

p 型 J-FET(J270) によるプリアンプの設計

本原顕太郎

1998 年 4 月 8 日

1 J-270 の特性

以前 (1995 年の 5 月) に計測した J270 の $V_{GS} - I_{DS}$ 関係のデータが解析されずに残っていたので、これを再解析する。

この $V_{GS} - I_{DS}$ を

$$I_{DS} = aV_{GS}^2 + bV_{GS} + c \quad (1)$$

でフィットする。

このとき、 g_m は

$$\begin{aligned} g_m &= \frac{dI_{DS}}{dV_{GS}} \\ &= 2aV_{GS} + b \end{aligned} \quad (2)$$

となる。また、ゲイン G は g_m をもちいて

$$G = \frac{g_m R}{1 + g_m R} \quad (3)$$

と表される。

結果を表 1 に示す。また、フィットした結果を図 4 に示す。

2 ソースフォロワ回路の性質

今回の実験に用いた回路を図 1 に示す。

J270 の場合、 $V_{DD} = 0V$, $V_{SS} = 15.0V$ で用いることにしているので、

$$V_{GS} = V_{IN} - (15 + R I_{DS}) \quad (4)$$

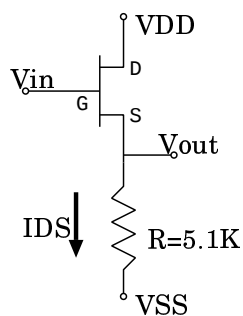


図 1: FET のソースフォロワ回路

よって、式 (1),(2),(4) より、 I_{DS} を V_{IN} で表すことができる。

ID=h の FET を用いた時のこの回路の gain- R 関係、 V_{IN} -gain 関係、 V_{IN} - I_{DS} 関係、 V_{IN} - V_{GS} 関係を図 2 に示す。計算の上からは 98% 近くのゲインを得ることができるはず。

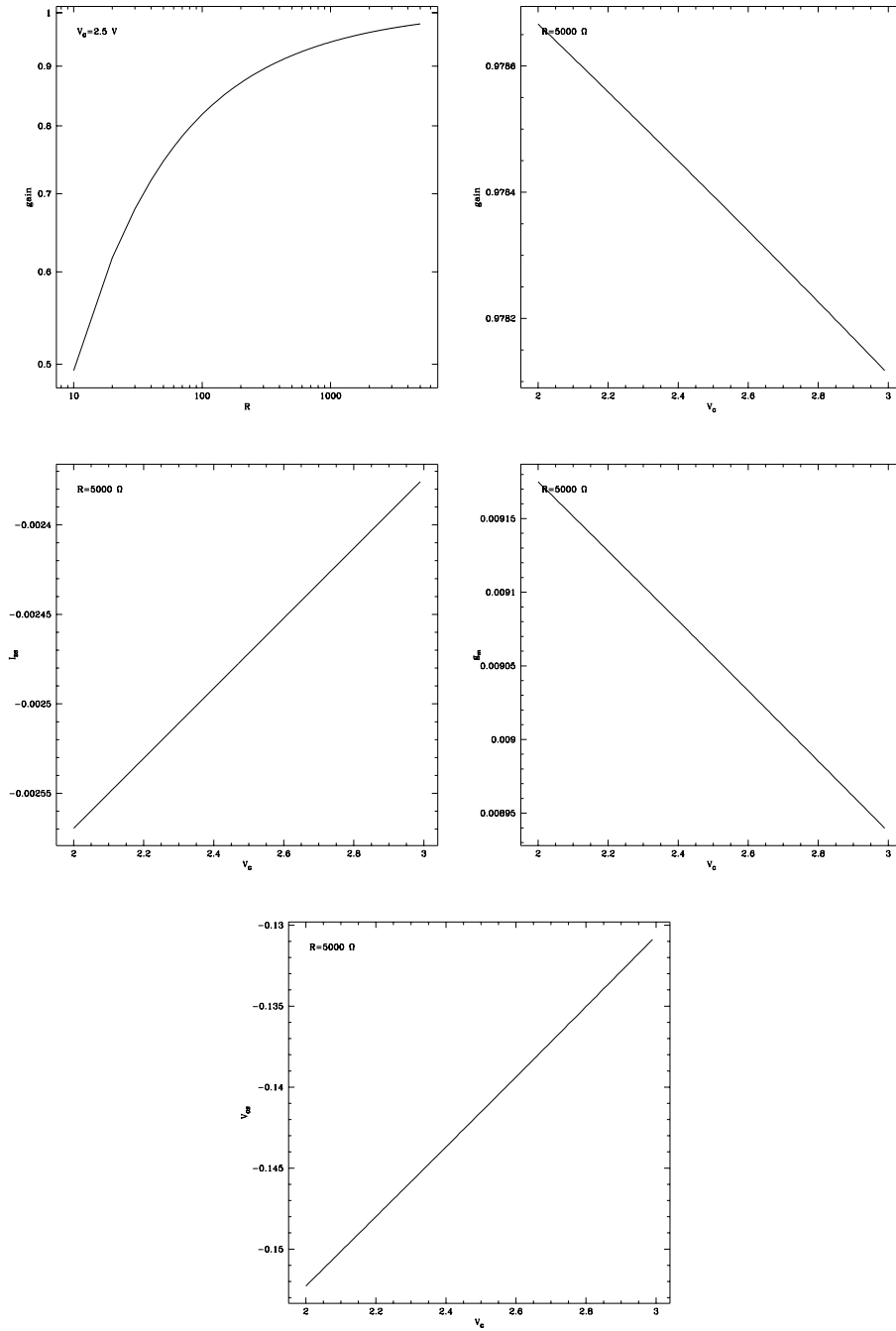


図 2: FET ソースフォロワの各種関係。右上から順に、gain- R 、 V_{IN} -gain、 V_{IN} - I_{DS} 、 V_{IN} - g_m 、 V_{IN} - V_{GS} 関係。

3 ソースフォロワ回路のゲインと周波数特性の実測

実際に回路を組んで、ゲインとその周波数特性を調べた。実験は J270 と J230 について以下の場合で行なった。

- J270, $V_{DD} = 0.0V$, $V_{SS} = 15.0V$
- J270, $V_{DD} = 0.0V$, $V_{SS} = 5.0V$
- J230, $V_{DD} = 15.0V$, $V_{SS} = 0.0V$

但し、 $R = 5.1k\Omega$ である。

図 3に結果を示す。

まずゲインであるが、J230 よりは良くなっているものの予測していたほどには良くなかった (~ 0.93)。今のところ原因は不明。

周波数特性はカットオフ周波数が $3MHz$ を越えるあたりまで伸びており、J230 が $1MHz$ 足らずであるのに比べると非常に良い。

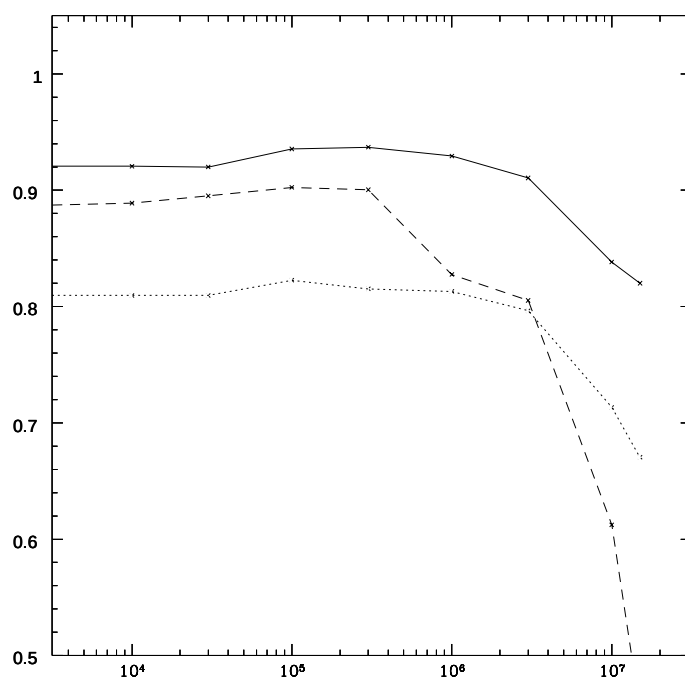


図 3: J270 FET バッファのゲイン・周波数関係。実線が J270 で $V_{SS} = 15.0V$ の時、点線が $V_{SS} = 5.0V$ のとき。破線が J230 で $V_{DD} = 15.0V$ のとき。

ID	a	b	c
a	-2.6481×10^{-3}	1.0551×10^{-2}	-6.2768×10^{-3}
b	-3.2423×10^{-3}	9.8603×10^{-3}	-3.8763×10^{-3}
c	-2.5990×10^{-2}	8.5969×10^{-3}	-1.7156×10^{-3}
d	-3.6098×10^{-3}	1.1096×10^{-2}	-6.5397×10^{-3}
e	-6.2320×10^{-3}	7.4399×10^{-3}	-1.1496×10^{-3}
f	-2.7273×10^{-3}	1.0553×10^{-2}	-6.4110×10^{-3}
g	-2.9674×10^{-3}	9.5592×10^{-3}	-4.2544×10^{-3}
h	-5.4980×10^{-3}	7.4107×10^{-3}	-1.3367×10^{-3}
i	-6.1882×10^{-3}	8.9382×10^{-3}	-2.6107×10^{-3}
j	-7.2689×10^{-3}	7.6763×10^{-3}	-1.8924×10^{-3}
k	-3.8961×10^{-3}	1.0409×10^{-2}	-5.0769×10^{-3}
l	-4.2015×10^{-3}	9.9924×10^{-3}	-3.9895×10^{-3}
m	-2.9519×10^{-3}	1.0599×10^{-2}	-6.8748×10^{-3}
n	-3.3121×10^{-3}	9.6281×10^{-3}	-3.9718×10^{-3}
o	-3.5795×10^{-3}	1.0988×10^{-2}	-6.2770×10^{-3}
p	-6.5549×10^{-3}	9.0167×10^{-3}	-2.8270×10^{-3}
q	-5.8580×10^{-3}	8.8278×10^{-3}	-2.4940×10^{-3}
r	-6.0473×10^{-3}	8.5021×10^{-3}	-2.0851×10^{-3}
s	-4.1507×10^{-3}	9.6500×10^{-3}	-3.9604×10^{-3}
t	-4.9128×10^{-3}	9.3593×10^{-3}	-3.0819×10^{-3}
u	-5.7446×10^{-3}	7.8417×10^{-3}	-1.2492×10^{-3}
v	-5.1034×10^{-3}	8.9202×10^{-3}	-2.5701×10^{-3}
w	-4.9945×10^{-3}	8.5869×10^{-3}	-2.0549×10^{-3}
x	-2.9802×10^{-3}	9.5396×10^{-3}	-4.5592×10^{-3}
y	-4.1143×10^{-3}	1.0978×10^{-2}	-5.8265×10^{-3}
z	-4.8075×10^{-3}	9.1801×10^{-3}	-3.3418×10^{-3}
la	-6.9608×10^{-3}	8.3729×10^{-3}	-2.3103×10^{-3}
lb	-6.4226×10^{-3}	7.1318×10^{-3}	-9.6801×10^{-4}
lc	-5.1261×10^{-3}	9.1261×10^{-3}	-2.7625×10^{-3}
ld	-5.7528×10^{-3}	9.5194×10^{-3}	-3.1995×10^{-3}

表 1: J270 の伝達関数の実測値を $I_{DS} = aV_{GS}^2 + bV_{GS} + c$ でフィットした結果。

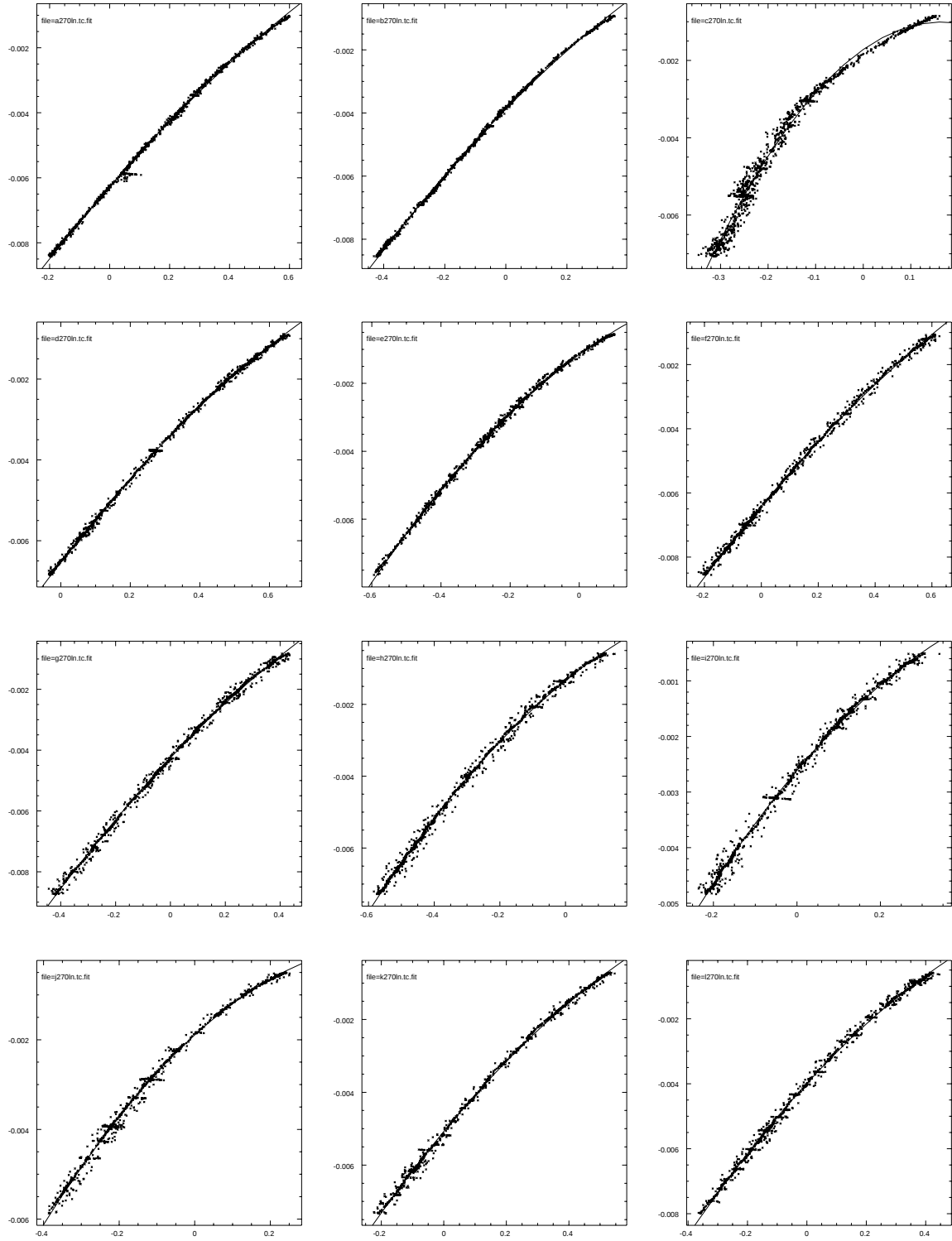


図 4: J270 の伝達関数の実測値を $I_{DS} = aV_{GS}^2 + bV_{GS} + c$ でフィットした様子。左上から順に、ID=a,b,...k,l.

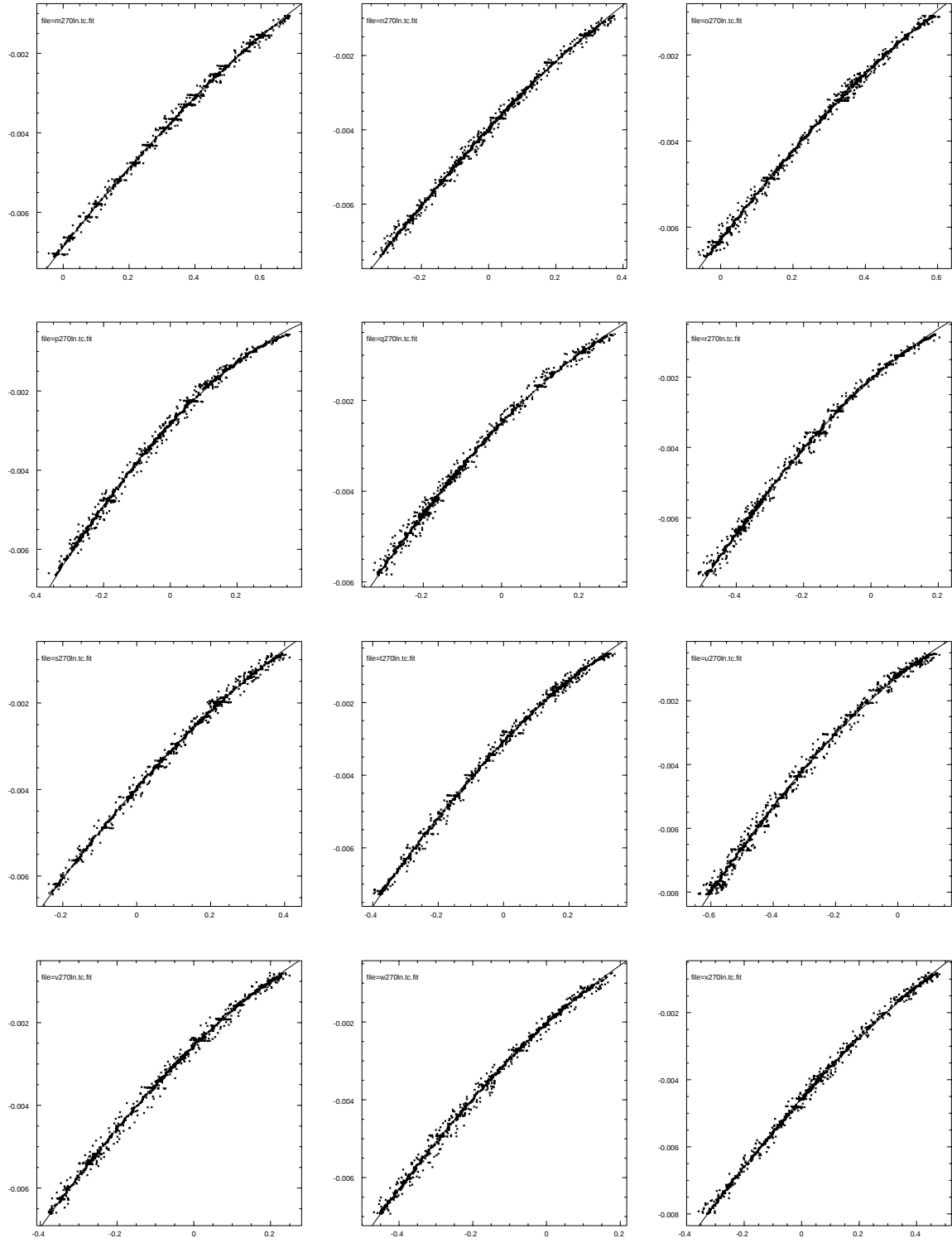


図 4: 続き。左上から順に、ID=m,n,...w,x.

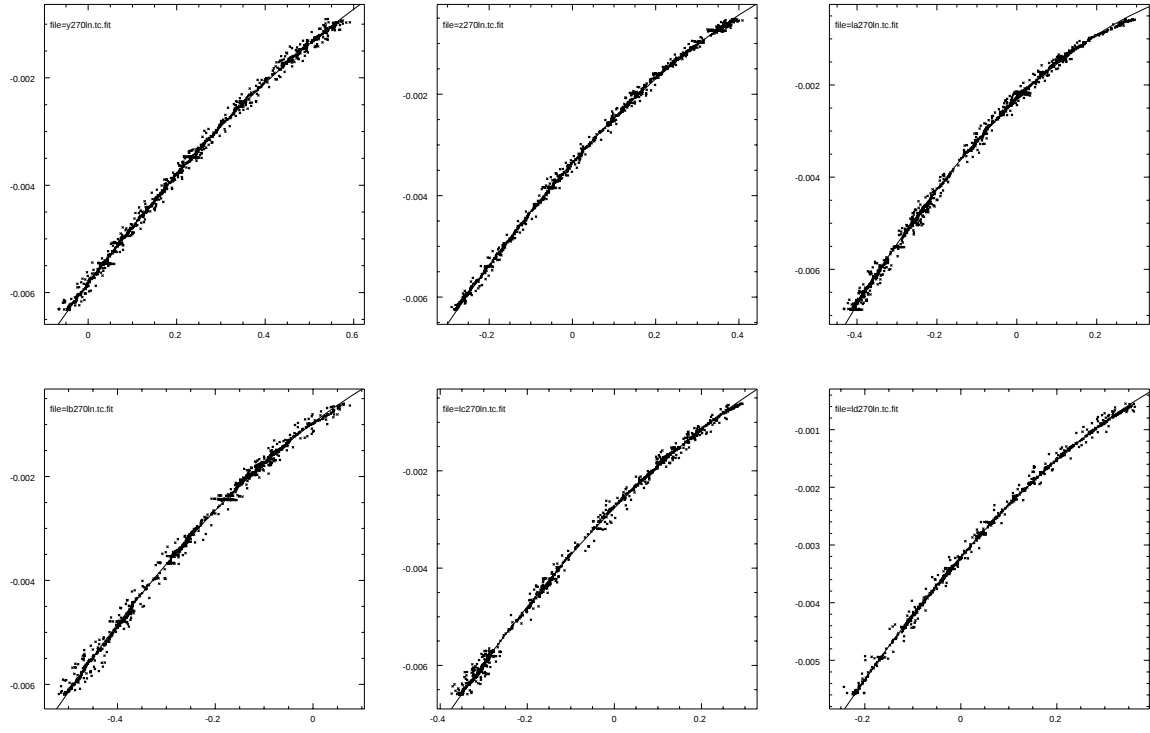


図 4: 続き。左上から順に、ID=y,z,la,lb,lc,ld.