

ヒロでの読み出しノイズ： Science Chip-2 ～モーターの影響～

本原顕太郎

1998 年 12 月 15 日

1 取得したデータとパラメータ

CISCO に新 1 ボードとサイエンスグレードチップを載せて、モーターの電源、及びに保持電流が読み出しノイズにどれくらい影響を与えるかを測定した。検出器の温度は 75K、真空ポンプは取り外して測定している。

ただし、モーター電源には高砂の定電圧電源を用いている。スイッチングレギュレーターにした場合は全く違った結果になることに注意。

取得したデータとその際のパラメータを表 1 に示す。

モーター		積分時間 (s)			
元電源	保持電流	3	9	10	30
Off	Off	(6)	(7)	(8)	(9)
On	Off	(1)	(4)	(3)	
On	On	(2)		(5)	

ID	日付	No.	温度 (K)	積分時間 (s)	元電源	保持電流 I_{on} のモーター
(1)	1998/11/20	1098~1117	75	3	On	—
(2)		1118~1137		3	On	1
		1138~1157				2
		1158~1177				3
		1178~1197				4
		1198~1217				1,2,3,4
(3)		1218~1237		10	On	—
(4)		1238~1257		9	On	—
(5)		1258~1277		10	On	1
		1278~1297				3
		1298~1317				1,2,3,4
(6)		1318~1337		3	Off	—
(7)		1338~1357		9	Off	—
(8)		1358~1377		10	Off	—
(9)		1378~1397		30	On	—

表 1: (下): 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。(上): 取得したデータのパラメータの早見表。

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。

- 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。

3 結果 : Stddev

3.1 数値

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、stddev フレームを IRAF で

imstat (filename) lower=0.01 upper=40

した結果で、

(mean)/(mode) $\pm$ (stddev)

となっている。単位は、ADU r.m.s.。

Q	ID	No.	T_{int}	Raw	Offset 除去	傾き除去	元電源	保持電流
2	(6)	1318-1337	3	4.639/4.727 $\pm$ 1.257	4.178/4.162 $\pm$ 1.136	4.169/4.271 $\pm$ 1.136	×	—
	(1)	1098-1117	3	4.697/4.701 $\pm$ 1.25	4.087/4.232 $\pm$ 1.136	4.074/4.015 $\pm$ 1.137	○	—
	(2)	1118-1137	3	7.246/5.731 $\pm$ 2.515	4.314/4.316 $\pm$ 1.191	4.182/4.104 $\pm$ 1.173	○	1
		1138-1157	3	6.418/5.775 $\pm$ 2.263	4.22/4.25 $\pm$ 1.201	4.151/4.104 $\pm$ 1.197	○	2
		1158-1177	3	5.539/5.18 $\pm$ 1.559	4.226/4.283 $\pm$ 1.161	4.175/4.281 $\pm$ 1.159	○	3
		1178-1197	3	4.664/4.657 $\pm$ 1.284	4.149/4.076 $\pm$ 1.163	4.142/4.155 $\pm$ 1.163	○	4
		1198-1217	3	4.743/4.826 $\pm$ 1.283	4.294/4.207 $\pm$ 1.162	4.292/4.164 $\pm$ 1.162	○	1,2,3,4
	(7)	1338-1357	9	4.682/4.805 $\pm$ 1.332	4.302/4.168 $\pm$ 1.14	4.152/4.247 $\pm$ 1.157	×	—
	(4)	1238-1257	9	4.811/4.728 $\pm$ 1.388	4.332/4.389 $\pm$ 1.192	4.162/4.029 $\pm$ 1.207	○	—
	(8)	1358-1377	10	5.792/5.68 $\pm$ 1.325	4.159/4.209 $\pm$ 1.187	4.146/4.31 $\pm$ 1.192	×	—
	(3)	1218-1237	10	5.225/5.214 $\pm$ 1.327	4.089/4.261 $\pm$ 1.189	4.073/4.001 $\pm$ 1.195	○	—
	(5)	1258-1277	10	5.088/4.994 $\pm$ 1.347	4.275/4.383 $\pm$ 1.168	4.259/4.302 $\pm$ 1.174	○	1
		1278-1297	10	5.14/5.082 $\pm$ 1.325	4.287/4.331 $\pm$ 1.155	4.271/4.239 $\pm$ 1.159	○	3
		1298-1317	10	5.733/5.613 $\pm$ 1.337	4.376/4.383 $\pm$ 1.16	4.364/4.299 $\pm$ 1.163	○	1,2,3,4
	(9)	1378-1397	30	4.98/4.868 $\pm$ 1.459	4.21/4.217 $\pm$ 1.219	4.189/4.181 $\pm$ 1.223	×	—

Q	ID	No.	T_{int}	Raw	Offset 除去	傾き 除去	元電源	保持電流
3	(6)	1318-1337	3	4.553/4.635 $\pm$ 1.118	4.084/4.328 $\pm$ 1.042	4.076/4.216 $\pm$ 1.042	×	—
	(1)	1098-1117	3	4.652/4.718 $\pm$ 1.121	4.084/4.284 $\pm$ 1.022	4.065/4.195 $\pm$ 1.024	○	—
	(2)	1118-1137	3	7.66/6.148 $\pm$ 2.597	4.589/4.477 $\pm$ 1.156	4.452/4.373 $\pm$ 1.141	○	1
		1138-1157	3	6.075/5.684 $\pm$ 1.547	4.21/4.207 $\pm$ 1.084	4.148/4.155 $\pm$ 1.082	○	2
		1158-1177	3	5.712/5.279 $\pm$ 1.495	4.384/4.462 $\pm$ 1.057	4.326/4.296 $\pm$ 1.053	○	3
		1178-1197	3	4.902/4.723 $\pm$ 1.16	4.401/4.388 $\pm$ 1.083	4.389/4.407 $\pm$ 1.084	○	4
		1198-1217	3	5.343/5.104 $\pm$ 1.222	4.914/4.866 $\pm$ 1.135	4.908/4.774 $\pm$ 1.135	○	1,2,3,4
	(7)	1338-1357	9	4.664/4.569 $\pm$ 1.142	4.27/4.341 $\pm$ 1.022	4.102/4.238 $\pm$ 1.041	×	—
	(4)	1238-1257	9	4.747/4.787 $\pm$ 1.222	4.272/4.334 $\pm$ 1.047	4.087/4.284 $\pm$ 1.063	○	—
	(8)	1358-1377	10	5.617/5.46 $\pm$ 1.153	4.097/4.029 $\pm$ 1.06	4.088/4.04 $\pm$ 1.065	×	—
	(3)	1218-1237	10	5.166/5.102 $\pm$ 1.152	4.08/4.154 $\pm$ 1.058	4.068/4.233 $\pm$ 1.062	○	—
	(5)	1258-1277	10	5.178/5.194 $\pm$ 1.197	4.436/4.383 $\pm$ 1.093	4.425/4.56 $\pm$ 1.097	○	1
		1278-1297	10	5.144/5.036 $\pm$ 1.151	4.324/4.43 $\pm$ 1.056	4.317/4.307 $\pm$ 1.058	○	3
		1298-1317	10	6.234/6.08 $\pm$ 1.222	4.866/4.68 $\pm$ 1.118	4.854/4.874 $\pm$ 1.119	○	1,2,3,4
	(9)	1378-1397	30	4.953/4.974 $\pm$ 1.18	4.18/4.355 $\pm$ 1.096	4.166/4.145 $\pm$ 1.099	×	—

Q	ID	No.	T_{int}	Raw	Offset 除去	傾き 除去	元電源	保持電流
4	(6)	1318-1337	3	4.338/4.484 $\pm$ 1.051	3.914/3.947 $\pm$ 1.044	3.902/3.957 $\pm$ 1.046	×	—
	(1)	1098-1117	3	4.523/4.59 $\pm$ 1.035	3.924/3.979 $\pm$ 1.039	3.905/3.94 $\pm$ 1.04	○	—
	(2)	1118-1137	3	7.086/5.347 $\pm$ 2.531	4.145/4.049 $\pm$ 1.102	3.997/4. $\pm$ 1.091	○	1
		1138-1157	3	5.628/5.386 $\pm$ 1.41	3.988/3.947 $\pm$ 1.101	3.932/3.887 $\pm$ 1.103	○	2
		1158-1177	3	5.233/4.956 $\pm$ 1.366	4.007/4.169 $\pm$ 1.061	3.964/4.05 $\pm$ 1.062	○	3
		1178-1197	3	4.512/4.518 $\pm$ 1.056	3.966/4.12 $\pm$ 1.072	3.954/4.151 $\pm$ 1.073	○	4
		1198-1217	3	4.54/4.676 $\pm$ 1.074	4.128/4.039 $\pm$ 1.07	4.117/4.066 $\pm$ 1.071	○	1,2,3,4
	(7)	1338-1357	9	4.446/4.445 $\pm$ 1.066	4.094/4.181 $\pm$ 1.04	3.932/4.06 $\pm$ 1.063	×	—
	(4)	1238-1257	9	4.818/4.697 $\pm$ 1.143	4.105/4.151 $\pm$ 1.072	3.927/4.004 $\pm$ 1.095	○	—
	(8)	1358-1377	10	5.396/5.26 $\pm$ 1.086	3.927/4.098 $\pm$ 1.079	3.92/3.944 $\pm$ 1.083	×	—
	(3)	1218-1237	10	5.119/5.157 $\pm$ 1.071	3.925/3.999 $\pm$ 1.085	3.911/3.838 $\pm$ 1.089	○	—
	(5)	1258-1277	10	5.041/4.898 $\pm$ 1.088	4.012/4.156 $\pm$ 1.09	4.002/4.118 $\pm$ 1.093	○	1
		1278-1297	10	4.801/4.733 $\pm$ 1.063	3.989/3.964 $\pm$ 1.08	3.978/4.102 $\pm$ 1.084	○	3
		1298-1317	10	5.564/5.457 $\pm$ 1.084	4.151/4.096 $\pm$ 1.075	4.144/3.941 $\pm$ 1.077	○	1,2,3,4
	(9)	1378-1397	30	4.566/4.444 $\pm$ 1.094	3.998/4.211 $\pm$ 1.092	3.986/4.004 $\pm$ 1.096	×	—

3.2 考察

まず、モーターの元電源を入れただけでは、ノイズには有意な違いは見られなかった。

しかしながら、モーターの保持電流を流しているか切っているかが多少ノイズに効いているのがわかる。そこで、これらの寄与を次のようにして評価した。各コドラントごとに、傾きの除去をしたときのノイズを用いて

1. モーターの保持電流の影響のない時の読み出しノイズを平均したものを基準の読み出しノイズとする
2. 保持電流を流している時の読み出しノイズと基準の読み出しノイズの自乗差の平方根が保持電流の寄与

として、保持電流の寄与を見た。結果を下表に示す。

これから、以下のことがわかる。

- 保持電流の読み出しノイズに対する寄与は、せいぜい 1 ADU r.m.s. 程度。
- コドラント 2,4 に比べてコドラント 3 は影響を受けやすい。
- どのモーターも、ノイズに対する寄与は同じくらい (検出器からの遠さとは相関がない)。保持電流を流しているモーターの個数はノイズに相関している。

T_{int}	保持電流 On	Q1	Q2	Q3	Q4
3.0	1	–	0.6060/-0.6200	1.7511/1.2417	0.7493/0.5365
3.0	2	–	0.3301/-0.6200	0.6724/-0.5632	0.2145/-0.7768
3.0	3	–	0.5557/1.0487	1.4002/0.9351	0.5465/0.8309
3.0	4	–	0.1852/0.1918	1.5841/1.3566	0.4685/1.2323
3.0	1,2,3,4	–	1.1399/0.3342	2.7083/2.2825	1.2390/0.9056
10.0	1	–	1.0086/1.1314	1.6813/1.7923	0.7755/1.1161
10.0	3	–	1.0581/0.8613	1.3721/0.9844	0.6402/1.0556
10.0	1,2,3,4	–	1.3866/1.1199	2.6091/2.4849	1.3259/-0.4251

表 2: モーターの保持電流の読み出しノイズへの寄与。単位は ADU r.m.s.。値は、mean/mode として表示している。また、– が付いているのは基準値に比べてノイズが減っている場合。

4 結果：2次元化したフレーム

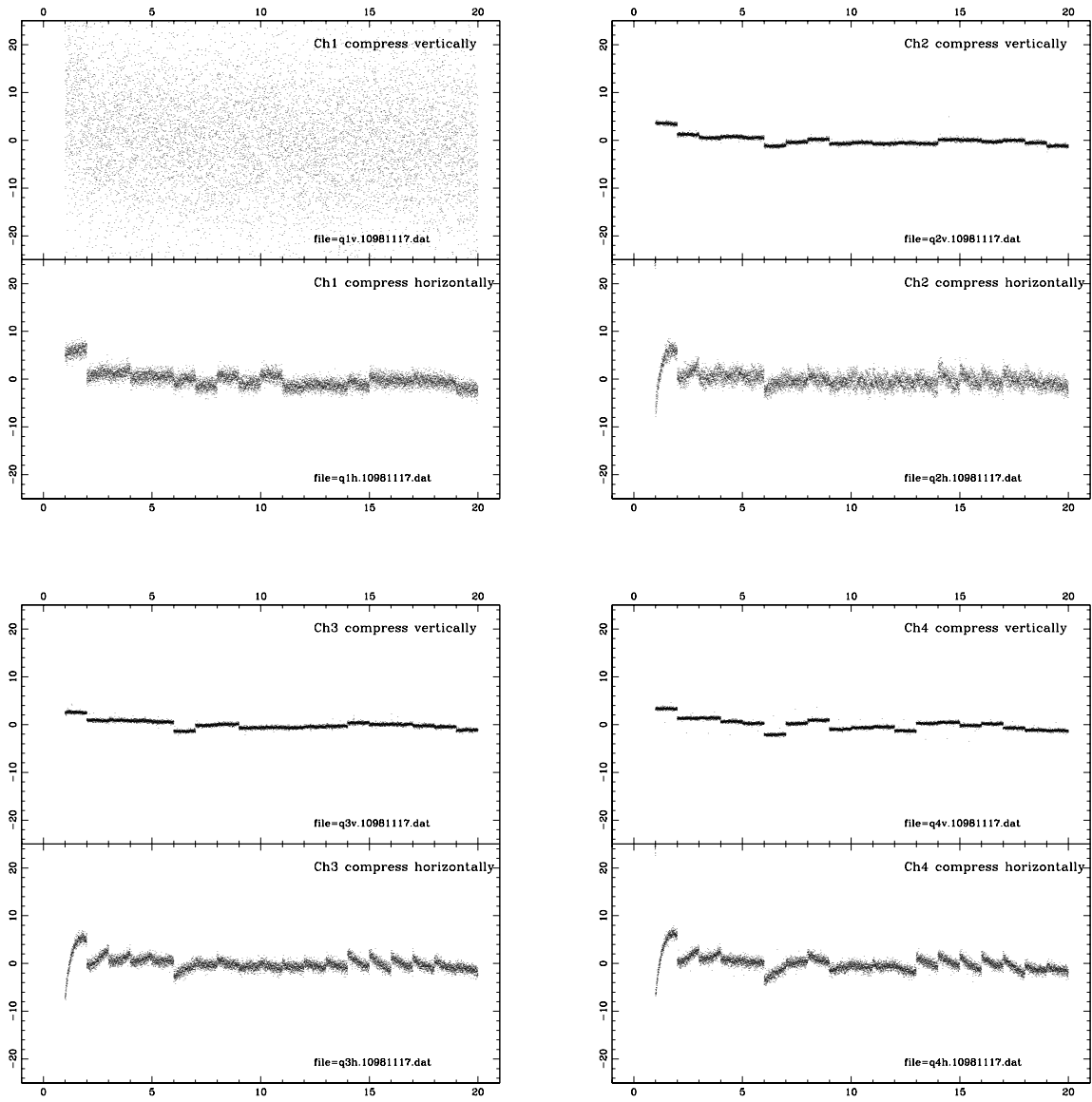
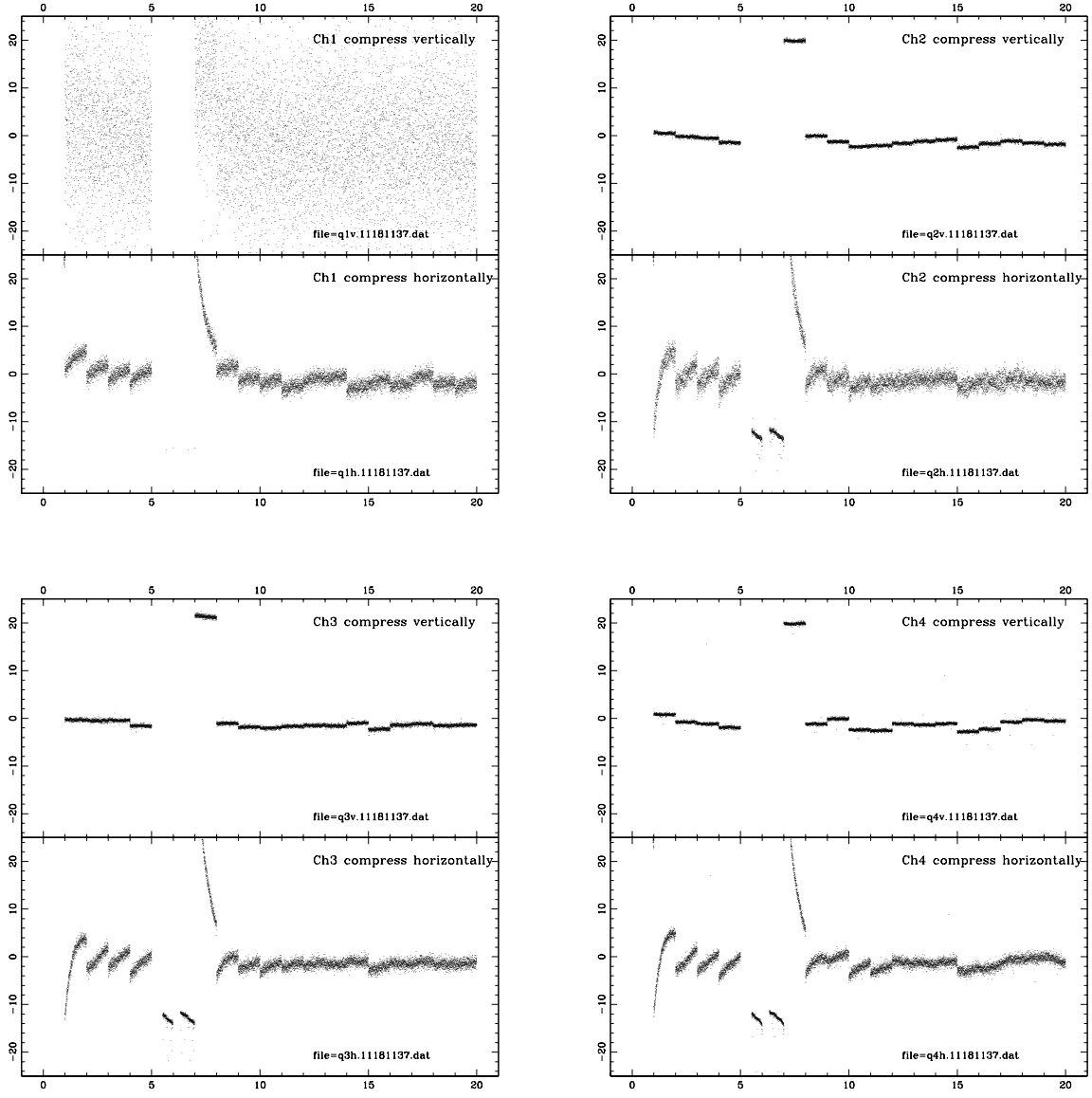


図 1: ID=(1) Frame=1098~1117 $T_{int} = 3.0$ sec, Power Supply=On



⊠ 2: ID=(2) Frame=1118~1137 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 1

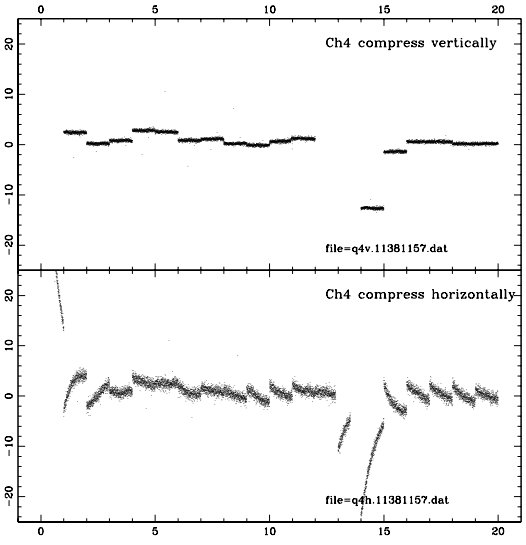
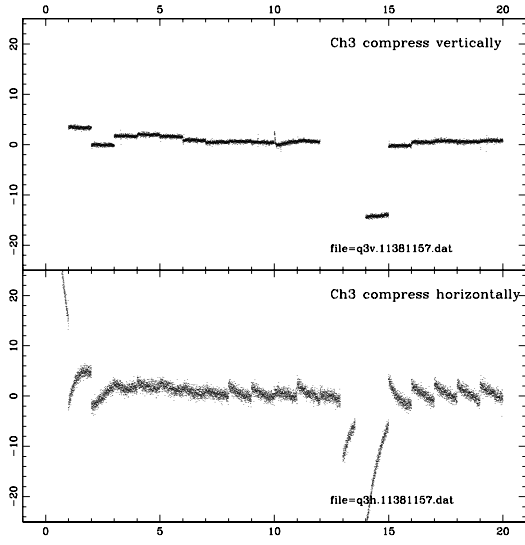
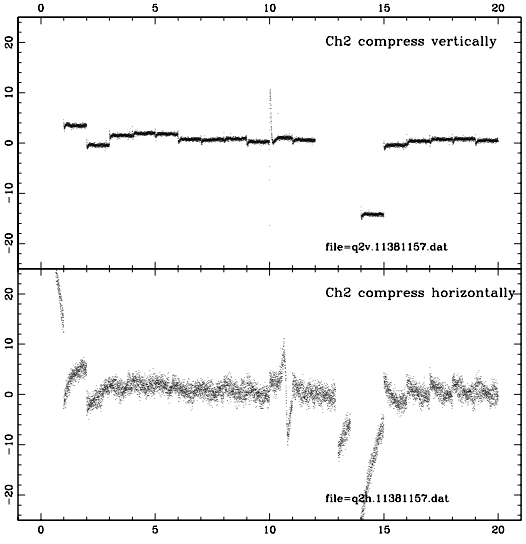
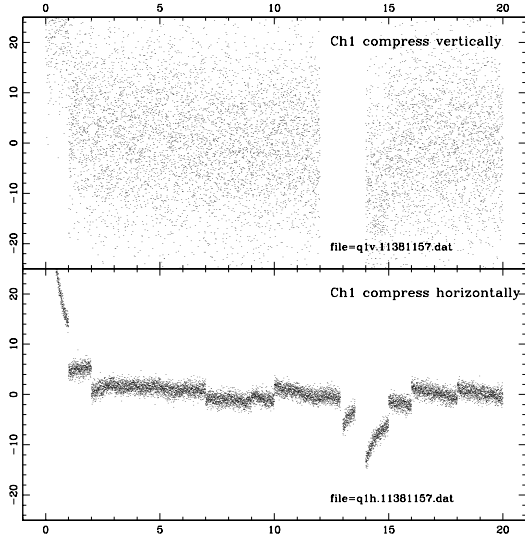
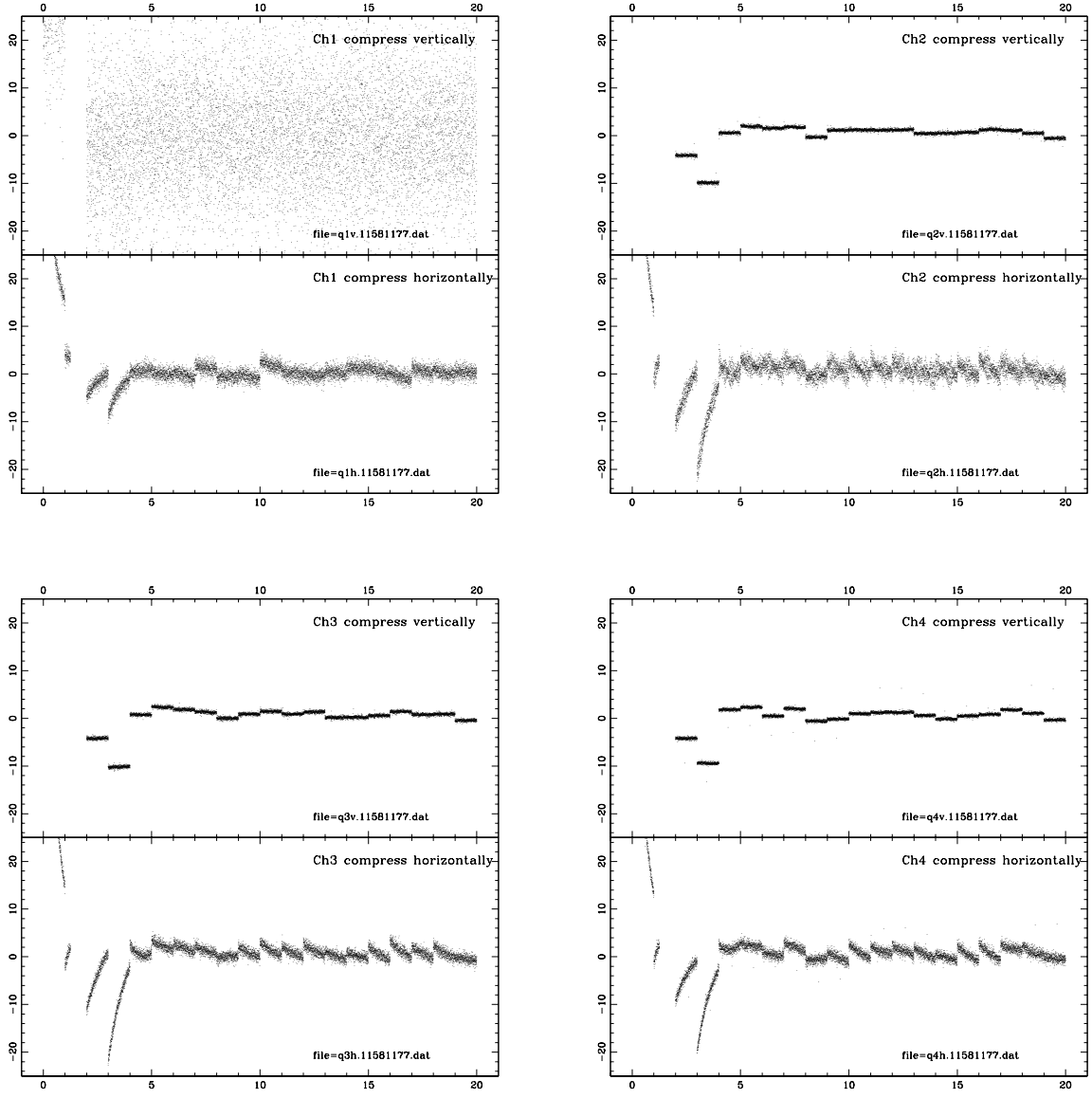
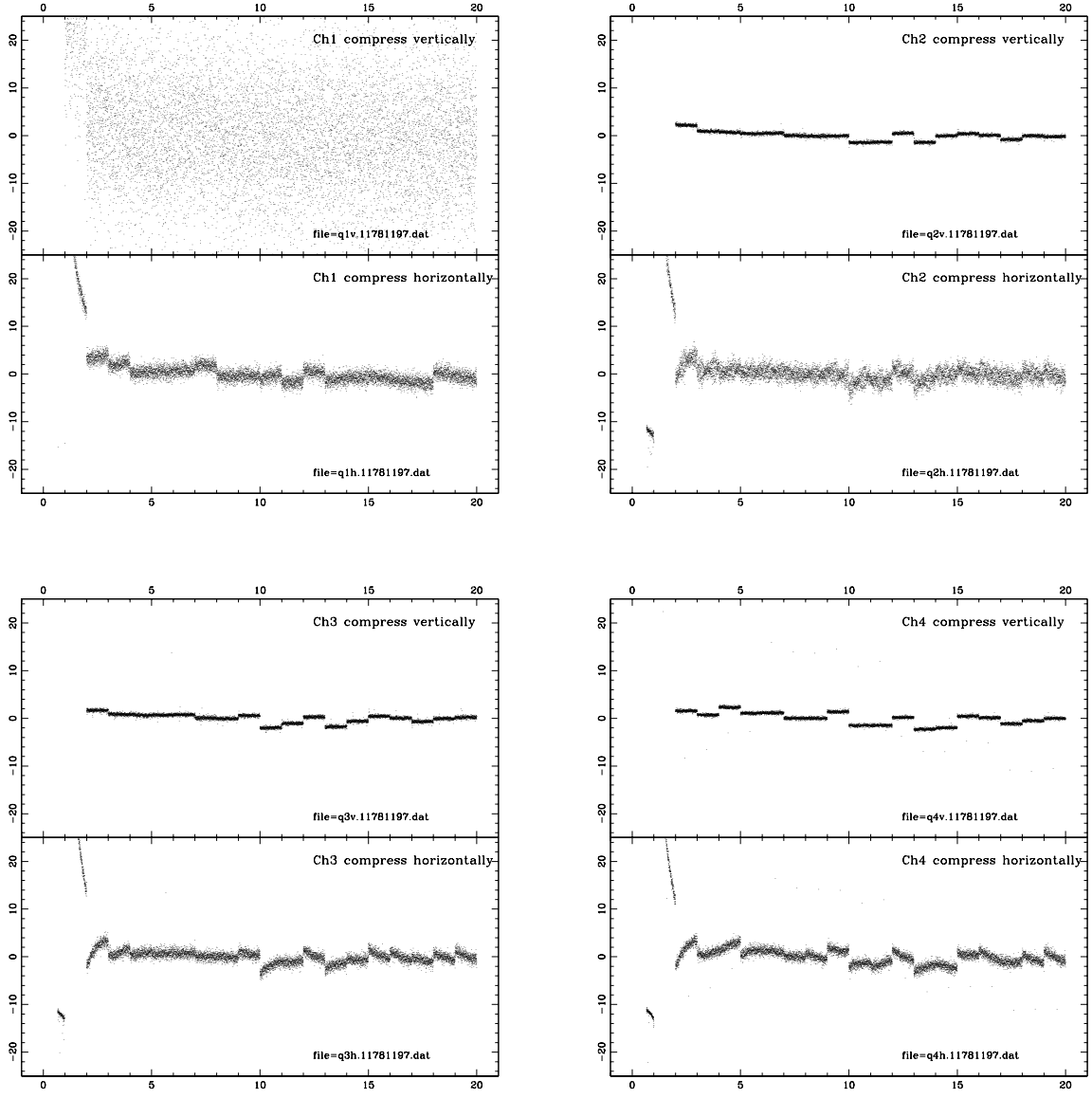


Figure 3: ID=(2) Frame=1138~1157 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 2



⊠ 4: ID=(2) Frame=1158~1177 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 3



⊠ 5: ID=(2) Frame=1178~1197 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 4

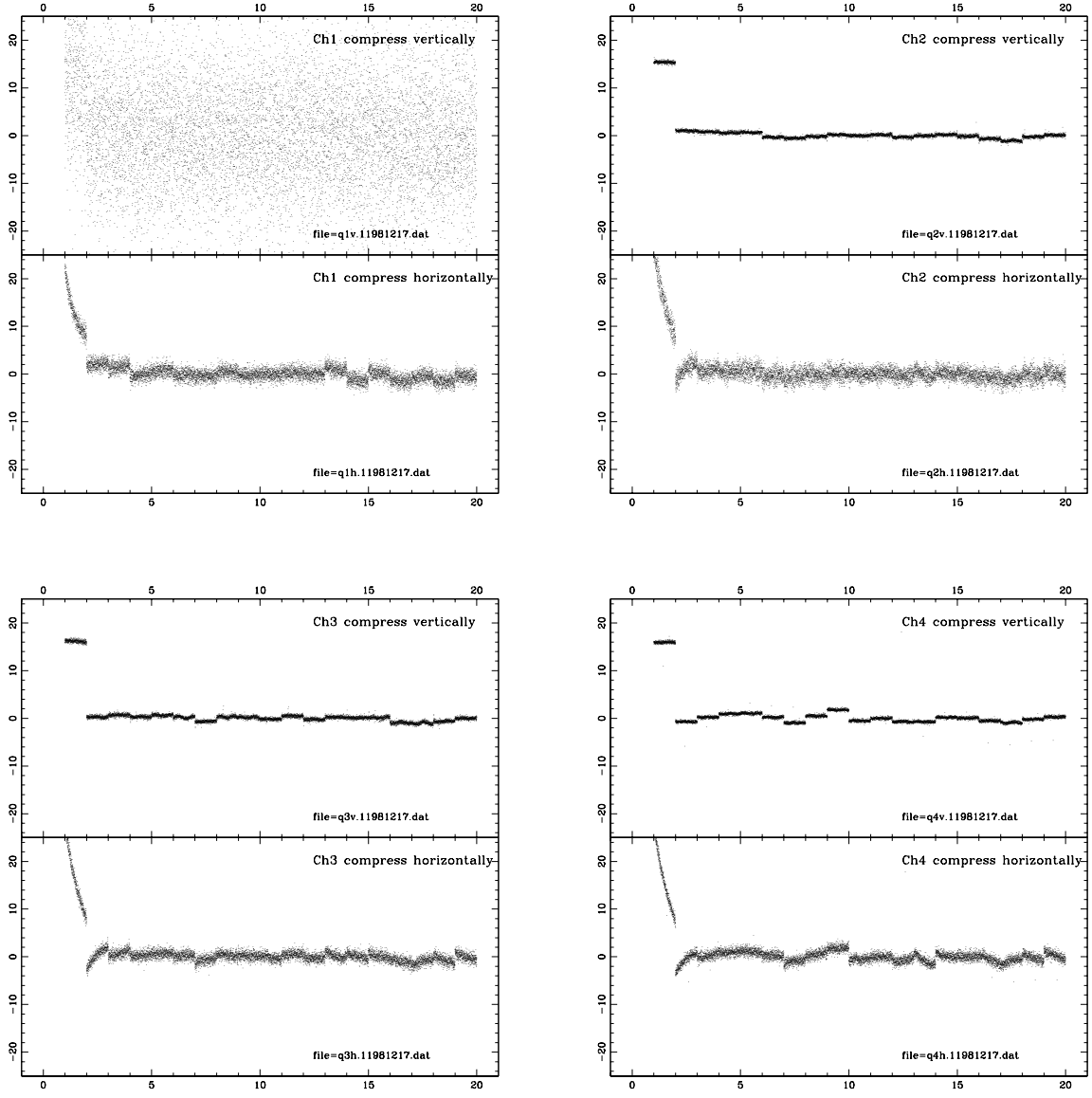
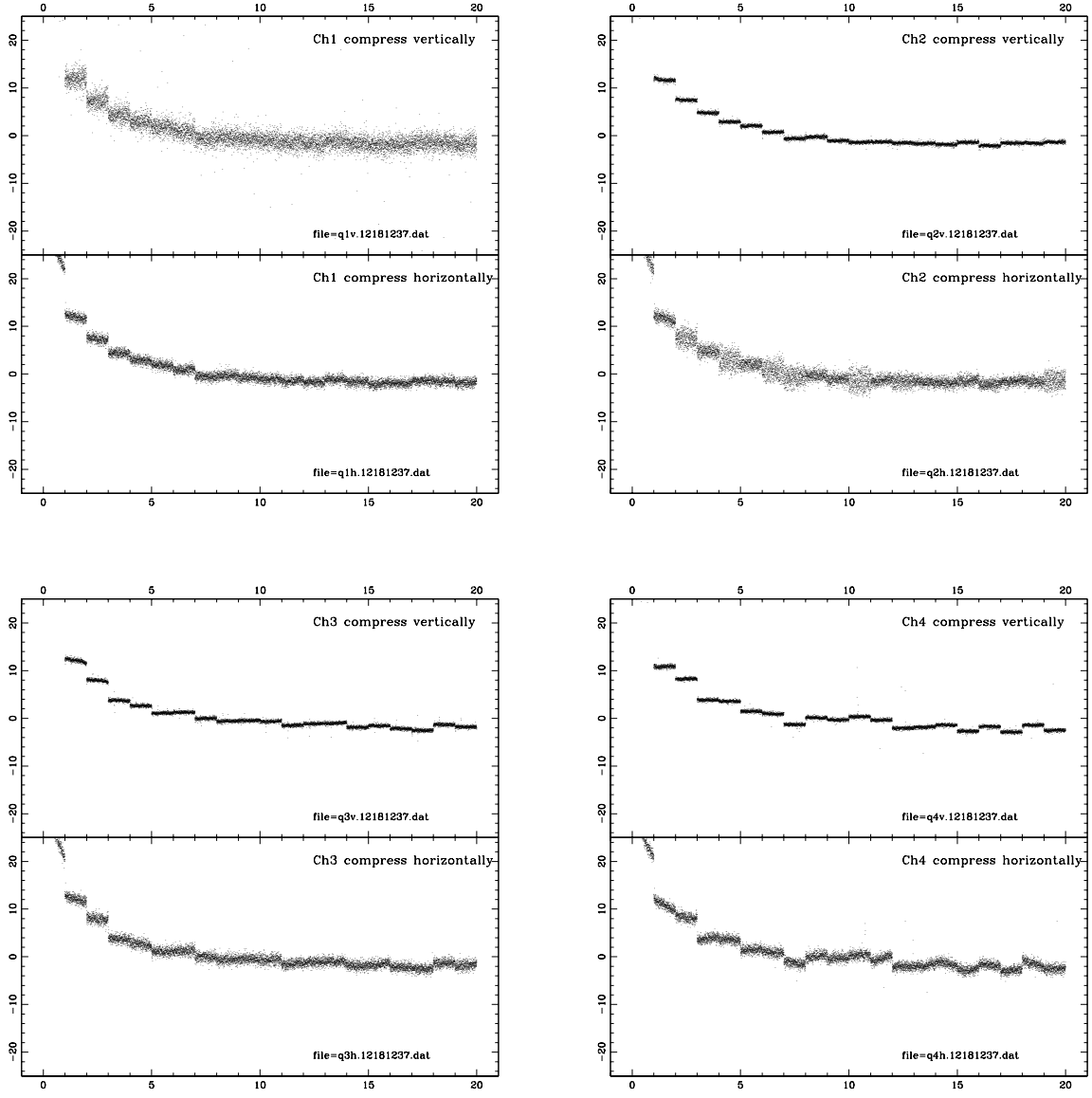
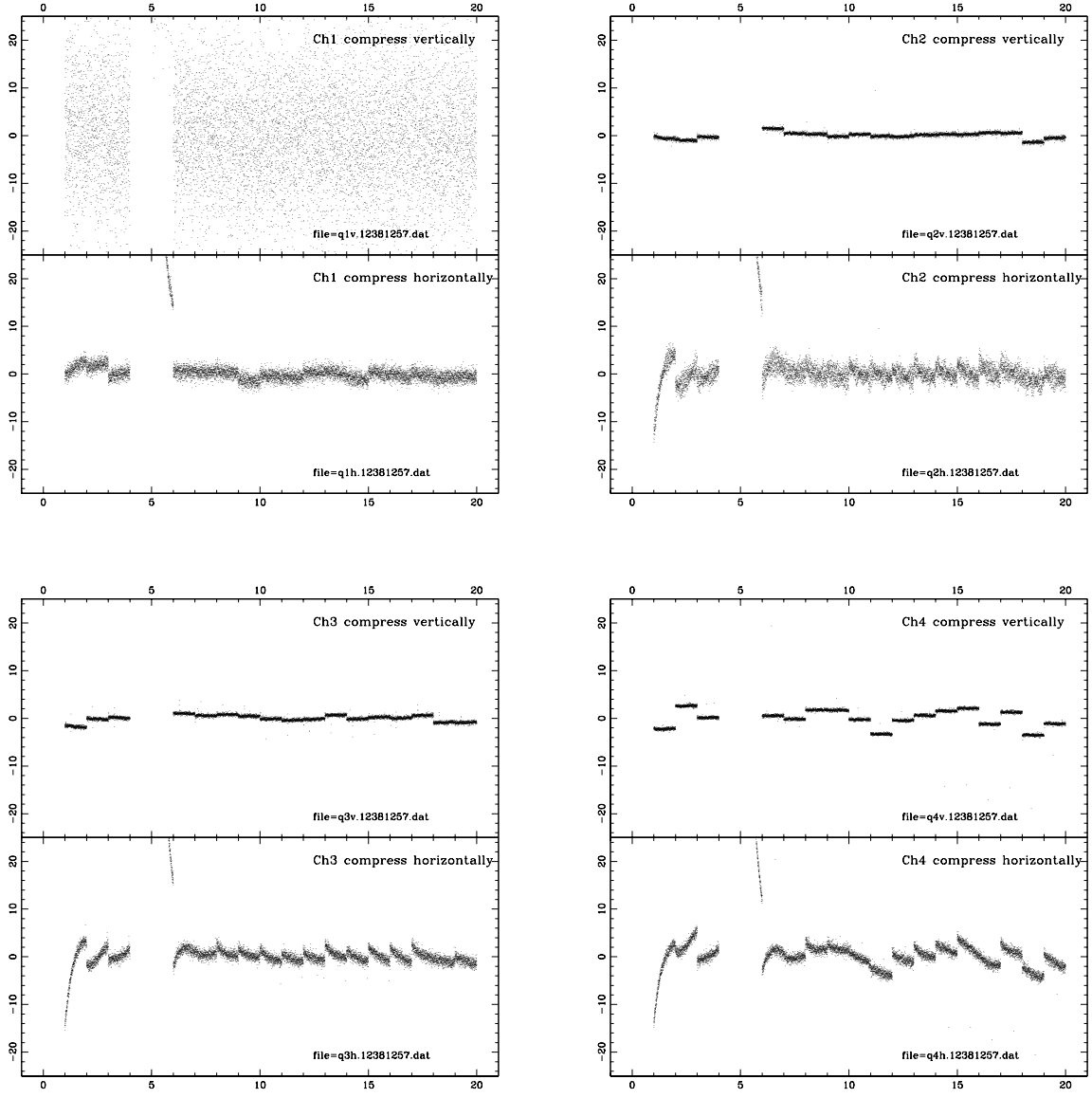


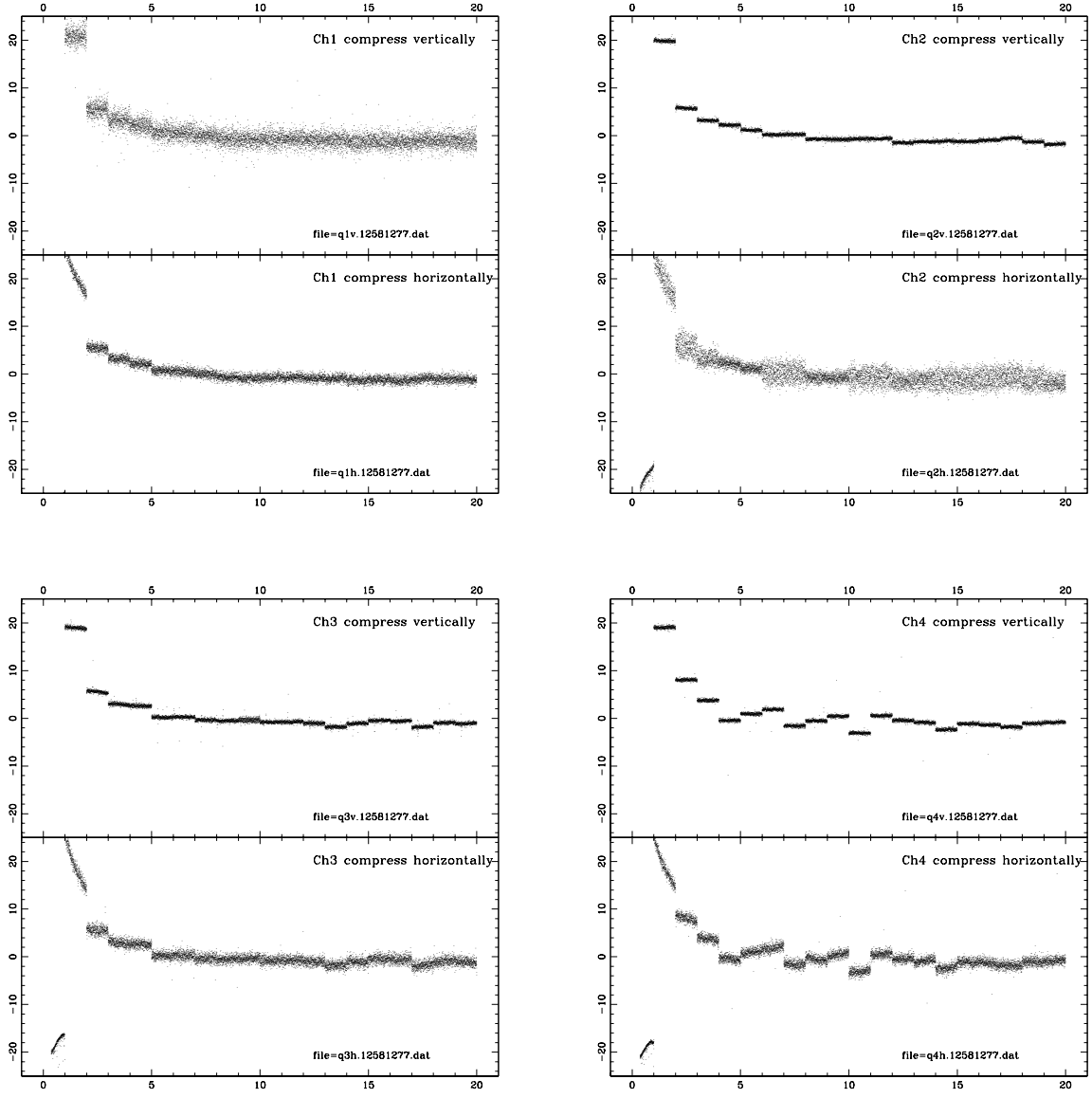
Fig 6: ID=(2) Frame=1198~1217 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 1,2,3,4



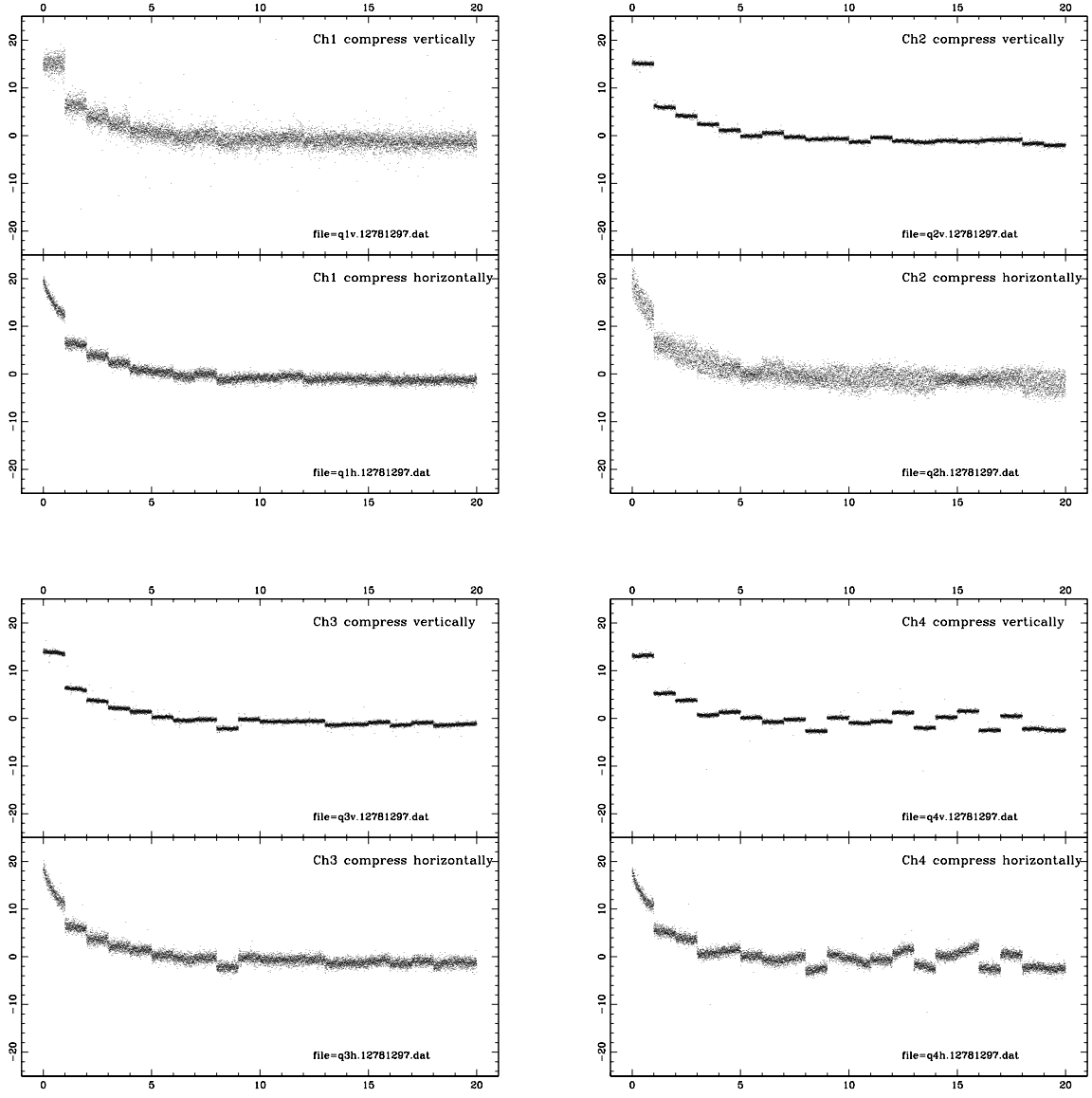
☒ 7: ID=(3) Frame=1218~1237 $T_{int}=10.0$ sec, Power Supply=On



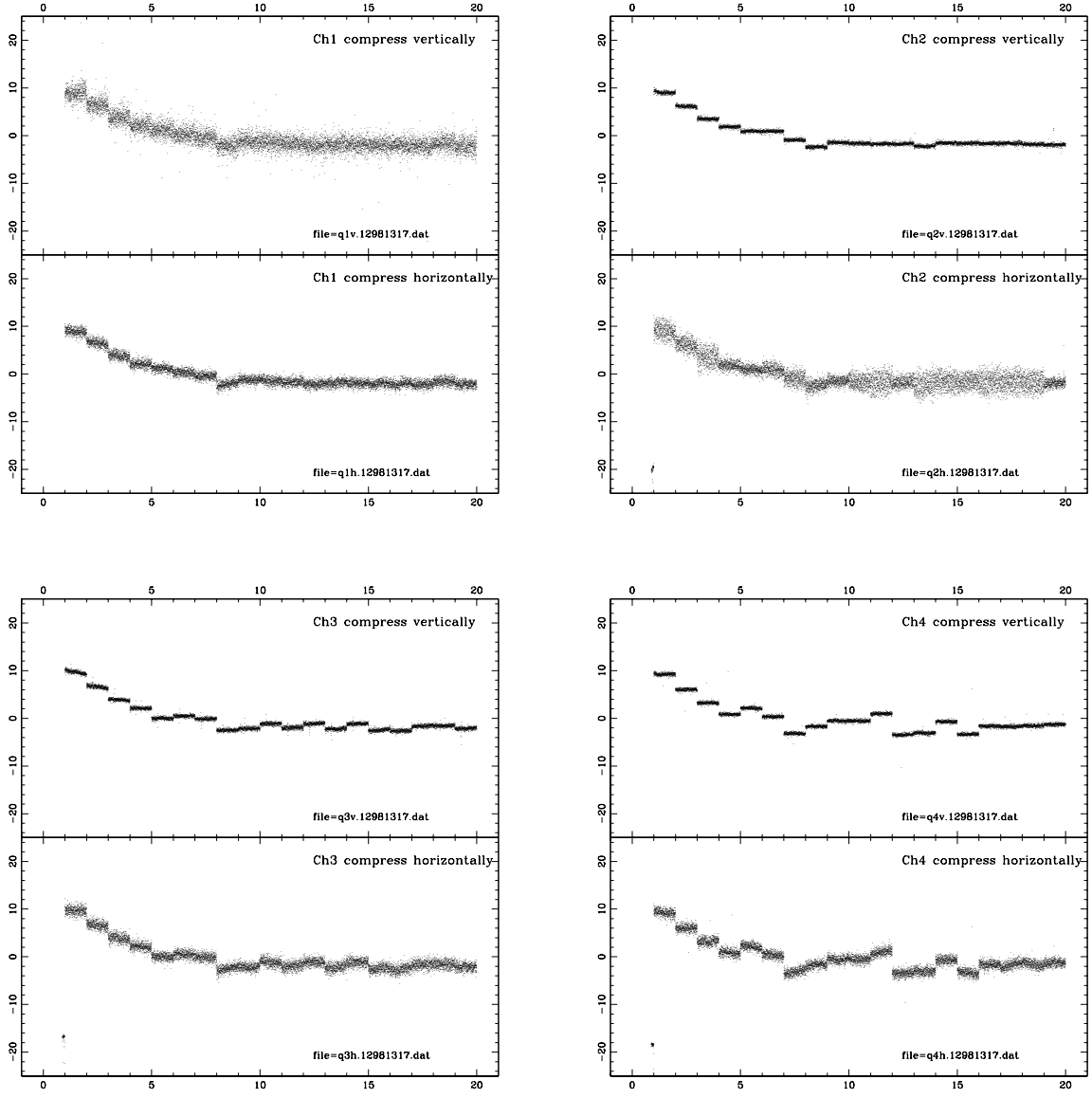
⊠ 8: ID=(4) Frame=1238~1257 $T_{int}=9.0$ sec, Power Supply=On



⊠ 9: ID=(5) Frame=1258~1277 $T_{int}=10.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 1



⊠ 10: ID=(5) Frame=1278~1297 $T_{int}=10.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 3



⊠ 11: ID=(5) Frame=1298~1317 $T_{int}=10.0$ sec, Power Supply=On, Current On= 1,2,3,4

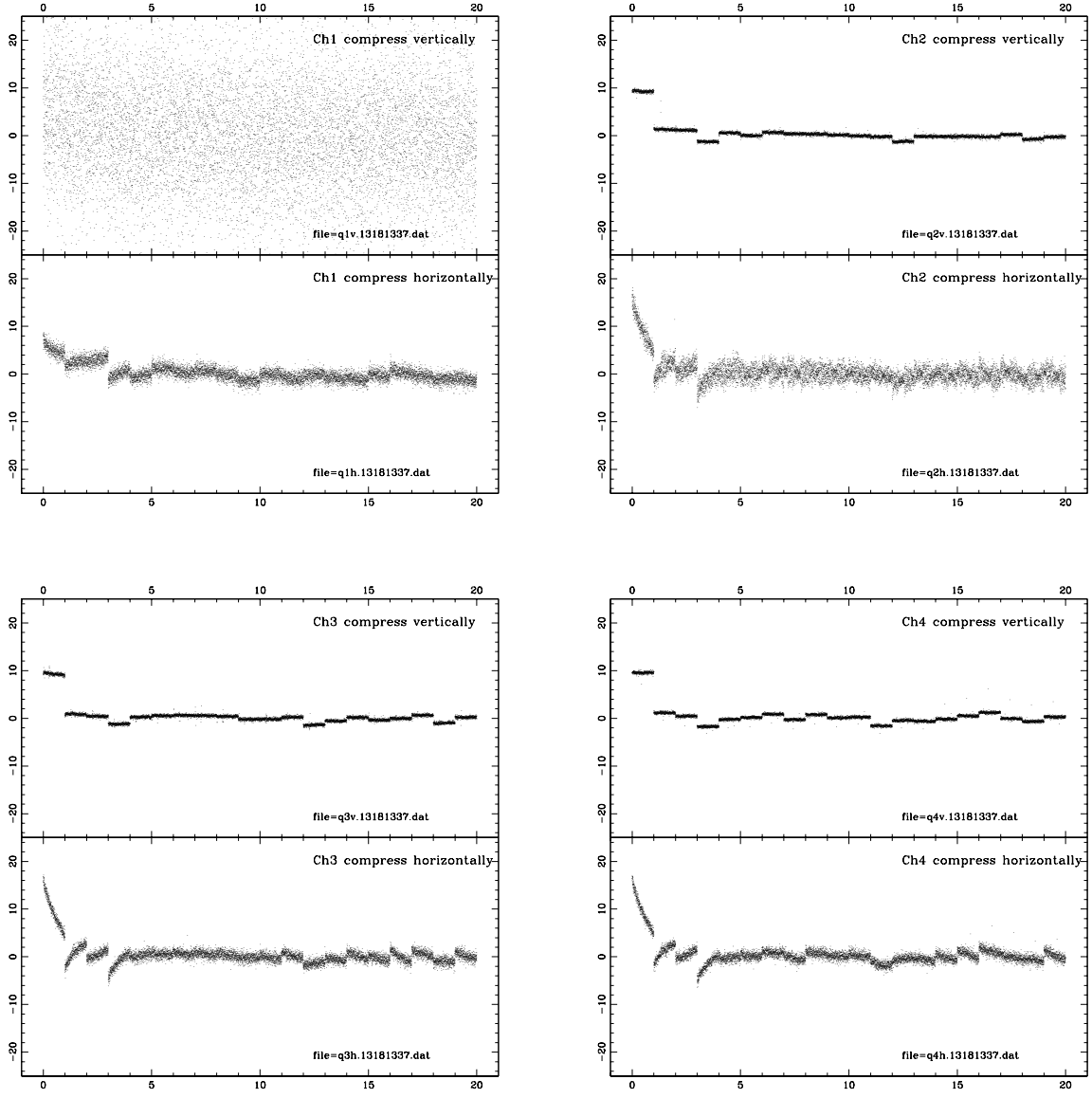
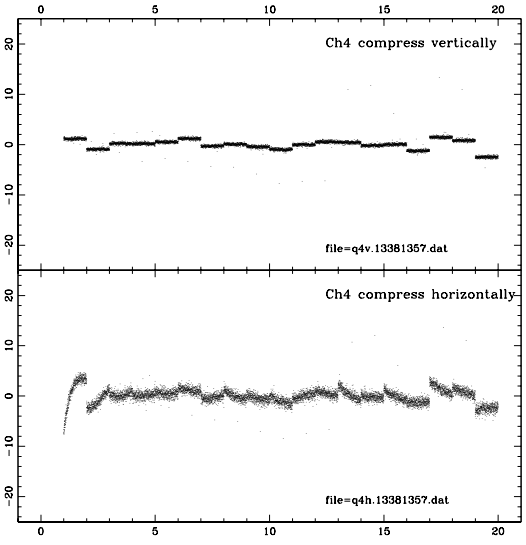
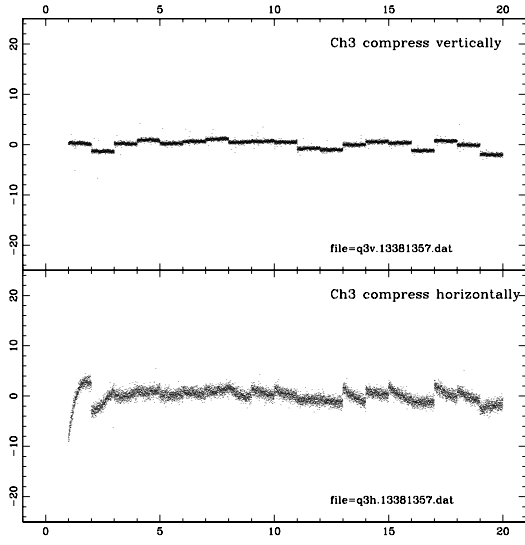
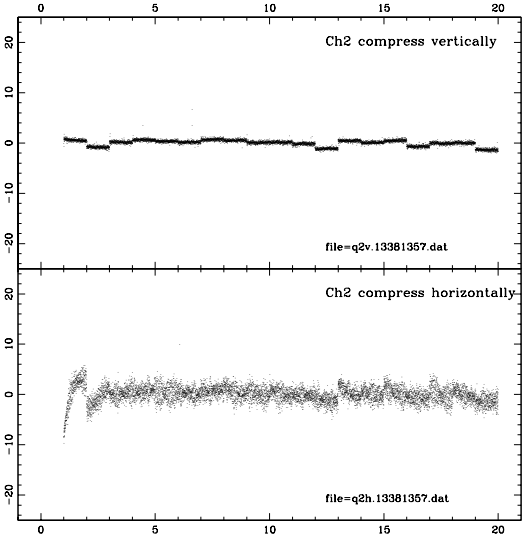
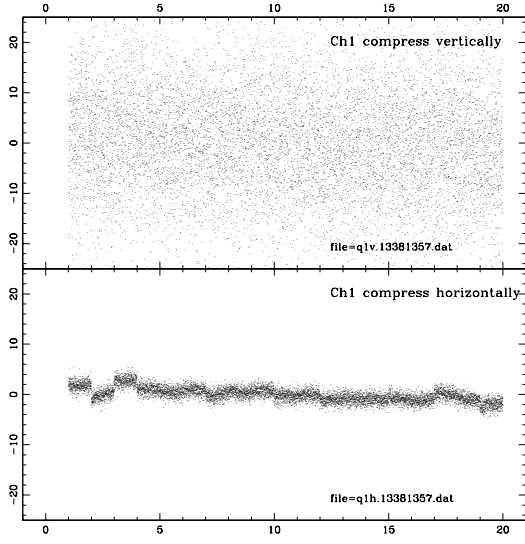


Figure 12: ID=(6) Frame=1318~1337 $T_{int}=3.0$ sec, Power Supply=Off



☒ 13: ID=(7) Frame=1338~1357 $T_{int}=9.0$ sec, Power Supply=Off

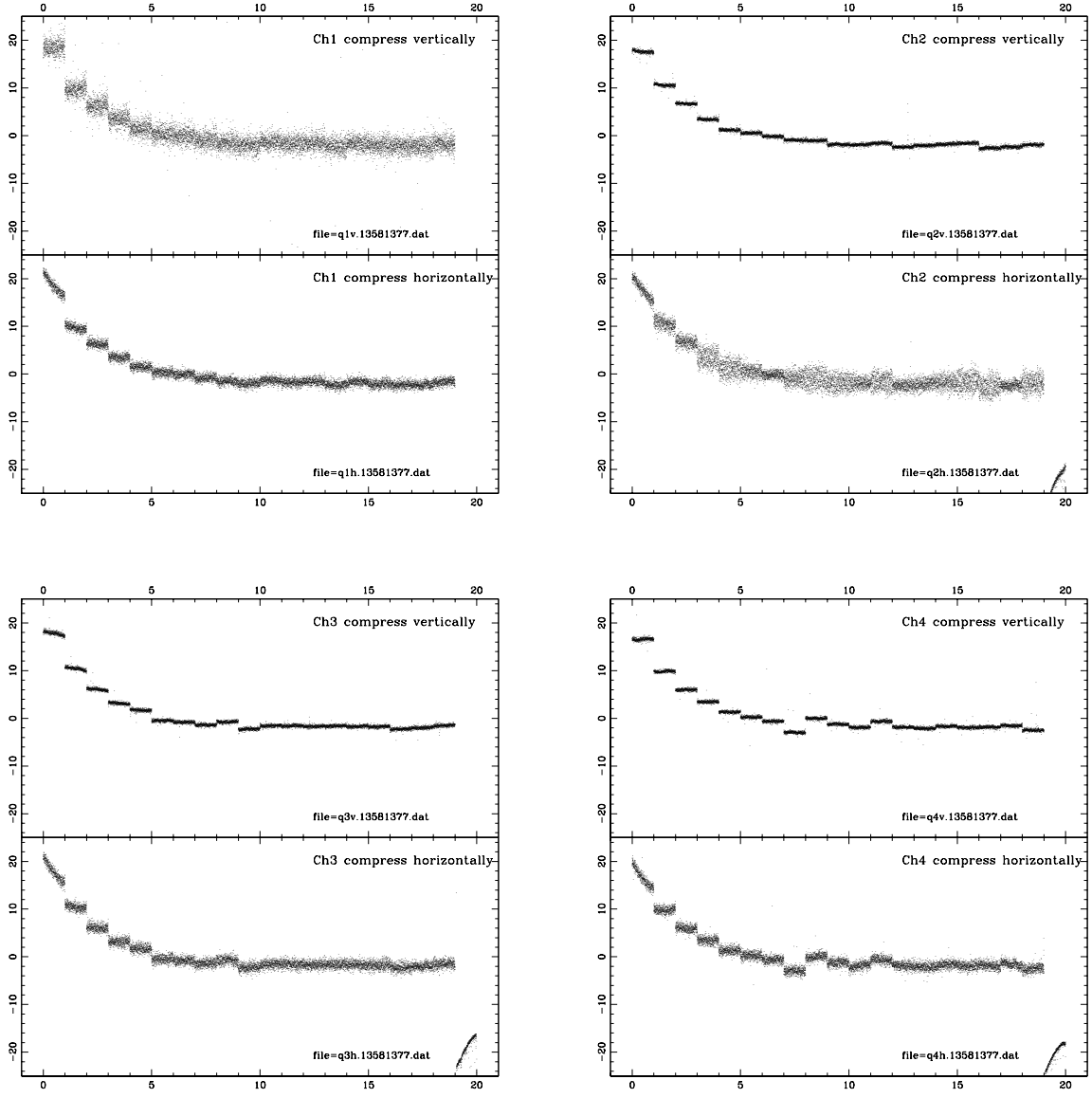


Fig 14: ID=(8) Frame=1358~1377 $T_{int} = 10.0$ sec, Power Supply=Off

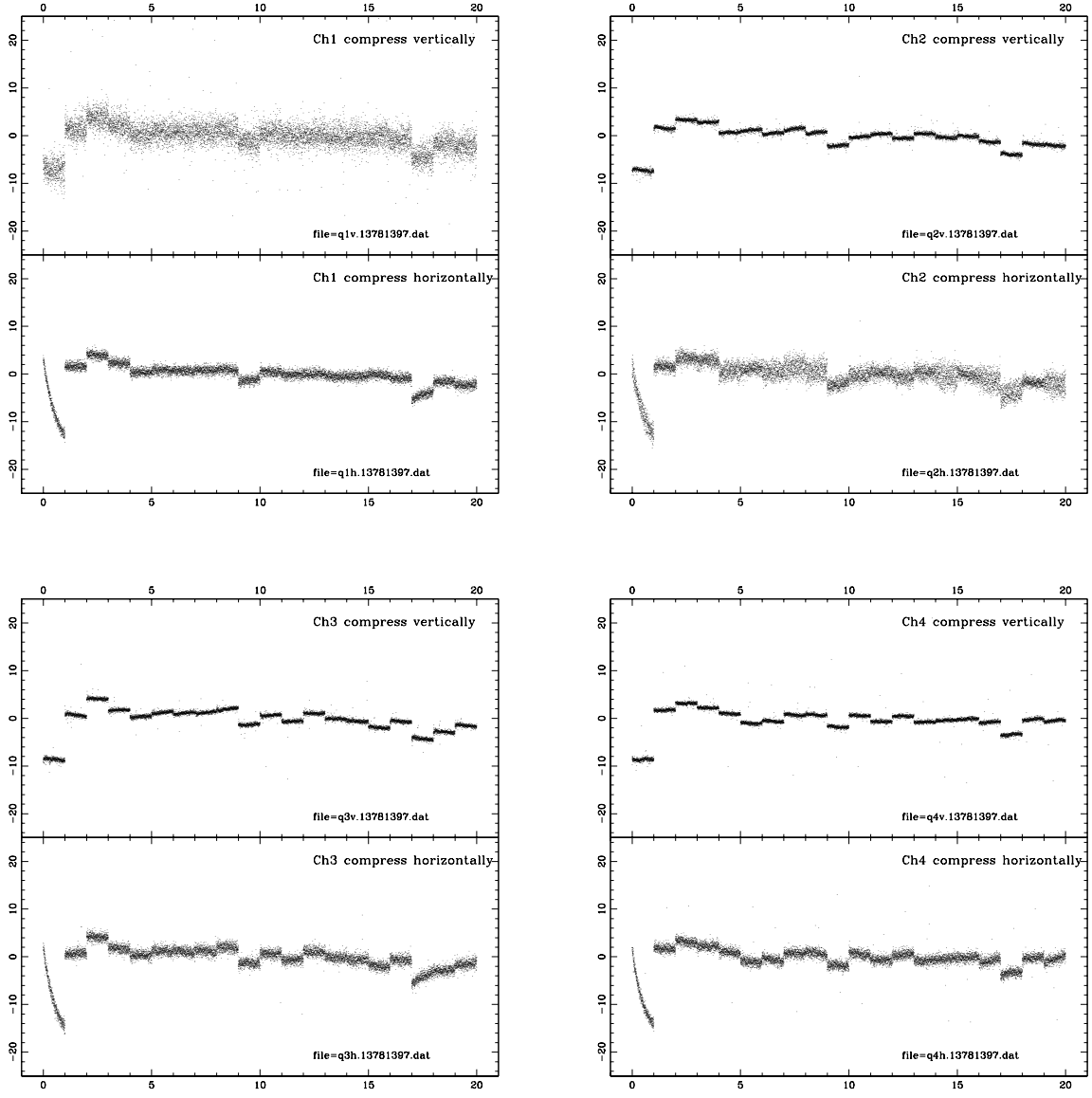


Fig 15: ID=(9) Frame=1378~1397 $T_{int}=30.0$ sec, Power Supply=Off