

新ファンアウトボード (その2) の読み出しノイズ

本原顕太郎

1998 年 10 月 26 日

1 これまでのファンアウトボードに名称をつける。

現時点でファンアウトボードは4枚存在し、そろそろその区別がつきにくくなってきたので、一度ちゃんと整理する。名前は以下のとおり。

名称	略称	
旧ファンアウトボード 1	旧 1	これまでテストデュワーで使われてきたもの
旧ファンアウトボード 2	旧 2	これまでサイエンスグレードチップに使ってきたもの。CELLWELL 端子などにコンデンサがついており、旧 1 よりもノイズ性能はいい
新ファンアウトボード 1	新 1	セラミックコンデンサに、低温特性の悪い 0.1, 1 μ F を使っている。
新ファンアウトボード 2	新 2	セラミックコンデンサに、低温特性の良い 1 μ F を使っている。

2 取得したデータとパラメータ

configuration は、テストデュワーに新 2 ボードとエンジニアグレードチップを載せている。データは、プリアンプボードの新旧でのノイズの違いと、マザーボードのコネクタ部に取り付けている電源フィルタの効果を見るためにそれを変えて、室温と液体窒素温度でそれぞれ取得した。このとき、マルチサンプルも行なっている場合がある。

取得したデータとその際のパラメータを表 1 に示す。

3 解析

取得したデータからノイズを出すわけだが、この解析は以下のようにした。

3.1 マスクフレーム

まず、デッドピクセルをちゃんと除去するため、以下のようにしてマスクフレームを作成した。以降の解析ではすべてにこのマスクを用いる。

1. 常温で取得したフレーム noise.0921.fits でピクセル値が -30 以下、0 以上のものをバッドピクセルとする。
2. noise.0902.fits~noise.0925.fits の stddev フレームを作り、そのピクセル値が 0 以下、7 以上のものをバッドピクセルとする。
3. 以上の条件のいずれかを満たすピクセルをバッドピクセルとして、マスクフレームを作った。

日付	No.	温度 (K)	積分 時間 (s)	プリ アンプ	電源 フィルタ	コメント
1998/10/08	0526~0550	77	3	old	○	LN2 入れた直後
	0551~0575	77	10	old	○	LN2 入れた直後
	0576~0600	77	3	old	○	$N_{Sample}=1,2,3,4,5,6$
	0601~0750	77	12	old	○	
1998/10/15	0751~0875	room	3,15	new	○	$N_{Sample}=1,2,4,6$
	0876~1000	room	3,15	old	○	$N_{Sample}=1,2,4,6$
1998/10/16	1001~1025	room	3	old	○	
	1026~1050	room	10	old	○	
1998/10/17	1051~1075	77	3	old	○	
	1076~1100	77	10	old	○	
1998/10/20	1101~1120	room	3	old	○	
	1121~1140	room	10	old	○	
	1141~1160	room	3	new	○	
	1161~1180	room	10	new	○	
1998/10/21	1191~1210	77	3	new	○	$N_{Sample}=1,2,4,6$
	1211~1230	77	10	new	○	
	1231~1310	77	12	new	○	
1998/10/22	1311~1330	77	3	new	×	$N_{Sample}=1,2,4,6$
	1331~1410	77	12	new	×	
1998/10/23	1411~1430	77	3	new	×	$N_{Sample}=1,2,4,6,3$
	1431~1530	77	12	new	×	

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。

3.2 stddev フレーム

以下の 3 種類の stddev フレームを作成。ただし、室温のデータではバッドピクセルの模様があるので、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。

4 結果

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.。

4.1 10/8 : 77K : 旧プリアンプボード

4.1.1 通常読み出し

Q	No.	T_{int}	Raw+Mask	Raw	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	0526-0550	3	9.358/9.528±2.68	8.886/8.065±2.756	5.668/5.121±2.16	5.581/2.409±1.899
	0551-0575	10	8.184/7.695±2.516	7.947/7.459±2.572	5.354/5.036±2.185	5.293/4.754±2.455
	0576-0600	3	13.28/15.75±4.012	12.32/8.222±4.117	5.71/5.287±2.148	5.625/5.022±2.423
2	0526-0550	3	9.957/10.07±2.459	9.373/8.518±2.571	6.299/6.034±1.74	6.08/2.036±2.301
	0551-0575	10	8.659/8.423±2.255	8.371/7.93±2.297	5.981/5.676±1.798	5.798/5.327±2.028
	0576-0600	3	14.01/16.4±3.947	12.79/8.611±4.141	6.331/6.193±1.791	6.098/5.775±2.037
3	0526-0550	3	8.371/7.743±1.633	8.447/8.196±1.823	5.371/5.098±1.176	5.101/1.782±1.7
	0551-0575	10	7.627/7.408±1.291	7.436/7.199±1.616	5.056/5.013±1.254	4.79/4.959±1.793
	0576-0600	3	11.17/8.579±3.403	11.94/8.579±3.416	5.387/5.219±1.246	5.139/5.179±1.803
4	0526-0550	3	8.817/8.034±1.805	8.735/8.359±2.043	5.786/5.572±1.45	5.756/1.88±2.223
	0551-0575	10	8.036/7.999±1.488	7.904/7.59±1.832	5.492/5.177±1.523	5.478/5.078±1.952
	0576-0600	3	12.03/8.811±3.506	12.15/8.704±3.506	5.8/5.628±1.46	5.786/5.384±1.932

4.1.2 マルチサンプル (1 2秒積分)

Q	No.	N_{sam}	Raw+Mask	Raw	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	0601-0625	1	8.102/7.553±2.584	7.962/7.317±2.612	5.428/5.027±2.151	5.376/4.822±2.443
	0626-0650	2	10.57/10.69±2.204	10.29/10.49±2.216	3.815/3.472±1.922	3.81/3.354±2.098
	0651-0675	3	11.38/11.21±1.87	11.19/11.08±1.874	3.118/2.809±1.84	3.134/2.669±1.978
	0676-0700	4	12.22/12.12±1.689	12.08/12.03±1.677	2.704/2.422±1.839	2.73/2.32±1.944
	0701-0725	5	15.22/15.07±1.465	15.12/14.79±1.449	2.434/2.149±1.813	2.465/2.08±1.901
	0726-0750	6	12.04/11.91±1.652	11.94/11.71±1.597	2.249/1.969±1.799	2.283/1.901±1.851
2	0601-0625	1	8.508/8.017±2.309	8.378/7.855±2.32	6.036/5.909±1.807	5.88/5.726±2.066
	0626-0650	2	11.02/11.23±1.979	10.68/10.96±2.035	4.217/3.968±1.648	4.16/3.945±1.811
	0651-0675	3	11.65/11.48±1.69	11.42/11.29±1.671	3.431/3.195±1.519	3.412/3.094±1.692
	0676-0700	4	12.47/12.46±1.511	12.31/12.24±1.462	2.956/2.781±1.44	2.962/2.741±1.543
	0701-0725	5	15.47/15.42±1.311	15.36/15.11±1.259	2.649/2.464±1.339	2.675/2.434±1.498
	0726-0750	6	11.94/11.87±1.4	11.85/11.65±1.349	2.428/2.215±1.268	2.473/2.203±1.431
3	0601-0625	1	7.893/7.613±1.46	7.455/7.08±1.778	5.133/4.944±1.239	4.874/5.098±1.804
	0626-0650	2	9.759/9.108±1.302	9.973/10.06±1.382	3.566/3.497±1.039	3.427/3.436±1.435
	0651-0675	3	10.6/10.32±0.93	10.67/10.59±1.033	2.897/2.827±0.8983	2.811/2.813±1.242
	0676-0700	4	11.35/11.15±0.7145	11.45/11.41±0.8418	2.501/2.4±0.849	2.438/2.308±1.134
	0701-0725	5	14.18/14.04±0.5926	14.29/14.11±0.7171	2.246/2.185±0.7914	2.199/1.98±1.035
	0726-0750	6	10.75/10.72±0.6787	10.85/10.75±0.7706	2.072/1.952±0.7515	2.038/1.954±0.9808
4	0601-0625	1	8.136/7.515±1.66	7.892/7.299±1.954	5.55/5.265±1.493	5.546/5.104±1.934
	0626-0650	2	10.65/10.79±1.466	10.72/10.79±1.581	3.879/3.726±1.307	3.918/3.63±1.598
	0651-0675	3	11.58/11.49±1.095	11.58/11.53±1.212	3.152/2.971±1.139	3.209/2.869±1.406
	0676-0700	4	12.82/12.83±0.8724	12.87/12.82±0.9829	2.713/2.554±1.018	2.782/2.505±1.295
	0701-0725	5	16.38/16.2±0.7246	16.45/16.24±0.8508	2.426/2.261±0.9381	2.502/2.239±1.214
	0726-0750	6	12.24/12.24±0.8407	12.3/12.29±0.9202	2.228/2.082±0.9328	2.308/2.048±1.182

4.2 10/15 : 室温 : マルチサンプル

4.2.1 新プリアンプボード

Q	No.	T_{int}	N_{sam}	Raw+Mask	Raw	Offset 除去 +Mask
1	0751-0775	3	1	5.093/4.711 $\pm$ 2.213	8.002/4.69 $\pm$ 6.282	5.14/4.705 $\pm$ 2.411
	0776-0800	15	1	5.763/5.758 $\pm$ 0.9029	10.26/5.665 $\pm$ 7.372	5.083/4.974 $\pm$ 0.8692
	0801-0825	15	2	3.981/3.836 $\pm$ 0.6495	8.635/3.921 $\pm$ 7.554	3.593/3.579 $\pm$ 0.627
	0826-0850	15	4	2.995/2.847 $\pm$ 0.4879	7.771/2.862 $\pm$ 7.743	2.61/2.51 $\pm$ 0.4819
	0851-0875	15	6	2.273/2.265 $\pm$ 0.4031	7.054/2.133 $\pm$ 7.801	2.093/2.013 $\pm$ 0.4016
2	0751-0775	3	1	5.421/4.872 $\pm$ 2.452	8.453/4.871 $\pm$ 6.723	5.535/4.846 $\pm$ 2.627
	0776-0800	15	1	5.907/5.707 $\pm$ 1.007	10.77/5.791 $\pm$ 7.734	5.387/5.288 $\pm$ 0.9704
	0801-0825	15	2	4.229/4.251 $\pm$ 0.7451	9.271/4.133 $\pm$ 7.959	3.864/3.593 $\pm$ 0.7477
	0826-0850	15	4	2.976/2.892 $\pm$ 0.5532	8.289/2.938 $\pm$ 8.33	2.738/2.641 $\pm$ 0.5643
	0851-0875	15	6	2.3/2.229 $\pm$ 0.4681	7.626/2.269 $\pm$ 8.384	2.212/2.051 $\pm$ 0.4825
3	0751-0775	3	1	4.114/3.6 $\pm$ 2.127	7.217/3.578 $\pm$ 6.387	4.019/3.574 $\pm$ 1.804
	0776-0800	15	1	4.777/4.481 $\pm$ 0.9244	9.78/4.561 $\pm$ 7.82	4.097/3.88 $\pm$ 0.9015
	0801-0825	15	2	3.309/3.11 $\pm$ 0.6946	8.53/3.095 $\pm$ 8.069	2.899/2.759 $\pm$ 0.6841
	0826-0850	15	4	2.353/2.157 $\pm$ 0.5258	7.845/2.187 $\pm$ 8.436	2.075/1.958 $\pm$ 0.5067
	0851-0875	15	6	1.684/1.607 $\pm$ 0.4615	7.206/1.45 $\pm$ 8.502	1.652/1.528 $\pm$ 0.4361
4	0751-0775	3	1	4.805/4.221 $\pm$ 2.543	8.13/4.27 $\pm$ 6.761	4.767/4.219 $\pm$ 2.506
	0776-0800	15	1	5.347/5.038 $\pm$ 0.963	10.62/5.168 $\pm$ 7.891	4.663/4.367 $\pm$ 0.9373
	0801-0825	15	2	3.724/3.592 $\pm$ 0.711	9.209/3.629 $\pm$ 8.167	3.305/3.134 $\pm$ 0.6859
	0826-0850	15	4	2.695/2.545 $\pm$ 0.5655	8.439/2.648 $\pm$ 8.522	2.379/2.283 $\pm$ 0.5737
	0851-0875	15	6	1.906/1.759 $\pm$ 0.4673	7.681/1.997 $\pm$ 8.609	1.875/1.811 $\pm$ 0.4481

4.2.2 旧プリアンプボード

Q	No.	T_{int}	N_{sam}	Raw+Mask	Raw	Offset 除去 +Mask
1	0876-0900	3	1	5./4.592 $\pm$ 2.277	8.246/4.634 $\pm$ 6.552	4.717/4.166 $\pm$ 2.531
	0901-0925	15	1	5.115/5.043 $\pm$ 0.7318	9.831/5.038 $\pm$ 7.617	4.45/4.376 $\pm$ 0.6898
	0926-0950	15	2	3.629/3.566 $\pm$ 0.5993	8.137/3.48 $\pm$ 7.437	3.175/3.145 $\pm$ 0.5956
	0951-0975	15	4	3.367/3.309 $\pm$ 0.482	8.055/3.377 $\pm$ 7.694	2.559/2.5 $\pm$ 0.4913
	0976-1000	15	6	4.946/4.124 $\pm$ 0.8699	9.783/5.184 $\pm$ 8.072	3.051/2.298 $\pm$ 0.7561
2	0876-0900	3	1	4.959/4.341 $\pm$ 2.518	8.33/4.407 $\pm$ 6.971	4.89/4.17 $\pm$ 2.672
	0901-0925	15	1	4.403/4.257 $\pm$ 0.7763	9.745/4.266 $\pm$ 8.296	4.327/4.059 $\pm$ 0.7867
	0926-0950	15	2	3.213/3.098 $\pm$ 0.6723	8.401/3.155 $\pm$ 8.184	3.15/2.96 $\pm$ 0.6902
	0951-0975	15	4	2.504/2.424 $\pm$ 0.5418	7.993/2.443 $\pm$ 8.548	2.328/2.155 $\pm$ 0.5653
	0976-1000	15	6	5.397/5.306 $\pm$ 0.5408	10.54/5.355 $\pm$ 8.246	3.399/3.395 $\pm$ 0.5279
3	0876-0900	3	1	4.295/3.768 $\pm$ 2.196	7.635/3.758 $\pm$ 6.53	4.042/3.548 $\pm$ 1.947
	0901-0925	15	1	3.995/3.749 $\pm$ 0.8017	9.314/3.753 $\pm$ 8.199	3.838/3.605 $\pm$ 0.7813
	0926-0950	15	2	2.811/2.563 $\pm$ 0.6821	7.952/2.734 $\pm$ 8.054	2.751/2.597 $\pm$ 0.6574
	0951-0975	15	4	2.185/1.998 $\pm$ 0.5363	7.687/2.139 $\pm$ 8.51	2.015/1.872 $\pm$ 0.5079
	0976-1000	15	6	2.796/2.707 $\pm$ 0.4897	8.605/2.829 $\pm$ 8.966	1.962/1.872 $\pm$ 0.4668
4	0876-0900	3	1	5.24/4.663 $\pm$ 2.544	8.793/4.621 $\pm$ 6.822	4.982/4.387 $\pm$ 2.488
	0901-0925	15	1	4.68/4.504 $\pm$ 0.7849	10.25/4.541 $\pm$ 8.217	4.543/4.394 $\pm$ 0.764
	0926-0950	15	2	3.298/3.151 $\pm$ 0.6874	8.763/3.263 $\pm$ 8.178	3.259/3.123 $\pm$ 0.6712
	0951-0975	15	4	2.587/2.464 $\pm$ 0.5437	8.421/2.479 $\pm$ 8.617	2.4/2.281 $\pm$ 0.518
	0976-1000	15	6	3.603/3.968 $\pm$ 0.668	9.677/3.653 $\pm$ 8.985	2.487/2.248 $\pm$ 0.5811

4.3 10/20 : 室温 : 新旧プリアンプボードのノイズの比較

4.3.1 3秒積分

Q	No.	Preamp	Raw+Mask	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去
1	1101-1120	old	4.735/4.255±2.348	7.967/4.248±6.625	4.979/4.466±2.52	8.127/4.464±6.946
	1141-1160	new	4.67/4.201±2.334	7.781/4.201±6.521	4.748/4.173±2.521	7.915/4.248±6.946
2	1101-1120	old	4.976/4.318±2.619	8.257/4.32±6.912	5.278/4.592±2.794	8.707/4.509±7.078
	1141-1160	new	5.086/4.495±2.581	8.269/4.46±6.873	5.248/4.506±2.791	8.697/4.554±7.14
3	1101-1120	old	4.285/3.725±2.258	7.576/3.741±6.518	4.069/3.573±1.983	7.028/3.602±5.851
	1141-1160	new	4.026/3.448±2.24	7.282/3.511±6.526	4.007/3.608±1.869	6.884/3.597±5.734
4	1101-1120	old	5.739/5.092±2.634	9.112/5.156±6.699	5.141/4.512±2.648	8.075/4.522±6.643
	1141-1160	new	4.935/4.274±2.632	8.338/4.311±6.804	4.856/4.238±2.638	7.796/4.254±6.655

4.3.2 10秒積分

Q	No.	Preamp	Raw+Mask	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去
1	1121-1140	old	4.663/4.515±1.143	9.084/4.476±7.452	4.395/4.237±1.176	8.953/4.249±7.822
	1161-1180	new	4.56/4.441±1.13	8.992/4.364±7.439	4.584/4.362±1.186	9.018/4.389±7.687
2	1121-1140	old	4.769/4.53±1.289	9.655/4.535±7.958	4.679/4.263±1.333	10.07/4.44±8.197
	1161-1180	new	4.88/4.675±1.248	9.728/4.634±7.865	4.878/4.707±1.37	10.15/4.615±8.062
3	1121-1140	old	4.539/4.298±1.171	9.311/4.321±7.674	3.973/3.662±1.192	8.025/3.708±6.831
	1161-1180	new	3.991/3.805±1.128	8.915/3.734±7.848	3.907/3.511±1.121	7.935/3.687±6.813
4	1121-1140	old	5.477/5.197±1.294	10.4/5.283±7.686	4.796/4.553±1.323	9.085/4.544±7.522
	1161-1180	new	4.968/4.68±1.242	9.995/4.74±7.784	4.501/4.224±1.278	8.842/4.316±7.571

4.4 10/17,21 : 77K : 新旧プリアンプボードのノイズの比較

4.4.1 3秒積分

Q	No.	Preamp	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去
1	1191-1210	new	10.83/11.51±2.866	5.794/5.357±2.092	5.774/5.081±2.413
	1051-1075	old	10.18/9.897±2.647	6.454/5.82±2.182	6.354/5.755±2.48
2	1191-1210	new	11.17/11.81±2.75	6.365/5.883±1.84	6.153/5.848±2.068
	1051-1075	old	10.48/10.48±2.499	6.944/6.489±1.93	6.659/6.37±2.193
3	1191-1210	new	10.51/10.43±2.024	5.742/5.702±1.401	5.515/5.226±1.833
	1051-1075	old	9.911/9.452±1.774	6.379/5.958±1.411	6.154/5.955±1.915
4	1191-1210	new	10.64/10.37±2.252	6.152/5.954±1.578	6.158/5.775±2.029
	1051-1075	old	10.12/9.761±2.01	6.809/6.51±1.626	6.767/6.28±2.08

4.4.2 10秒積分

Q	No.	Pre amp	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	1211-1230	new	11.08/10.62±2.453	5.683/5.122±2.187	5.705/5.041±2.499	5.294/4.878±2.168	5.31/4.614±2.501
	1076-1100	old	11.99/11.57±2.395	6.386/5.653±2.274	6.346/5.552±2.562	5.587/5.258±2.201	5.533/4.909±2.523
2	1211-1230	new	11.35/11.02±2.254	6.166/5.69±1.849	6.046/5.671±2.092	5.788/5.317±1.826	5.659/5.085±2.088
	1076-1100	old	12.33/12.05±2.178	6.834/6.389±1.935	6.64/6.321±2.211	6.031/5.81±1.854	5.836/5.372±2.151
3	1211-1230	new	10.8/10.82±1.822	5.644/5.593±1.45	5.439/5.168±1.856	5.202/5.073±1.375	5.039/4.734±1.817
	1076-1100	old	11.55/11.36±1.735	6.458/5.984±1.538	6.139/5.628±1.954	5.559/5.441±1.288	5.322/5.198±1.821
4	1211-1230	new	11.3/11.13±1.959	6.009/5.813±1.663	6.063/5.492±2.106	5.622/5.159±1.631	5.711/5.132±2.091
	1076-1100	old	11.6/11.31±1.936	6.801/6.429±1.687	6.766/6.309±2.084	6.022/5.79±1.535	6.044/5.657±1.999

4.5 10/21 : 77K : 新プリアンプボード : マルチサンプル (1 2秒積分)

Q	No.	N _{sam}	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	1231-1250	1	10.78/9.75±2.654	5.92/5.524±2.197	5.941/5.309±2.499	5.209/4.739±2.165	5.226/4.59±2.493
	1251-1270	2	9.808/9.404±2.131	3.83/3.436±1.959	3.902/3.401±2.199	3.63/3.296±1.961	3.701/3.184±2.207
	1271-1290	4	8.325/7.855±2.003	2.803/2.53±1.813	2.879/2.476±1.934	2.582/2.297±1.831	2.666/2.288±1.954
	1291-1310	6	7.194/6.93±1.888	2.416/2.13±1.778	2.493/2.11±1.863	2.168/1.888±1.801	2.245/1.888±1.884
2	1231-1250	1	11.07/10.12±2.526	6.399/6.198±1.922	6.284/5.913±2.118	5.688/5.428±1.861	5.569/5.333±2.07
	1251-1270	2	9.996/9.725±1.926	4.133/3.826±1.64	4.15/3.783±1.809	3.934/3.679±1.62	3.951/3.582±1.804
	1271-1290	4	8.461/8.162±1.746	2.996/2.807±1.369	3.07/2.812±1.587	2.784/2.501±1.385	2.867/2.629±1.602
	1291-1310	6	7.308/7.137±1.565	2.565/2.347±1.364	2.657/2.382±1.503	2.326/2.128±1.368	2.417/2.147±1.514
3	1231-1250	1	10.43/9.852±1.943	5.882/5.773±1.55	5.663/5.271±1.92	5.137/4.922±1.397	4.979/4.642±1.841
	1251-1270	2	9.552/9.383±1.314	3.741/3.609±1.112	3.658/3.324±1.443	3.556/3.429±1.084	3.491/3.176±1.429
	1271-1290	4	7.984/7.879±1.068	2.69/2.548±0.8926	2.668/2.397±1.132	2.513/2.33±0.8771	2.504/2.276±1.127
	1291-1310	6	6.873/6.807±0.8621	2.329/2.268±0.780	2.312/2.169±1.003	2.095/2.055±0.754	2.113/1.919±1.001
4	1231-1250	1	10.8/10.13±2.169	6.172/5.956±1.671	6.221/5.553±2.135	5.483/5.104±1.589	5.585/5.076±2.1
	1251-1270	2	9.429/9.247±1.573	3.979/3.835±1.342	4.091/3.756±1.721	3.81/3.543±1.329	3.932/3.62±1.729
	1271-1290	4	8.433/8.277±1.274	2.866/2.84±1.066	2.98/2.708±1.377	2.695/2.536±1.062	2.818/2.49±1.382
	1291-1310	6	7.097/6.977±1.055	2.448/2.373±0.887	2.55/2.321±1.216	2.286/2.098±0.905	2.402/2.156±1.222

4.6 10/22 : 77K : 新プリアンプボード : 電源フィルタなし : その1～冷却完了後3時間

4.6.1 マルチサンプル (1 2秒積分)

Q	No.	N _{sam}	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	1331-1350	1	11.34/10.75±2.422	5.527/5.069±2.192	5.544/4.879±2.464	5.447/4.979±2.192	5.459/4.799±2.471
	1351-1370	2	9.911/9.54±2.144	3.972/3.587±1.955	4.024/3.504±2.181	3.854/3.523±1.95	3.91/3.392±2.186
	1371-1390	4	10.21/9.809±1.917	2.839/2.581±1.774	2.922/2.512±1.933	2.723/2.42±1.785	2.8/2.381±1.949
	1391-1410	6	10.95/10.81±1.746	2.374/2.107±1.655	2.45/2.104±1.75	2.245/2.037±1.666	2.323/1.938±1.765
2	1331-1350	1	11.6/11.17±2.227	5.999/5.62±1.899	5.888/5.374±2.089	5.914/5.689±1.895	5.806/5.425±2.082
	1351-1370	2	10.16/9.906±1.905	4.28/3.927±1.622	4.274/3.826±1.788	4.155/3.92±1.625	4.147/3.682±1.797
	1371-1390	4	10.49/10.16±1.696	3.052/2.815±1.386	3.107/2.859±1.556	2.927/2.699±1.396	2.99/2.703±1.569
	1391-1410	6	11.17/11.09±1.507	2.542/2.346±1.352	2.614/2.364±1.433	2.402/2.241±1.362	2.483/2.277±1.447
3	1331-1350	1	10.92/10.38±1.833	5.253/5.064±1.35	5.077/4.649±1.825	5.162/4.893±1.336	4.992/4.626±1.822
	1351-1370	2	9.693/9.527±1.266	3.737/3.659±1.095	3.654/3.3±1.465	3.624/3.372±1.082	3.554/3.249±1.454
	1371-1390	4	9.846/9.725±1.04	2.634/2.467±0.883	2.611/2.436±1.173	2.556/2.445±0.883	2.546/2.253±1.174
	1391-1410	6	10.39/10.38±0.9362	2.196/2.15±0.836	2.186/2.076±1.034	2.105/1.986±0.837	2.116/1.955±1.034
4	1331-1350	1	11.18/10.88±1.975	5.576/5.402±1.606	5.639/5.122±2.034	5.489/5.191±1.598	5.562/4.922±2.031
	1351-1370	2	9.93/9.666±1.47	3.956/3.745±1.243	4.058/3.708±1.597	3.844/3.639±1.241	3.949/3.602±1.601
	1371-1390	4	10.52/10.36±1.213	2.816/2.732±1.041	2.92/2.713±1.324	2.725/2.614±1.051	2.838/2.573±1.327
	1391-1410	6	11.42/11.4±1.083	2.347/2.241±0.847	2.459/2.137±1.168	2.258/2.159±0.857	2.383/2.051±1.171

4.6.2 3秒積分

Q	No.	Raw + Mask	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去
1	1311-1330	9.29/8.87±2.504	9.02/8.63±2.584	5.83/5.5±2.175	5.812/5.21±2.448
2		9.68/9.361±2.324	9.309/9.029±2.374	6.311/5.917±1.867	6.128/5.796±2.075
3		8.802/8.673±1.468	8.676/8.3±1.679	5.599/5.559±1.346	5.363/4.91±1.833
4		8.925/8.818±1.649	8.787/8.307±1.931	5.9/5.759±1.585	5.905/5.452±1.991

4.7 10/23 : 77K : 新プリアンプボード : 電源フィルタなし : その2～一晩おいて

4.7.1 マルチサンプル (1 2秒積分)

Q	No.	N _{sam}	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去	傾き除去 +Mask	傾き除去
1	1431-1450	1	10.25/9.741±2.472	5.498/5.186±2.232	5.522/4.982±2.486	5.454/5.152±2.223	5.477/4.77±2.485
	1451-1470	2	9.954/9.61±2.157	3.969/3.541±1.94	4.036/3.551±2.155	3.867/3.47±1.946	3.936/3.39±2.166
	1471-1490	4	8.96/8.704±1.938	2.832/2.522±1.737	2.918/2.491±1.888	2.728/2.417±1.744	2.811/2.42±1.9
	1491-1510	6	7.301/7.073±1.886	2.349/2.131±1.67	2.435/2.107±1.784	2.242/1.986±1.705	2.328/1.96±1.809
	1511-1530	3	6.226/5.819±2.227	3.253/2.921±1.845	3.343/2.893±2.005	3.166/2.836±1.853	3.255/2.828±2.014
2	1431-1450	1	10.51/10.12±2.284	5.96/5.409±1.891	5.858/5.422±2.092	5.913/5.569±1.889	5.814/5.419±2.091
	1451-1470	2	10.18/9.847±1.93	4.269/3.983±1.657	4.269/3.964±1.817	4.171/3.879±1.651	4.174/3.85±1.818
	1471-1490	4	9.185/8.903±1.676	3.037/2.854±1.475	3.105/2.8±1.591	2.933/2.659±1.48	3.006/2.744±1.6
	1491-1510	6	7.489/7.287±1.594	2.504/2.253±1.384	2.592/2.336±1.466	2.395/2.19±1.394	2.488/2.238±1.48
	1511-1530	3	6.36/6.041±1.891	3.489/3.131±1.477	3.544/3.162±1.644	3.388/3.216±1.484	3.447/3.147±1.651
3	1431-1450	1	9.793/9.394±1.65	5.198/5.105±1.367	5.032/4.753±1.816	5.171/4.971±1.358	4.999/4.794±1.815
	1451-1470	2	9.757/9.652±1.386	3.727/3.63±1.119	3.64/3.391±1.448	3.643/3.36±1.109	3.575/3.328±1.443
	1471-1490	4	8.722/8.57±0.9786	2.63/2.451±0.860	2.615/2.409±1.134	2.557/2.408±0.860	2.557/2.422±1.135
	1491-1510	6	7.058/6.931±0.8567	2.17/2.149±0.767	2.171/1.903±0.9697	2.101/2.051±0.746	2.119/1.918±0.963
	1511-1530	3	5.949/5.844±1.145	3.017/2.815±0.952	2.98/2.721±1.234	2.961/2.737±0.946	2.942/2.686±1.229
4	1431-1450	1	10.07/9.863±1.902	5.529/5.23±1.581	5.617/5.028±2.044	5.488/5.195±1.579	5.578/5.123±2.043
	1451-1470	2	9.825/9.664±1.547	3.942/3.71±1.257	4.052/3.694±1.606	3.861/3.657±1.258	3.977/3.573±1.621
	1471-1490	4	8.685/8.622±1.178	2.784/2.66±1.055	2.907/2.629±1.321	2.718/2.512±1.059	2.841/2.588±1.327
	1491-1510	6	6.971/6.995±1.069	2.3/2.121±0.897	2.424/2.232±1.146	2.259/2.059±0.908	2.387/2.137±1.155
	1511-1530	3	5.988/5.749±1.38	3.219/2.999±1.156	3.347/2.98±1.487	3.143/2.984±1.158	3.277/2.976±1.49

4.7.2 3秒積分

Q	No.	Raw + Mask	Raw	Offset 除去 +Mask	Offset 除去
1	1411-1430	9.114/8.809±2.535	8.837/8.366±2.619	5.926/5.503±2.181	5.912/5.358±2.459
2		9.524/9.146±2.383	9.139/8.764±2.427	6.387/6.072±1.855	6.22/5.725±2.099
3		8.403/8.142±1.487	8.374/8.163±1.681	5.67/5.653±1.341	5.452/5.191±1.81
4		8.684/8.519±1.697	8.627/8.427±1.957	5.969/5.656±1.597	5.986/5.58±1.999

5 議論

5.1 フレームの安定性

まず、冷却した時のフレームを一見して、数 Hz 以下の極めて遅い波、あるいは DC レベルの変動が載っている。これは、これまでのボードでは見られなかったもので、原因が良くわからない。マザーボード上についている電源フィルタのせいではないかと疑っていたが、そのフィルタを外しても出るところを見ると、そのせいではないらしい。どこかの半田づけが不完全、あるいは線が切れかけているのか？

いずれにせよ、このせいもあって、冷却した時の単純に出した stddev フレームの値は、平均で 10 を越えるような大きい値になってしまっている。

5.2 マスク

結果からみて、エンジニアチップの解析時にはバッドピクセルが結果に影響を与えているのはまずまちがいない。即ち、マスクをかけた時の方が結果の値のバラツキがちいさくなった。

5.3 新旧アンプボードのノイズ

常温ではその違いは良くわからなかったのだが、冷却した時のノイズでは新しいボードのノイズ性能が良い、という結果が出ている。

10/17と10/21の結果を mean で比較したところ、表のように新しいアンプの方が、Offset 除去を行なった stddev フレームで 2.8~3.2 ADU rms 程度、さらに傾きも除去した stddev フレームで 1.7~2.2 ADU rms 程度ノイズが低くなっている。即ち、新しいプリアンプボードの方が傾きの安定性も、ノイズ性能も上であると言える。

	Q1	Q2	Q3	Q4
3sec, Offset 除去 +Mask	2.84	2.78	2.78	2.92
10sec, Offset 除去 +Mask	2.91	2.95	3.14	3.19
10sec, 傾き除去 +Mask	1.79	1.69	1.96	2.16

表 2: 新旧アンプのノイズ成分の差。((旧アンプノイズ)² - (新アンプノイズ)²)^{1/2} の値である。

5.4 電源フィルタの効果

10/21と10/23の12秒積分の結果を先ほどと同様に mean で比較したところ、電源フィルタは、ランダムなノイズ成分の除去は行なっているものの、フレームの傾きは不安定にしているようだ。果たして他のファンアウトボードでも同様の結果になるのか、試験する必要がある。

	Q1	Q2	Q3	Q4
12sec, Offset 除去 +Mask	2.20i	2.33i	2.75i	2.75i
12sec, 傾き除去 +Mask	1.62	1.62	0.592	0.234

表 3: 電源フィルタの有無でのノイズ成分の差。((フィルタなし)² - (フィルタあり)²)^{1/2} の値である。値が虚数というのは、フィルタがない方がノイズが小さいことを表す。フィルタがない方がオフセットだけを除去したノイズが小さい、ということは少なくとも新2ファンアウトボードではフィルタは傾きを不安定にしている、ということになる。

5.5 マルチサンプル

5.5.1 今回のデータ処理

マルチサンプルは、読み出しノイズを減らすのに有効に機能しているようだ。 N_{Sample} -Read noise の関係図を図3に示す。いずれも、 $Noise(N_{Sample})=Noise(1)/\sqrt{(N_{Sample})}$ の直線に良くのっている。ただ、室温のデータではこの関係があまり良くない場合があるのもわかる。

この図でのノイズの値としては、傾きを補正した stddev 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。(ただし、常温のデータでは傾き補正は困難なため、オフセット補正のみをかけている。)このとき、mode を用いてもそんなに大きな違いはないが、ほかの値、たとえばオフセットだけを補正した stddev や、マスクをかけないものの値を用いて N_{Sample} -Read noise の関係図を書くとうなるかを図2に示す。

5.5.2 ヒロでの常温サイエンスグレードチップ試験結果を、同様に処理したら...

ヒロで行なった常温でのサイエンスグレードの試験結果を同様に、オフセット補正をして処理した結果を図??に示す。

結果、9/17のデータは不安定なものの、9/18のデータではきれいに $Noise(N_{Sample})=Noise(1)/\sqrt{(N_{Sample})}$ の直線にのることがわかった。

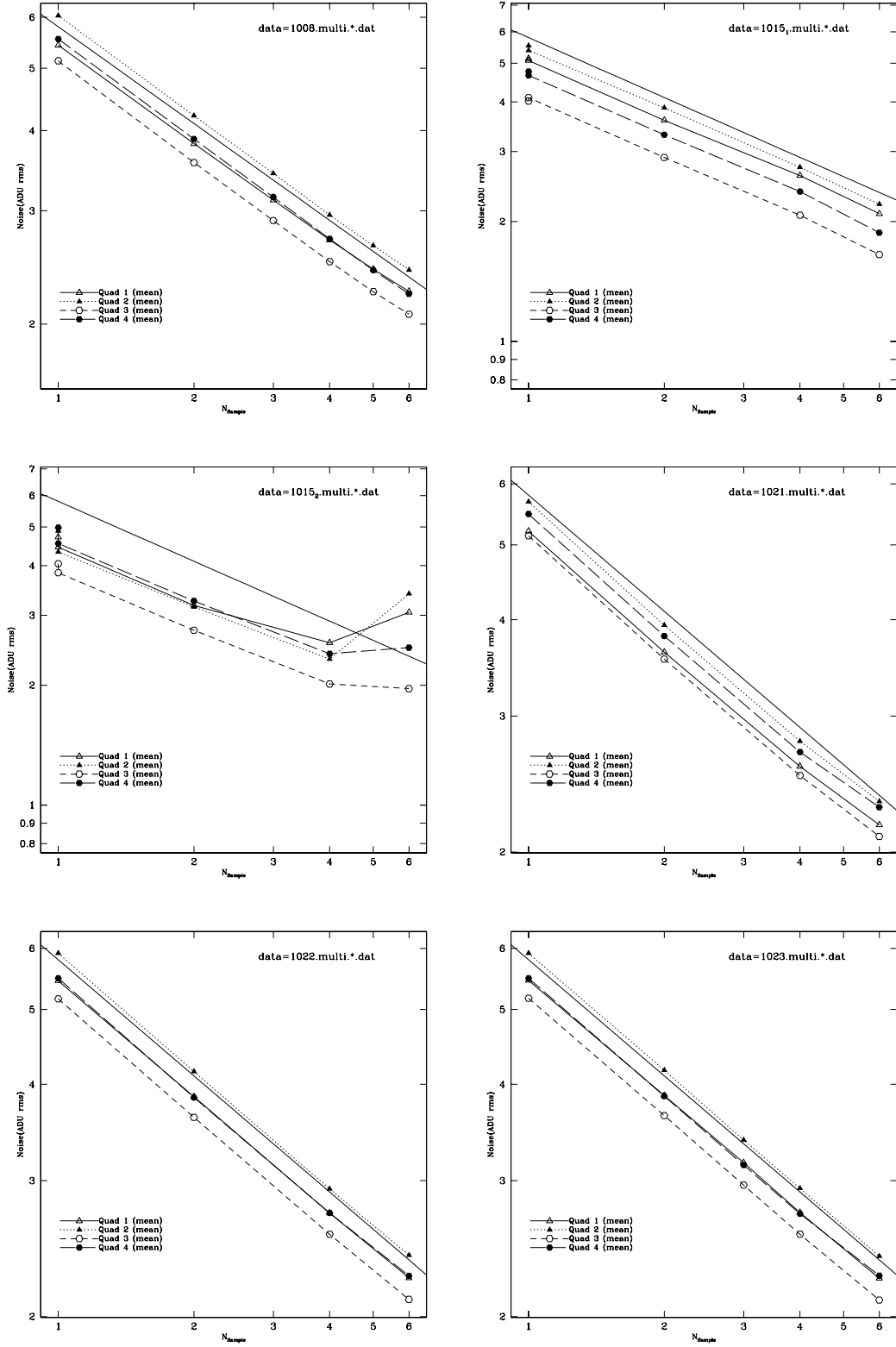


図1: 左上から順に、0601-0750(77K), 0751-0875(室温), 0876-1000(室温), 1231-1310(77K), 1331-1410(77K), 1431-1530(77K) のフレームの N_{Sample} - Read noise 関係。

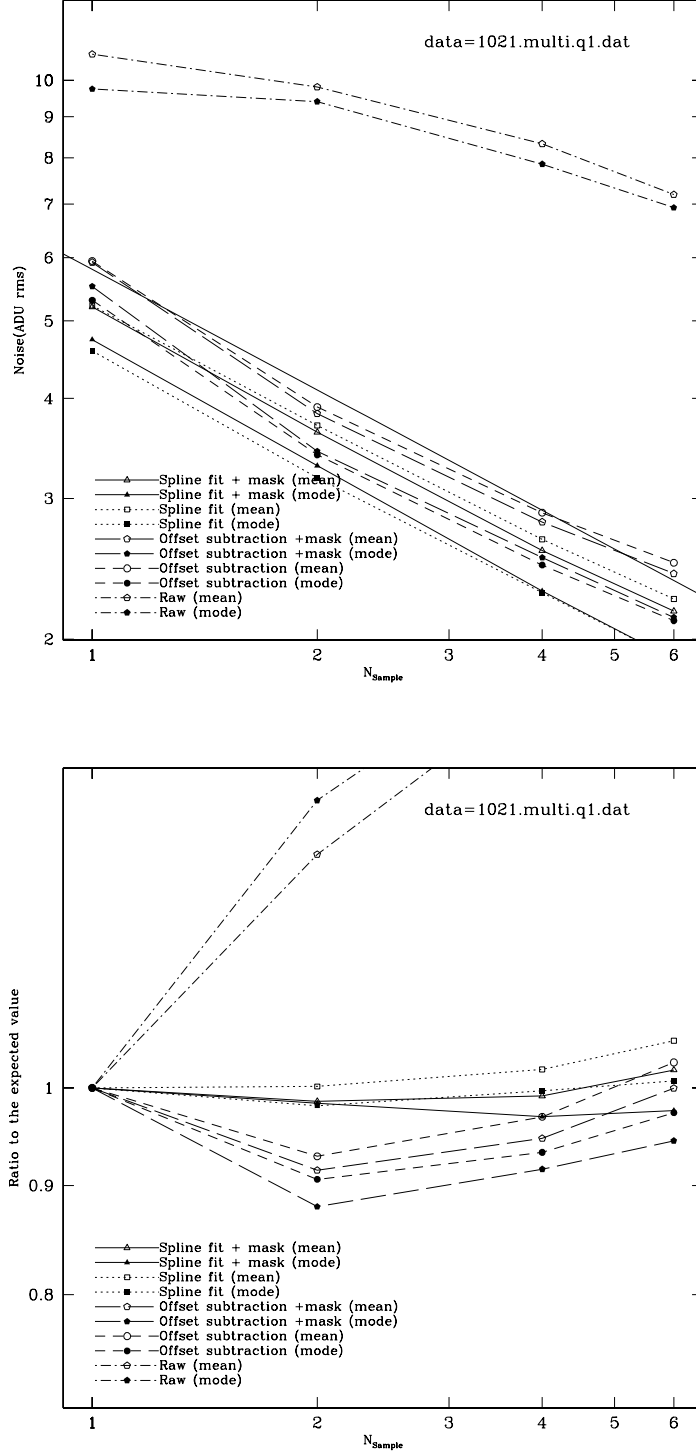


図 2: (上) 1231-1310 のフレームのコドラント 1 の N_{Sample} –Read noise 関係、ノイズの値としては、処理せずに出した stddev, オフセットだけを除去した stddev, 傾きを除去した stddev のそれぞれについて、マスクの有無と mode/mean の計 10 通りの場合を示した。(下) それぞれのノイズの値について、それが $N_{\text{Sample}} = 1$ から予想される値とどれくらいずれているかを示したもの。

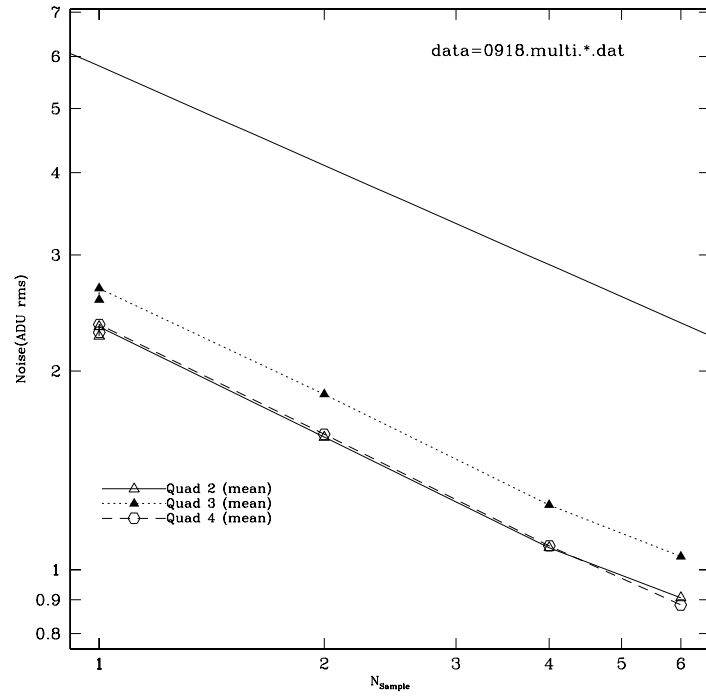
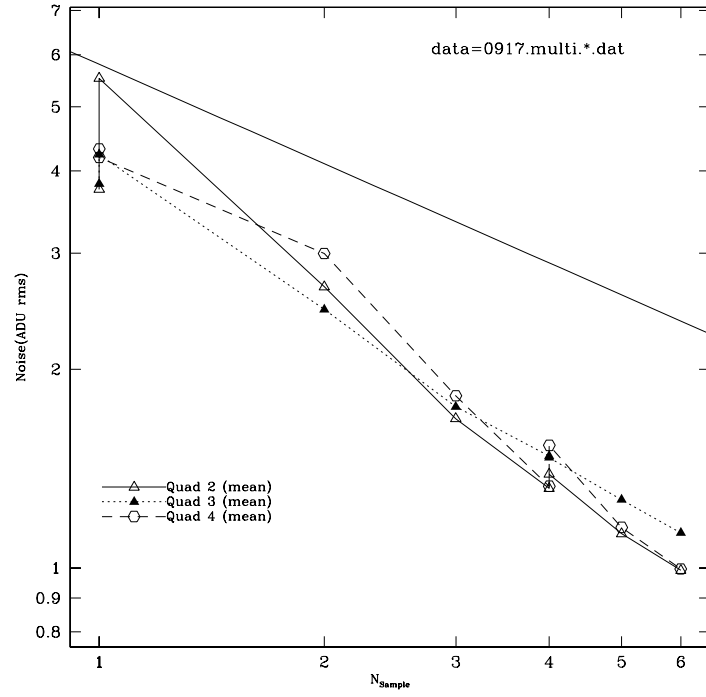


図 3: 上から 9/17、9/18 に取得したフレームの N_{sample} –Read noise 関係。