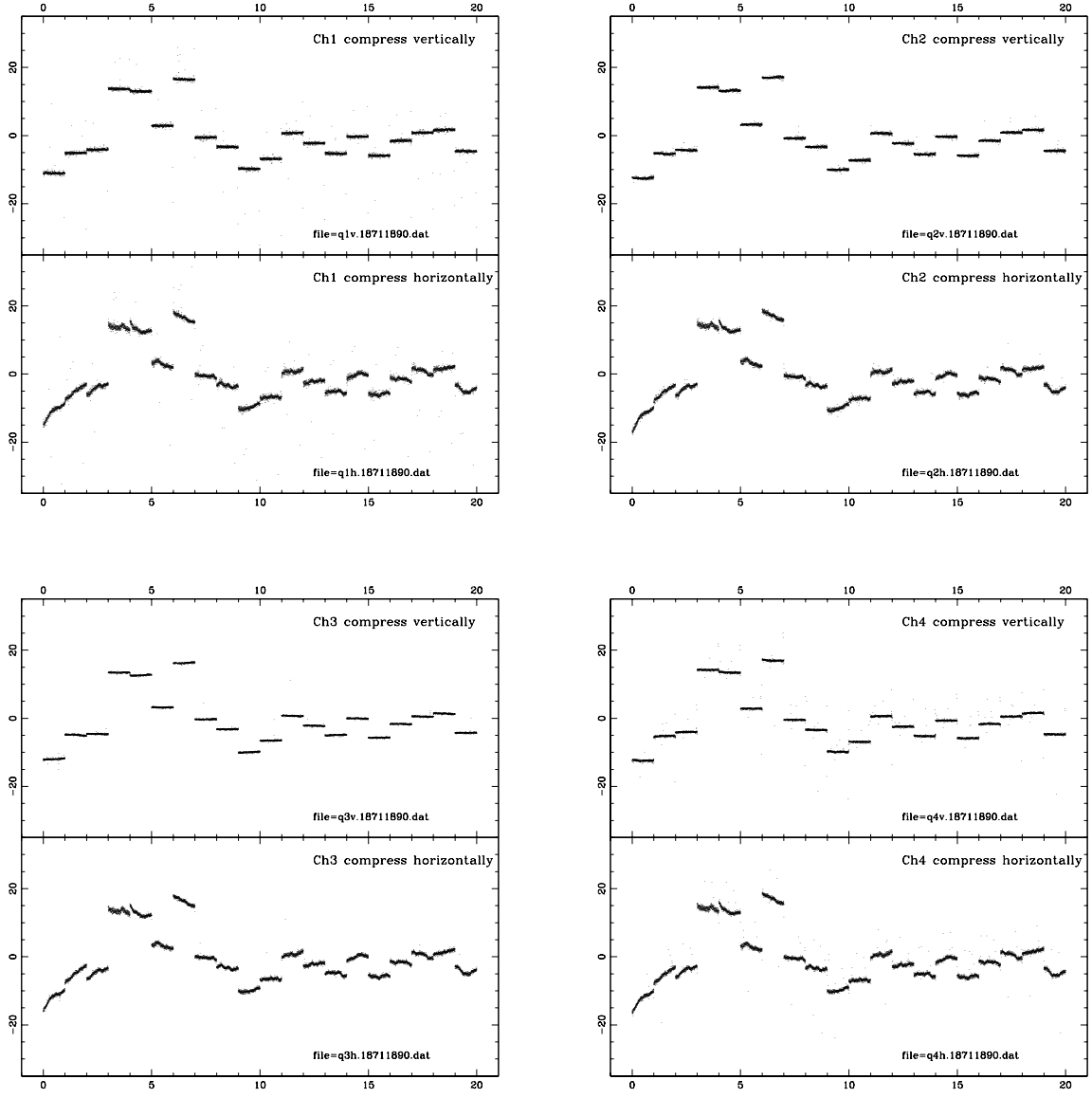


図 5: 2次元化した 1871~1890 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=6$

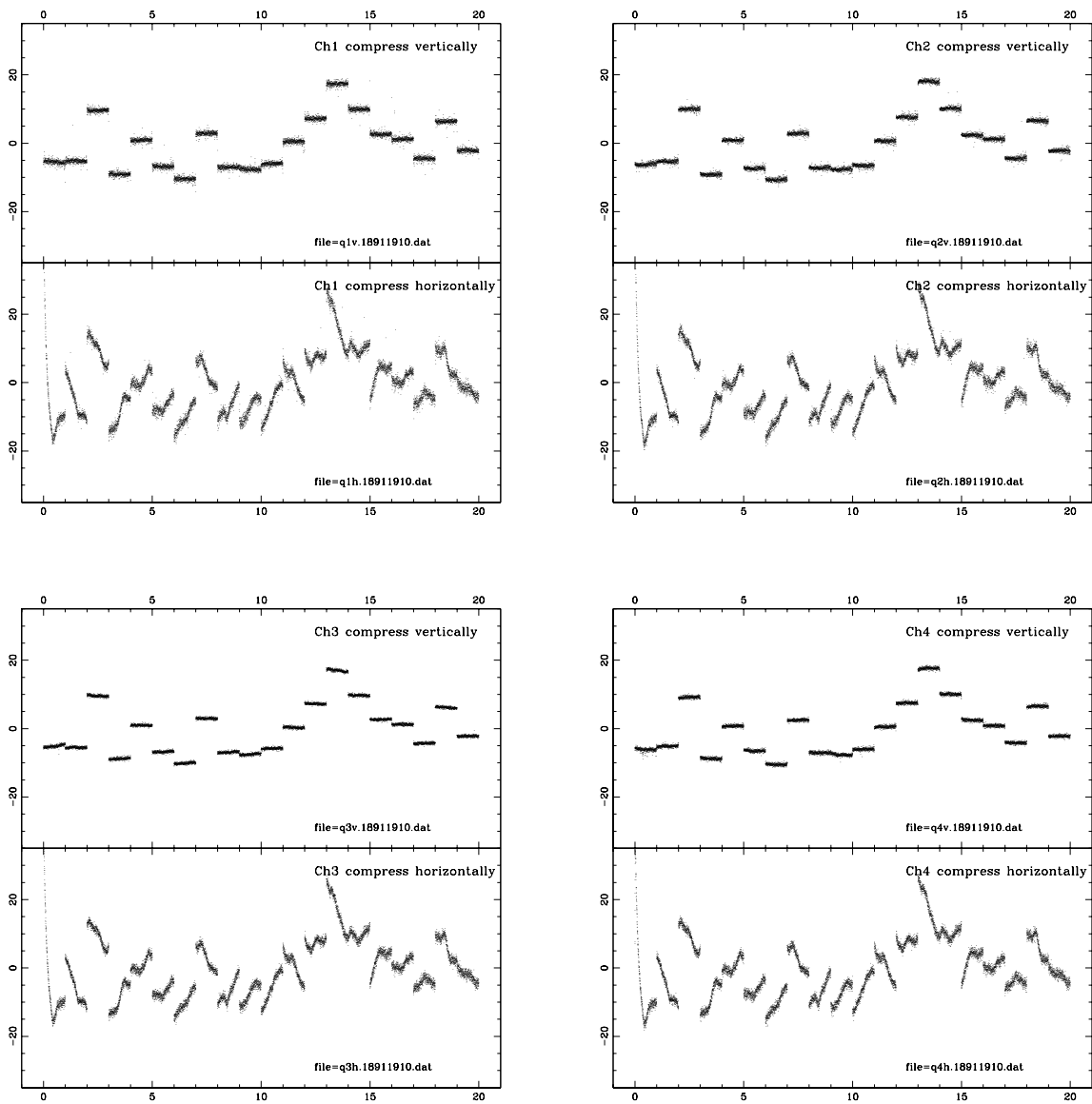


図 6: 2次元化した 1891~1910 フレーム。 $T_{int}=3.0$ sec, $N_{Sample}=1$

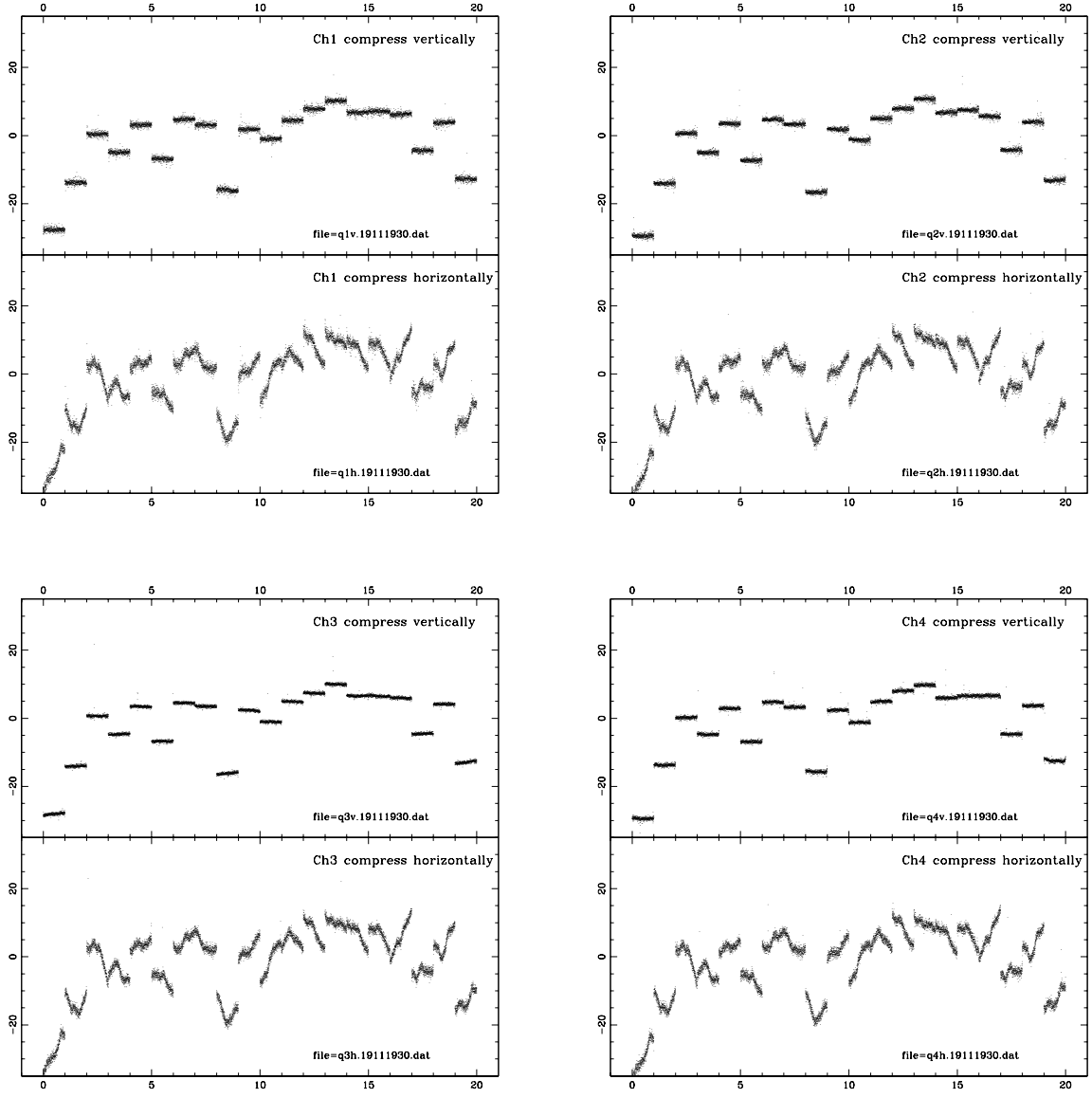


図 7: 2次元化した 1911~1930 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=1$

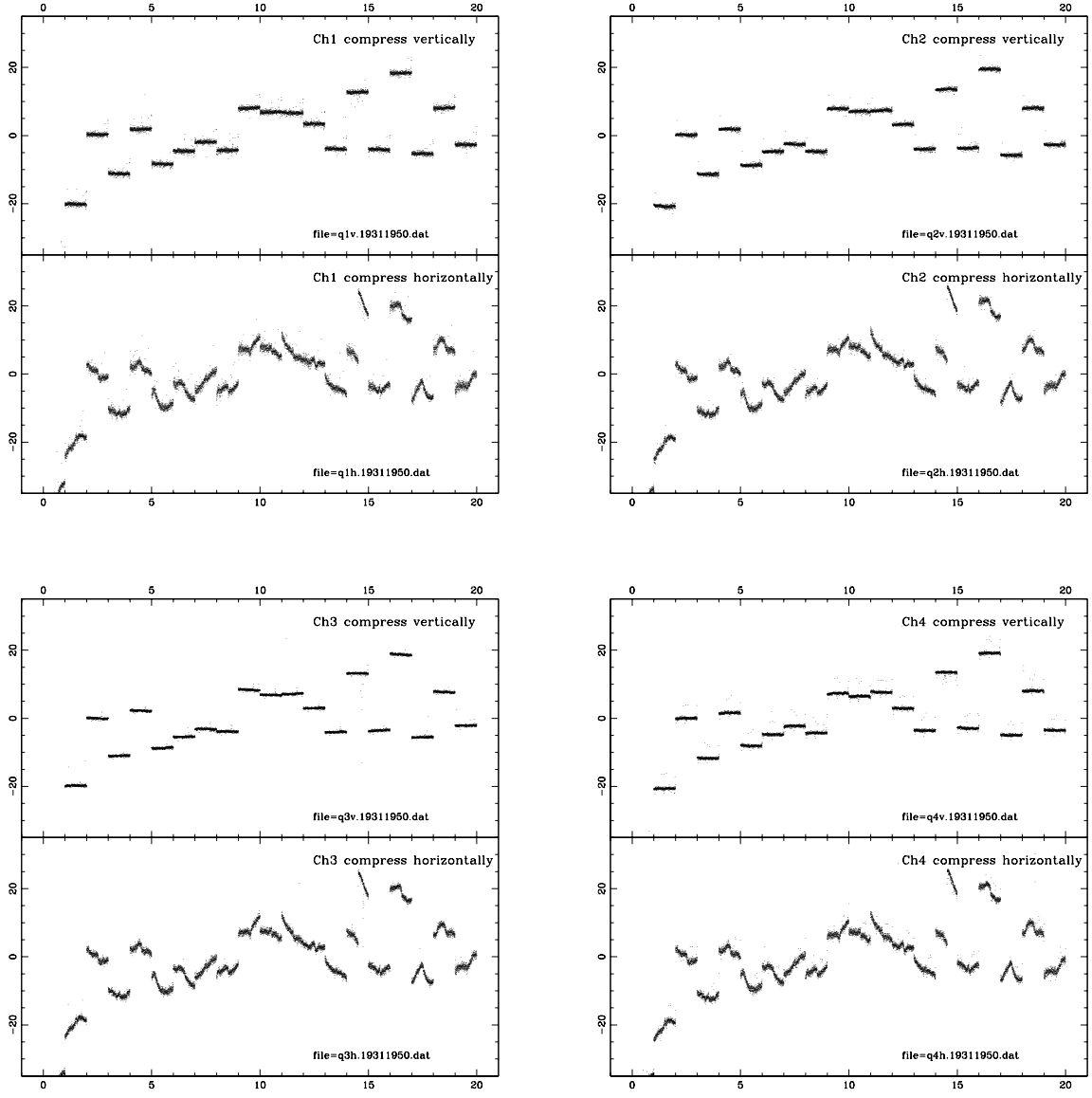


図 8: 2次元化した 1931~1950 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=2$

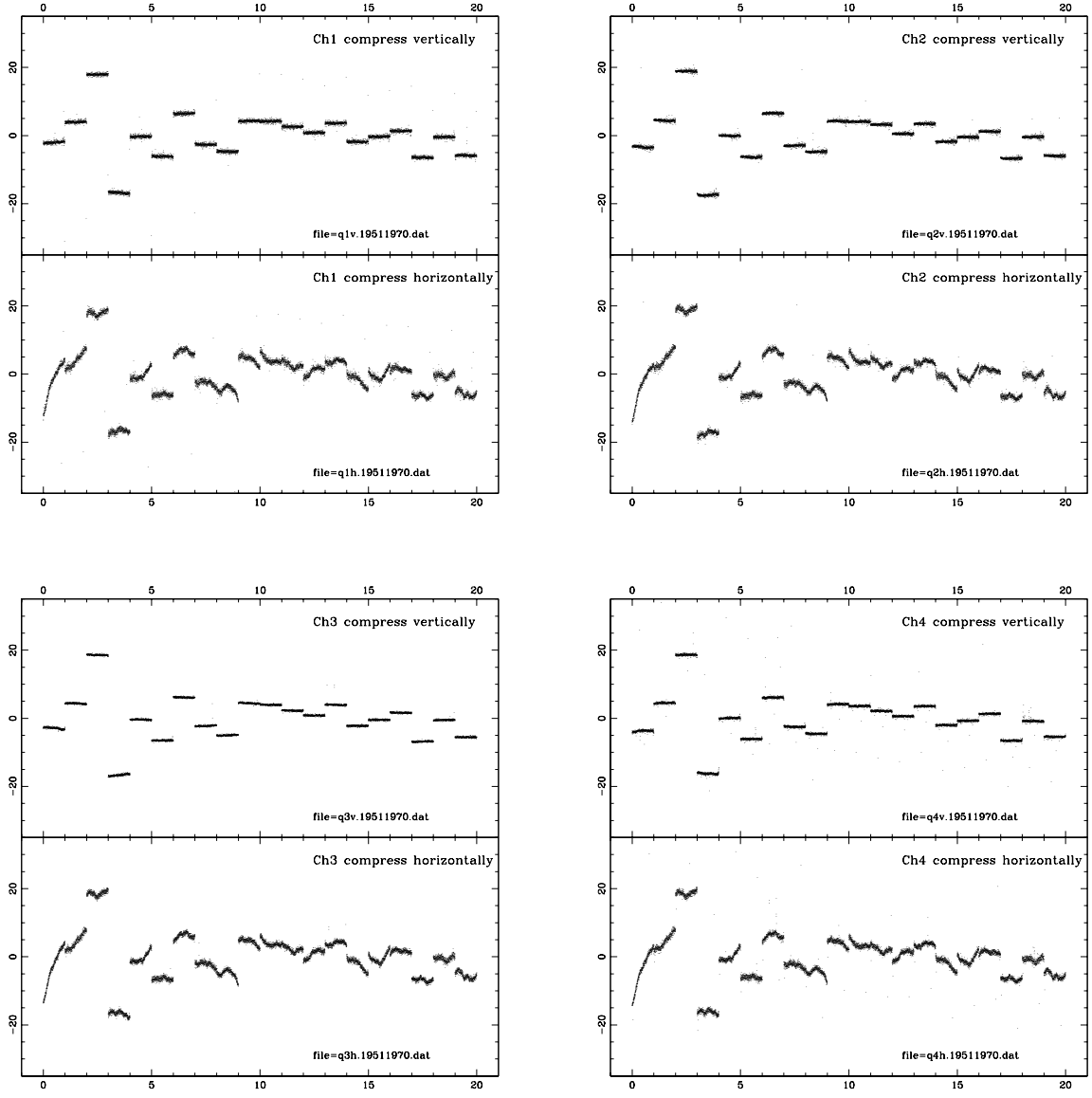


図 9: 2次元化した 1951~1970 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=3$

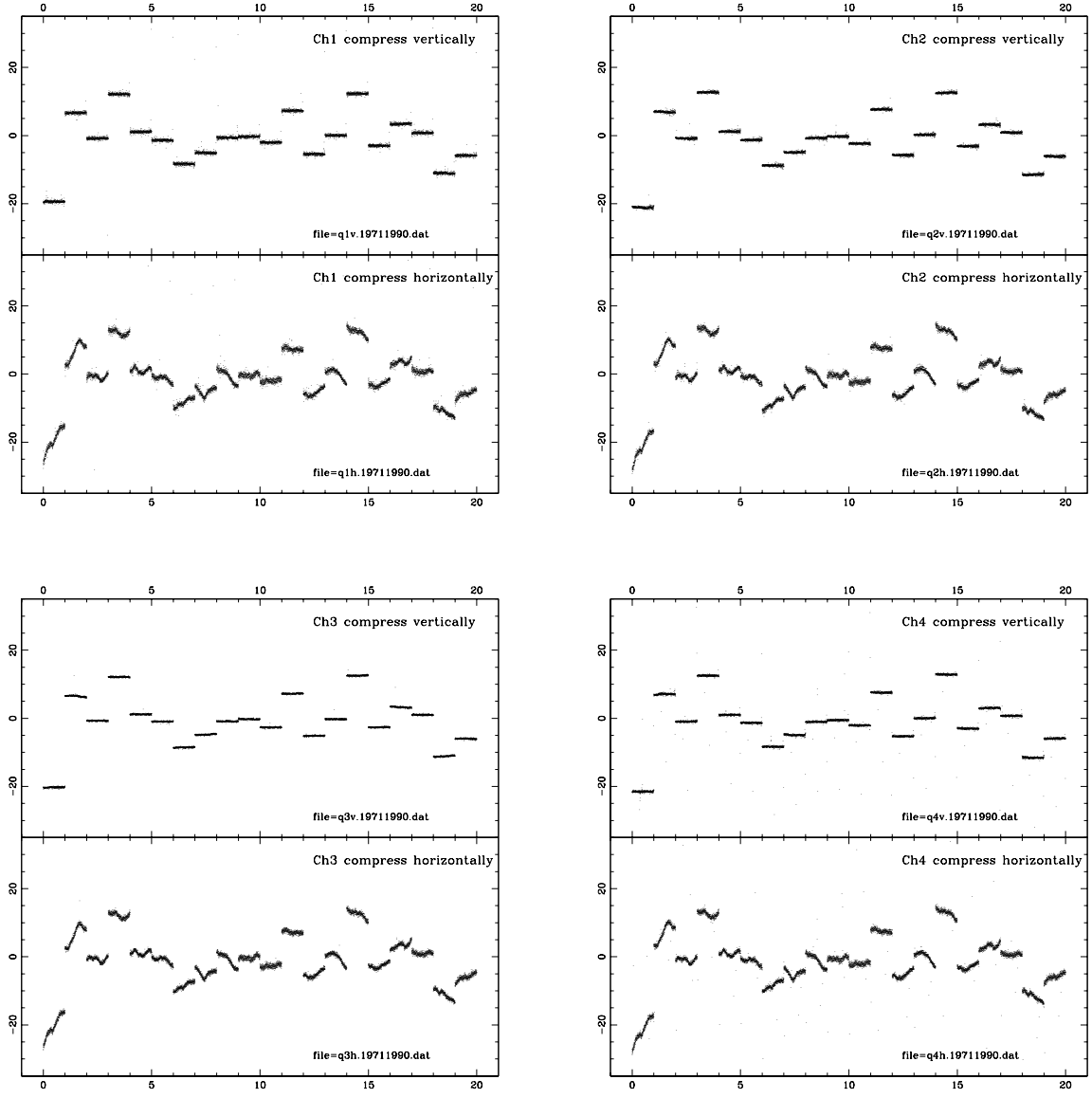


図 10: 2次元化した 1971~1990 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=4$

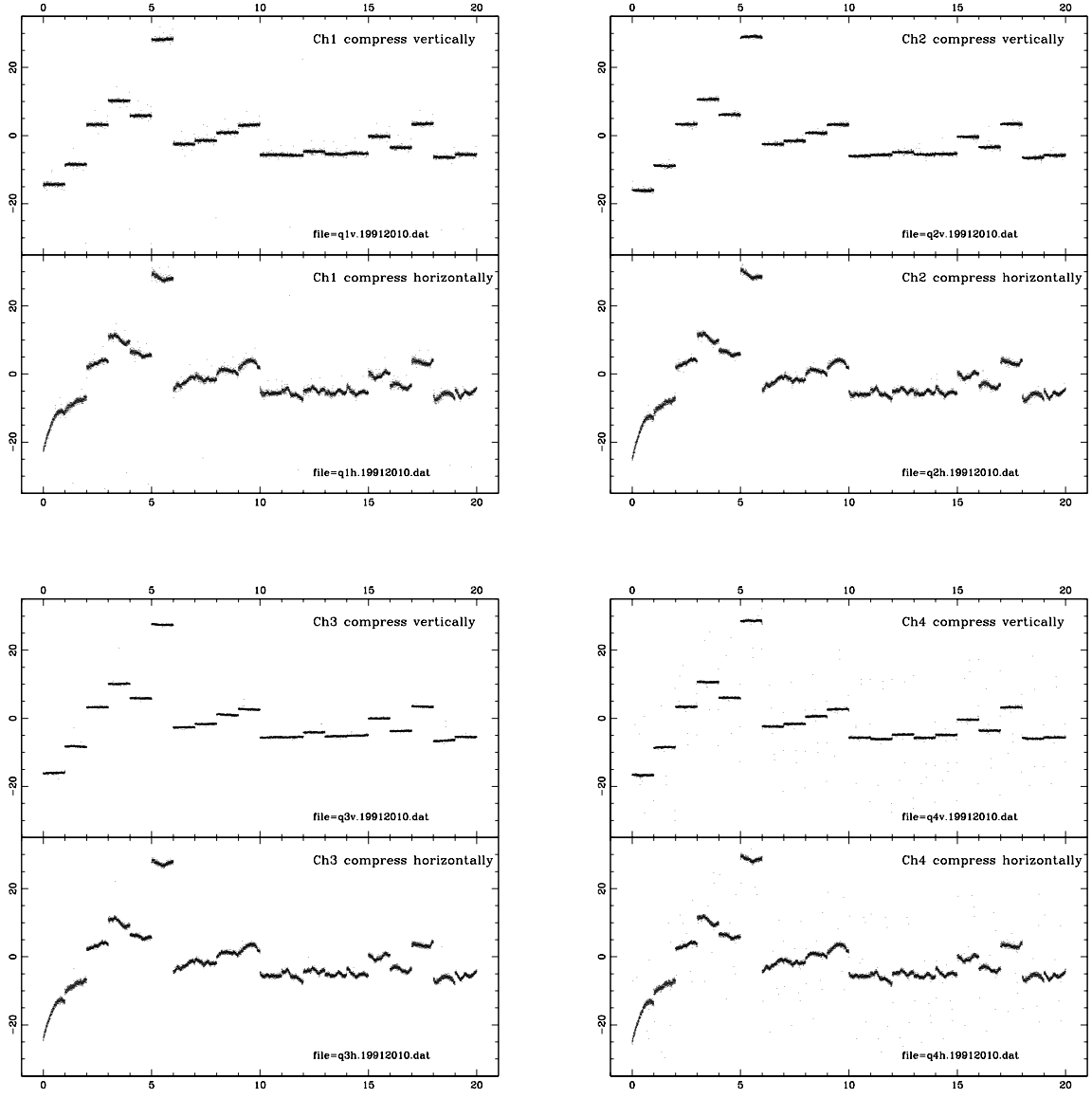


図 11: 2次元化した 1991~2010 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=5$

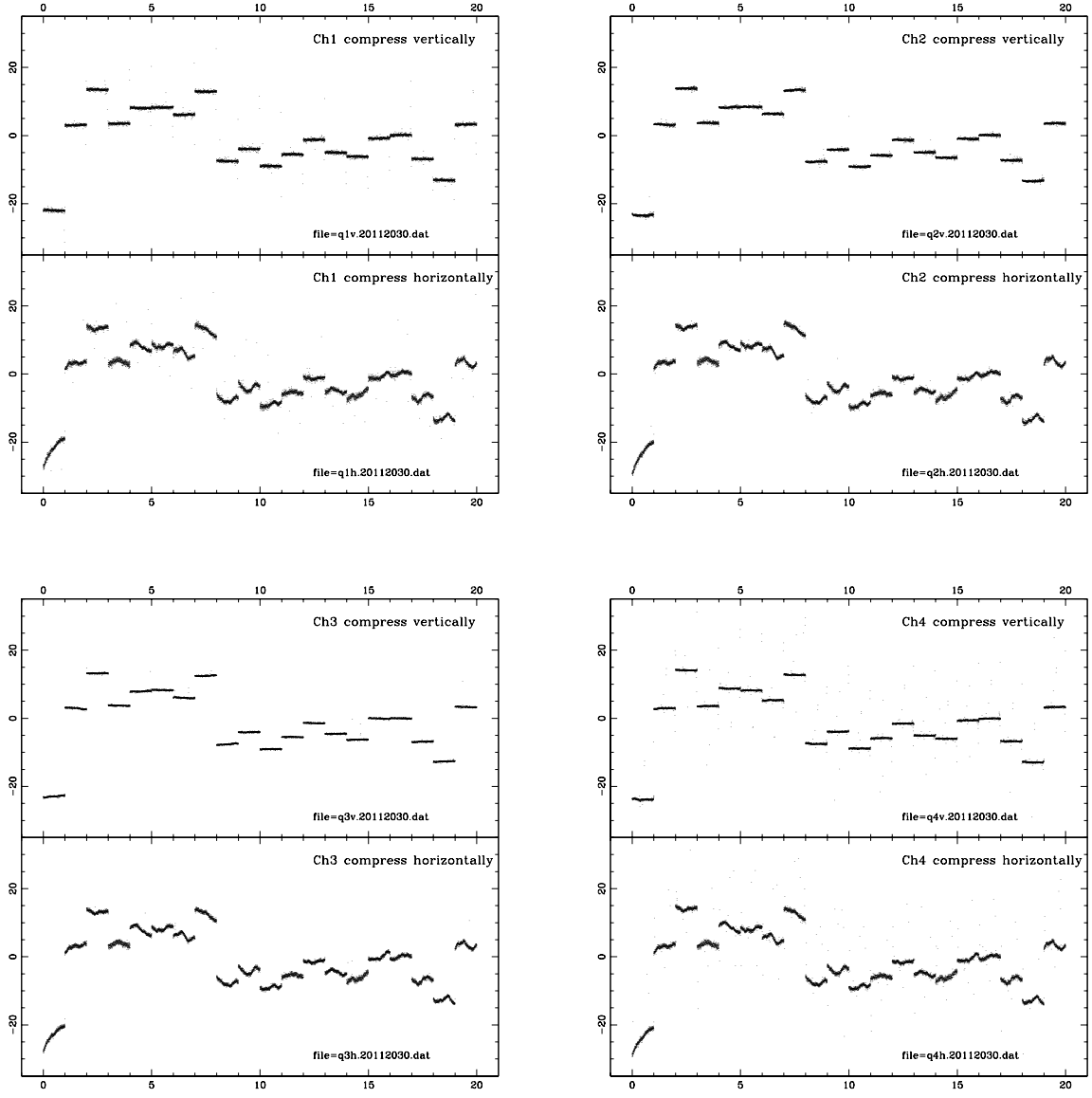


図 12: 2次元化した 2011~2030 フレーム。 $T_{int}=12.0$ sec, $N_{\text{Sample}}=6$

5 議論

5.1 マルチサンプル

N_{Sample} –Read noise の関係図を図 13に示す。この図でのノイズの値としては、傾きを補正した std-dev フレームにマスクをかけ、そのピクセル値の mean の値を用いている。いずれも、 $\text{Noise}(N_{Sample}) = \text{Noise}(1)/\sqrt{N_{Sample}}$ の直線に良くのっている。

ただ、冷却して 1 晩おいたデータの方で、 $N_{Sample} = 2$ のノイズの値が大きめにでているようである。

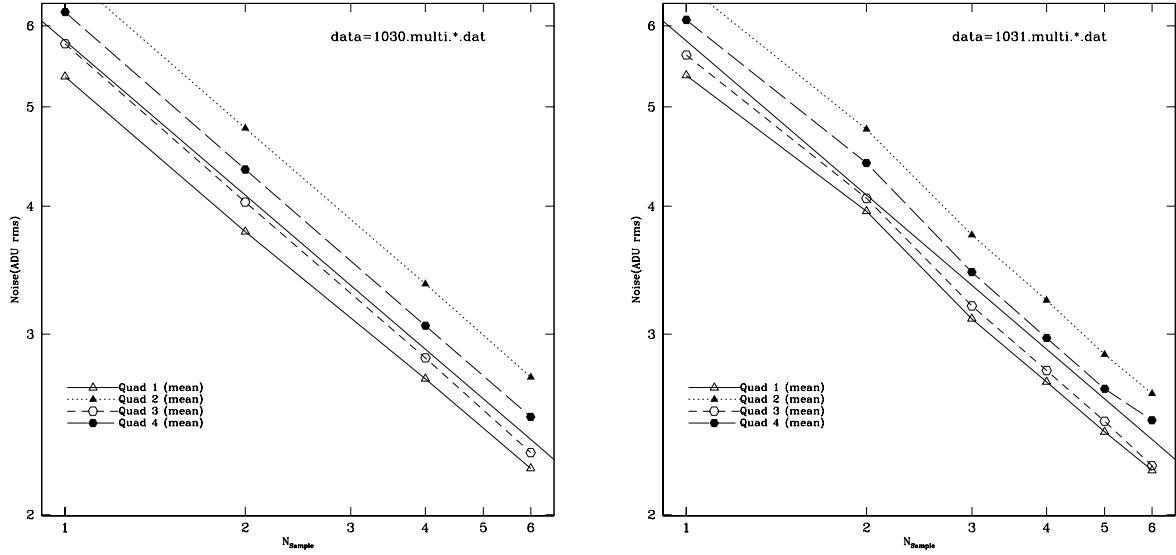


図 13: 左が 1811-1890(77K) 右が 1911-2030(77K) のフレームの N_{Sample} –Read noise 関係。