

Fan-out ボードノイズ試験 (2)

本原 顕太郎

1997 年 4 月 9 日

1 前回の続き

検出器の信号入力に抵抗分割した乾電池で定電圧をかけてノイズを見た結果、抵抗とノイズの間には相関が見られた上、インピーダンスを $100\text{k}\Omega$ にすると縞模様になってしまっていた、というものの続き。

1.1 オシロスコープの波形

チャンネル 1 のプリアンプの出力をオシロスコープでモニタした。結果を図 2, 3 に示す。

乾電池からの出力インピーダンスが大きくなるにつれてノイズが大きくなり、さらにクロックが reset_scan のときは 100Ω で波形が二つに分裂するのが分かる。この傾向は AD 変換した結果と対応している。

また AD 変換結果で現れないことで、インピーダンスが $1\text{k}\Omega$ 以上の時はクロックを全く走っていない時でも何か細かいノイズが乗っているのが分かる。インピーダンスが $1\text{k}\Omega$ のときに時間軸方向に拡大したものを図 1 に示す。これから、周波数 $\sim 3\text{MHz}$ 程度の正弦波が乗っているのが分かる。この程度の周波数であれば AD 変換入力フィルタで落されてしまうので問題ではないが、何が原因で生じているのかは分からないので少し気持ち悪い。

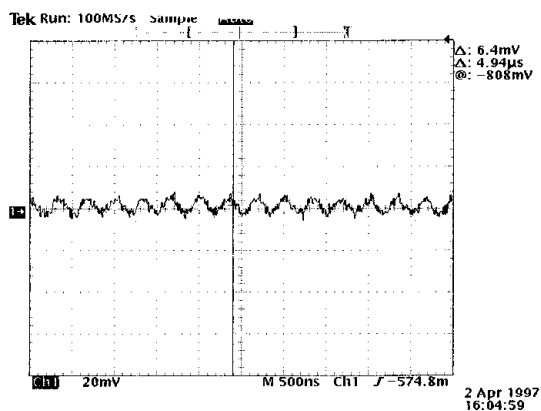


図 1: 出力インピーダンスが $1\text{k}\Omega$ で、クロックを何も走らせていない時のプリアンプからの出力波形。チャンネルは 1。3MHz 程度の極めて細かい正弦波が乗っているのが分かる。

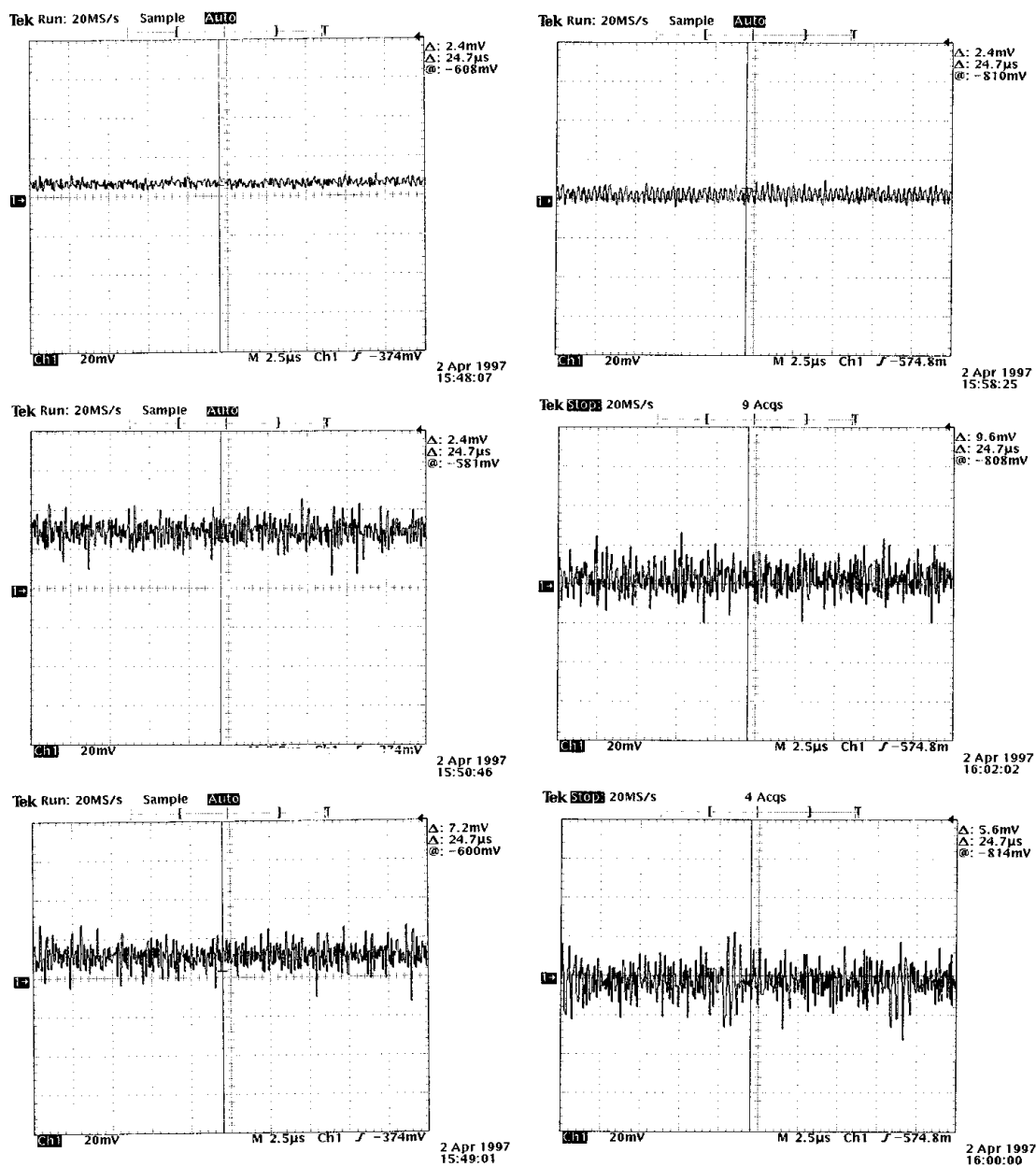


図 2: プリアンプの出力のチャンネル 1 をモニタしたもの。上から順に、クロックを走らせていない時、sreset_scan(AD 変換用クロックのみ)、reset_scan(通常の検出器駆動用のクロック)。左は乾電池からの出力インピーダンスが 100Ω、右が 1kΩ のとき。

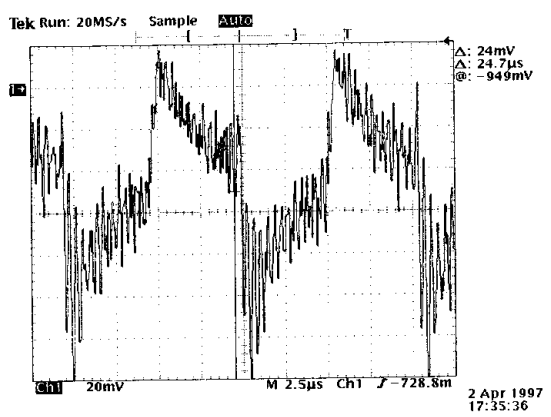
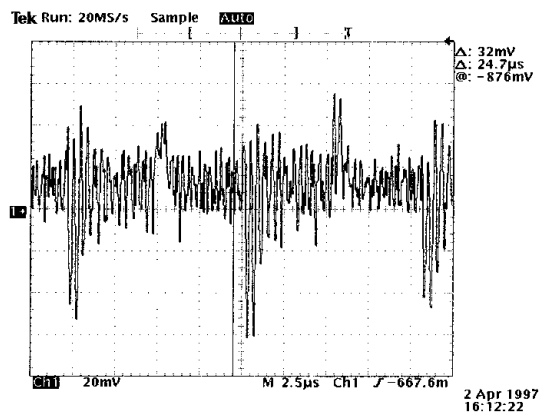
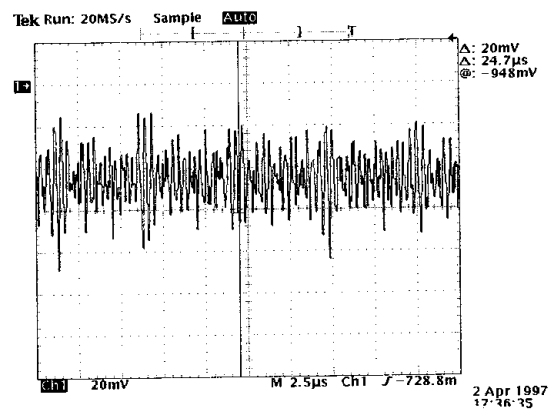
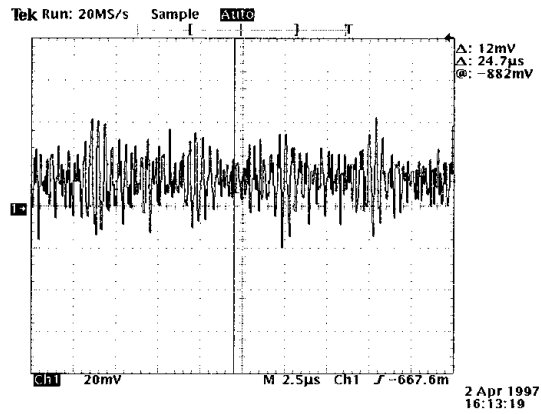
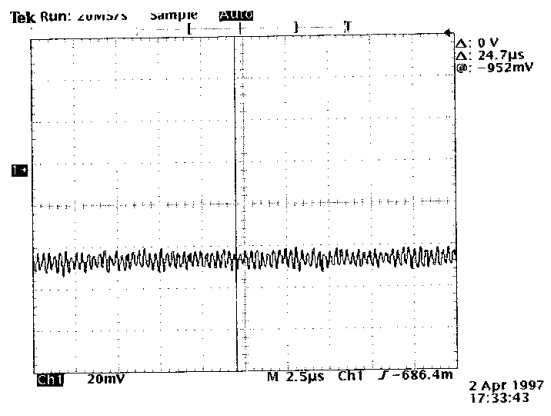
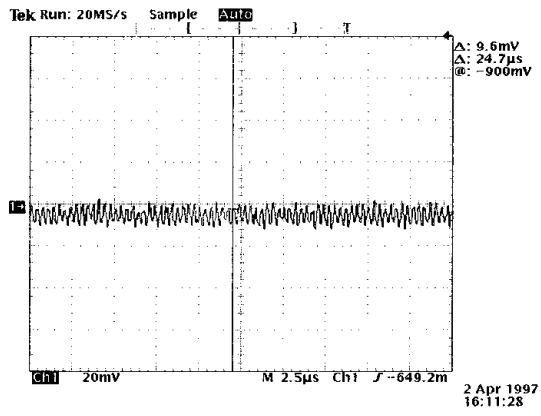


図 3: 続き。左が 10kΩ、右が 100kΩ。

1.2 各列の偶数番と奇数番のピクセルを別々に処理する

乾電池からの出力インピーダンスが $100\text{k}\Omega$ のときに画像が縞模様になってしまっているのを、各フレームの偶数番目のピクセルと奇数番目のピクセルを別々に処理してノイズを見てみる。結果を図4に示す。

これから、奇偶別々に処理すると、reset_scan でも sreset_scan でもほぼ同じノイズレベルになるのが分かる。また、やはり出力インピーダンスが $10\text{k}\Omega$, $1\text{k}\Omega$ のときでもクロックの影響を受けていたこともはっきりした。

このことから、ファンアウトボードのシールドをちゃんとする必要が示唆される。実験の時点ではファンアウトボードの3つのグラウンドレベル、AGND, DGND, TGNDはそれぞれの間で導通はあるものの、ボード上では接していない。これを変えることによりノイズが下がることが期待される。

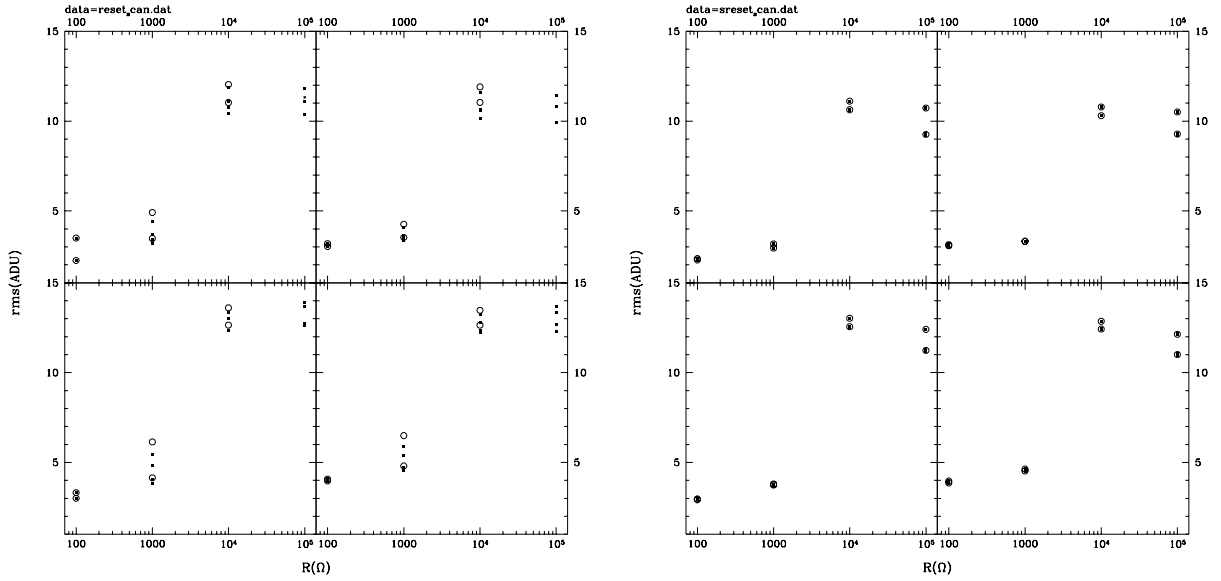


図4: ノイズと乾電池からの出力インピーダンスの関係。白丸はすべてのピクセルをまとめて処理した時。小さい黒四角は奇偶のピクセルを別々に処理した時。左が reset_scan、右が sreset_scan のとき。reset_scan のときは白丸と黒四角がかなりずれ、ピクセルクロックの影響をかなり受けているのが分かる。

2 グラウンドの接続を色々変えてみる

2.1 乾電池定電圧の改良

以前の実験で用いていた乾電池による定電圧源は1組の抵抗で抵抗分割を行ない、その分割点に4つの端子をつないでいたために4チャンネル間で干渉（どこかショート）してしまっていた。このため、新たに4組の抵抗分割を行なって別々に入力できるように乾電池の定電圧源を改良した。

2.2 実験の方法とログ

グラウンドにはアナロググラウンド (AGND)、デジタルグラウンド (DGND)、シールド (TGND) の3種類がある。前回の実験ではこの3つを全くつなぐずに行なってきた。

今回は、以下の3つの繋ぎ方でノイズの変動を見た。

- a) 繋がず
- b) AGND-TGND のみ繋ぐ
- c) AGND-TGND-DGND すべてを繋ぐ

ログファイルは kiyomizu の /data/970404/970404.log にある。また、fquadstat2 を各ファイルについて実行した結果は同じディレクトリの imstat.dat にある。

2.3 結果

結果を図5に示す。これから以下のことが分かる。

- 基本的に、a)⇒c) の順でノイズが少なくなっていくのが分かる。これはクロックに関係なく効いている。とくに本質的に効いているのは AGND-TGND の接続である。
- clk=reset_scan のとき、すべてのグラウンドを繋ぐことによりピクセルクロック以外に起因するノイズはインピーダンス依存性を失ってしまう。
- グラウンドの接続とは関係のない話であるが、定電圧源の改良によりインピーダンス 100kΩ のときの奇遇ピクセルのバラツキが1桁ほど少なくなったのが分かる。

結局、結論としてはすべてのグラウンドを接続した状態が最もノイズが低くなる、ということ。

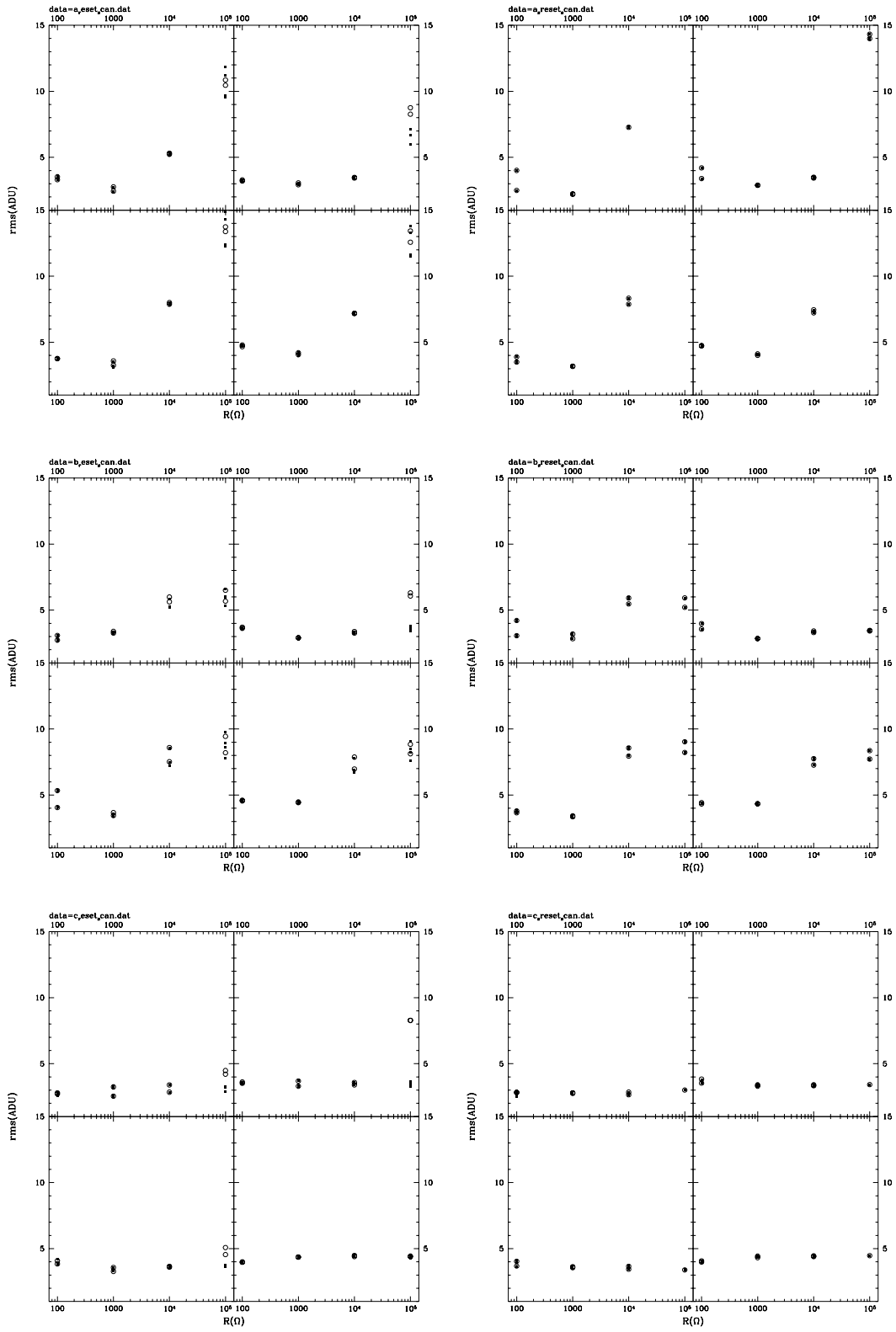


図 5: 左が `clk=reset_scan`、右が `sreset_scan` のとき。上から順に a), b), c) の場合。

3 バイアス電圧をなくしたらノイズは減るか？

最後に、ペア FET に入力されているバイアス電圧を調整するためのバイアスボードからの配線を切断したらノイズが減るかどうかを見てみる。

これまでの試験で、1) バイアス電圧を信号の方にも入力してノイズを見る、2) 乾電池で定電圧を与えてノイズを見る、の二つを主に行なっているが、この二つの結果のノイズレベルは最終的にはほぼ同じになっていることを考えるとバイアス電圧からのノイズの寄与はほとんどないと考えられる。そのためこの試験の結果ノイズはほとんど減らないと予想される。

3.1 実験の方法

バイアスボードからファンアウトボードまでは、途中にマザーボードを経由して電圧が送られている。そのためこのコネクタを抜くことによって電圧の供給は断たれるのであるが、あとに長い配線が残る。この線がアンテナのようになってノイズを拾う可能性を断つために、ファンアウトボード近くの配線を切断しての試験も行なうことにした。行なった読み出しは以下の通り。

- a) すべて繋いだまま
- b) バイアスボード付近のコネクタを抜く
- c) ファンアウトボードから出ている D-sub コネクタへの配線をニッパーで切断

ログファイルは kiyomizu の /data/970407/970407.log にある。また、fquadstat2 を各ファイルについて実行した結果は同じディレクトリの imstat.dat にある。

3.2 結果

結果を図 6 に示す。a), b), c) で有意な差は見られなかった。

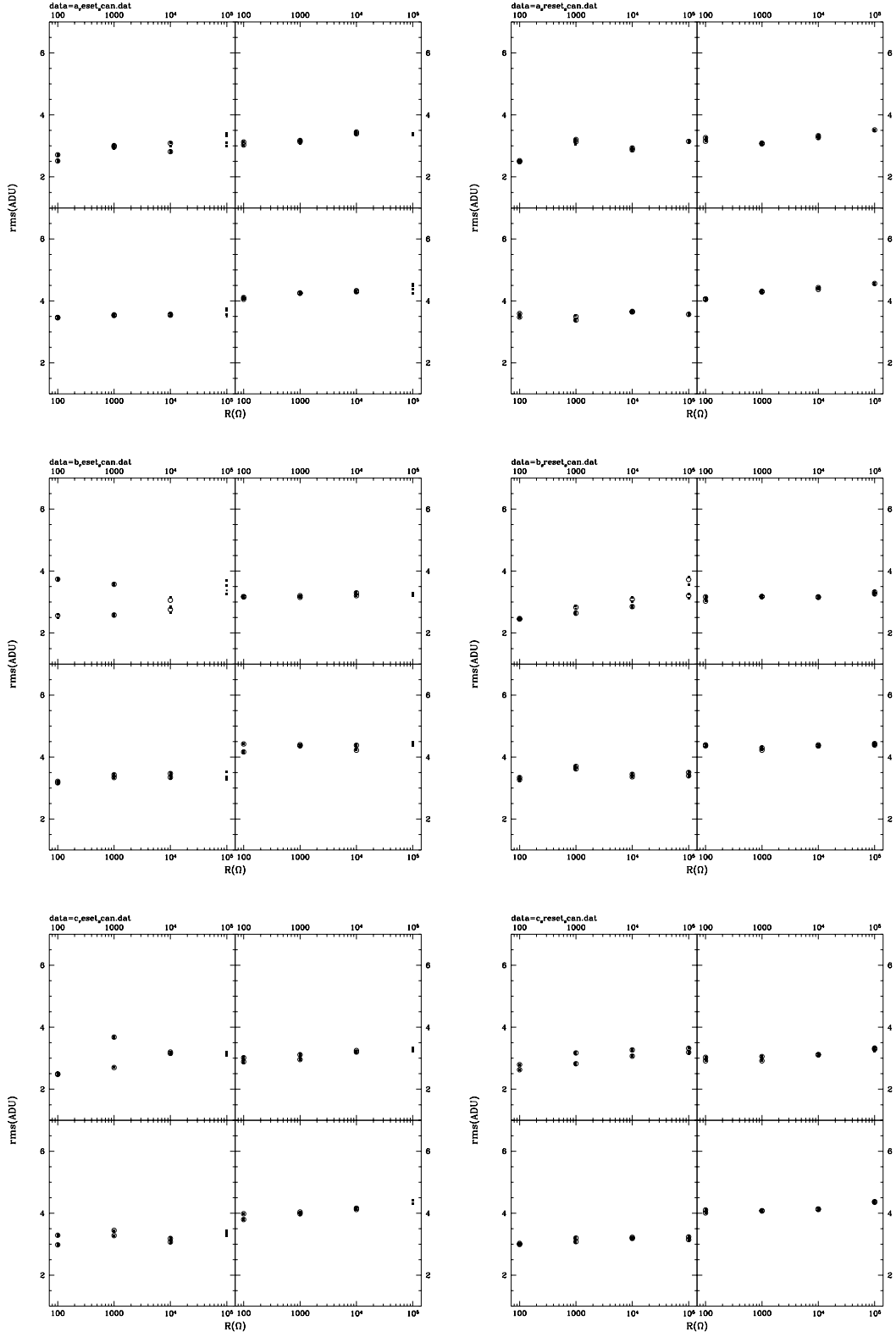


図 6: 左が `clk=reset_scan`、右が `sreset_scan` のとき。上から順に a), b), c) の場合。