

液体キセノンTPC用

ASICデザイン

東貴俊

# 仕様

\* 隣りチャネル

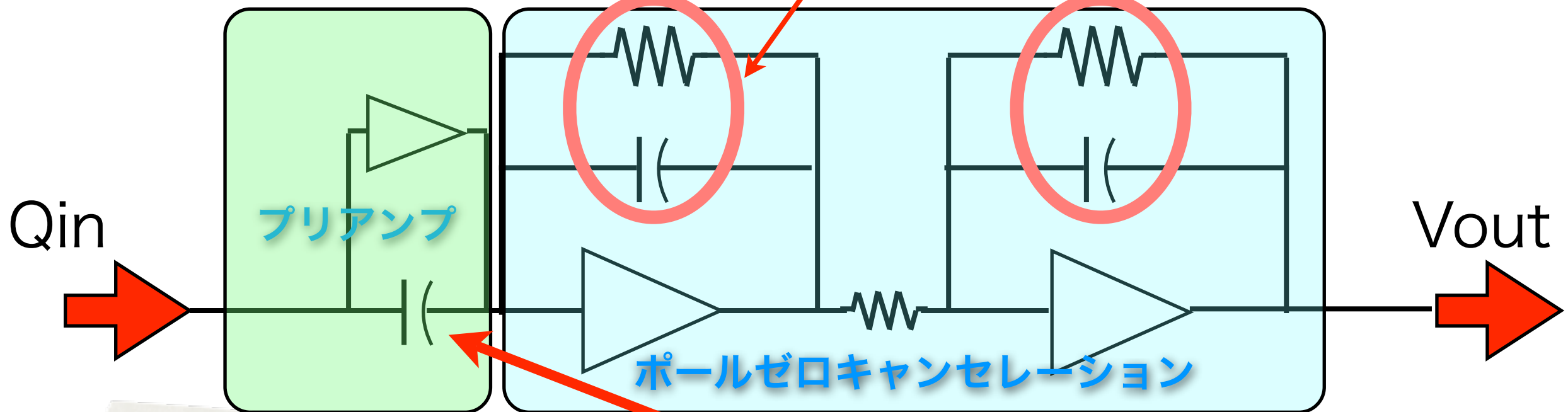
	FE2006	For LXeTPC
入力電荷範囲	-1.5 ~ 1.5pC	-75 ~ 25fC
ゲイン	0.44V/pC	31.68V/pC
ゲインばらつき	15%	なるべく低く (~1%) 目標値
コンパレータ入力ゲイン	1.3V/pC	コンパレータ無し
ノイズ	5900e(Cd=100pF)	2000e予定(Cd=1pF) まだ測定できていない。
クロストーク	0.6% (1~3%*)	なるべく低く (~1%) 目標値
ピーキングタイム	30ns	1us
Vth 補償用 DAC	1 ~ 30mV (1mV/bit)	無し
消費電力	29mW/ch	? mW/ch
温度耐性	未測定	-100°C

# テスト回路の簡略図

ASIC回路

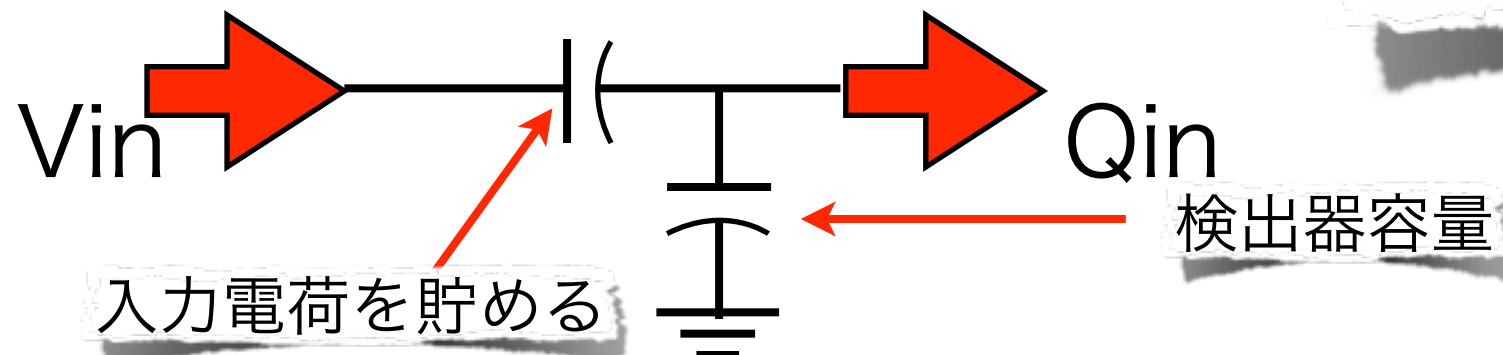
この素子の値を決めることにより時定数 $\tau$ が決まる。

$$\tau = CR$$



入力回路

キャパシタンスの大きさにより  
ゲインが変化する。



入力電荷を貯める

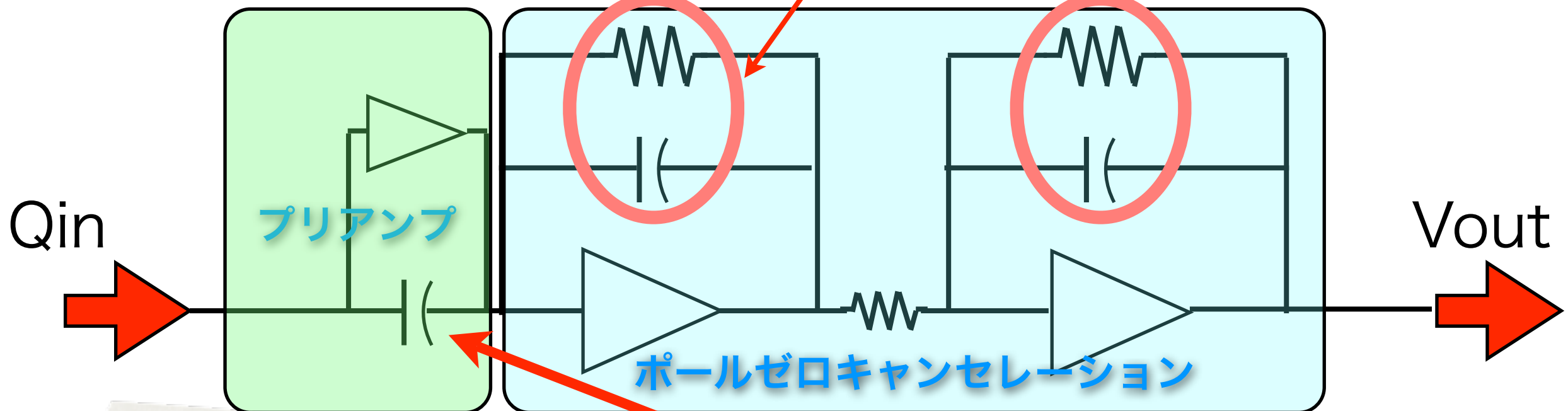
検出器容量

# テスト回路の簡略図

ASIC回路

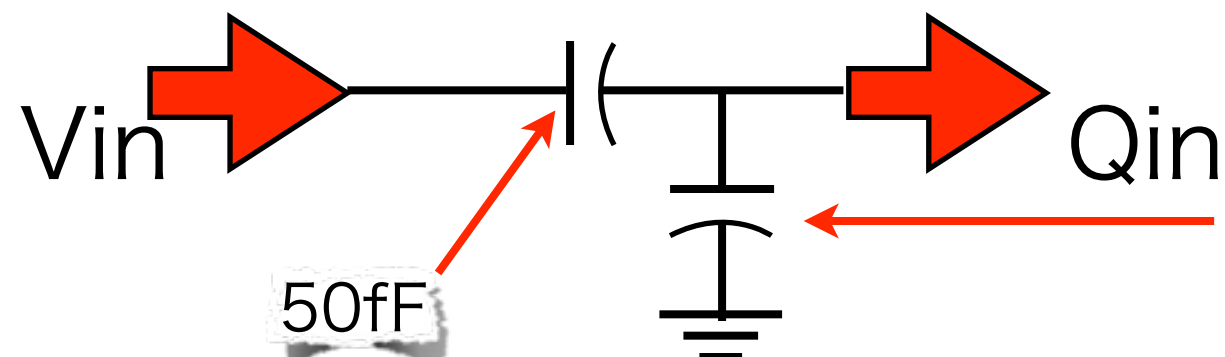
$$5\text{pC} \times 200\text{k}\Omega$$

$$\tau = 1\ \mu\text{s}$$



入力回路

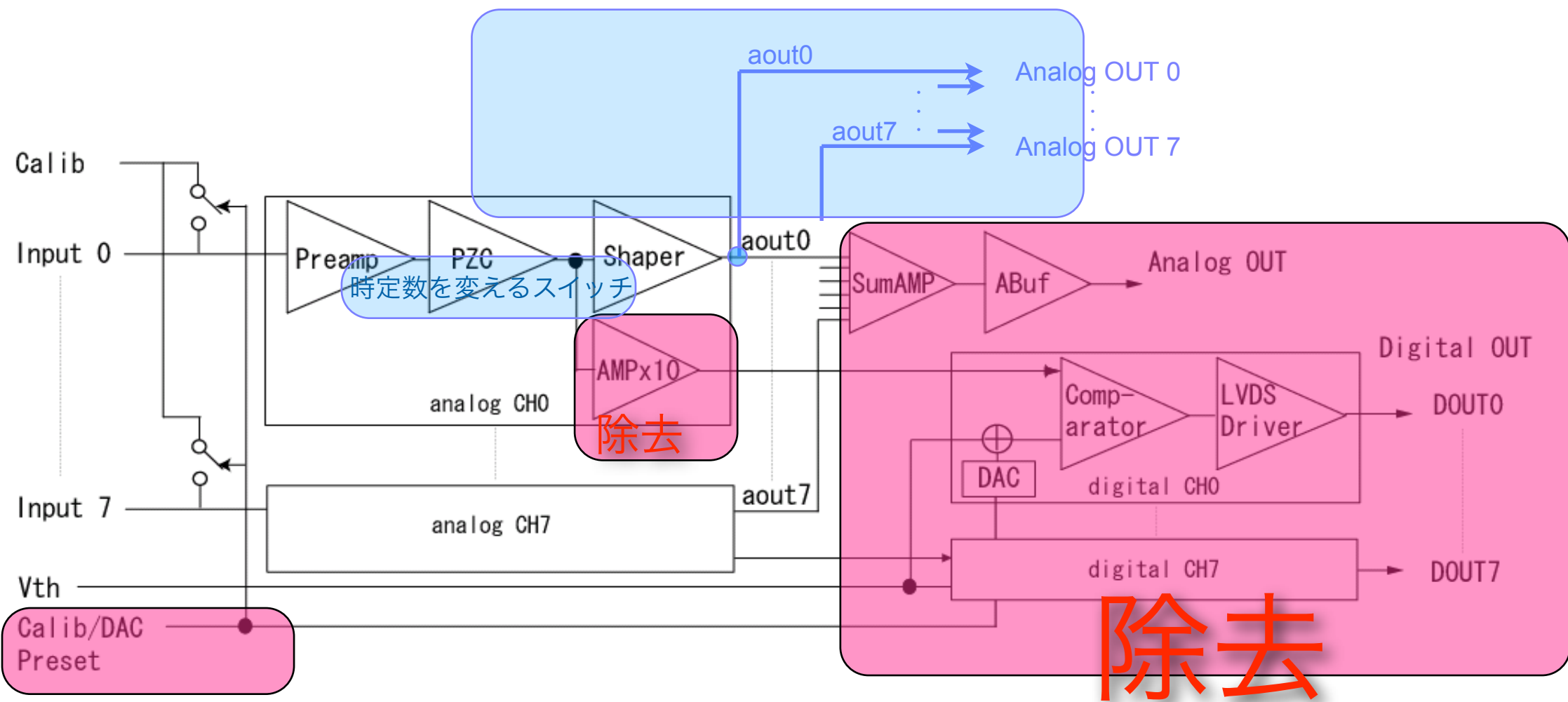
25fF



100.0f

(実際は0.44pF, 液体キセノン中で0.9pF)

# FE2006回路を変更



赤：無くす部分

青：加える部分

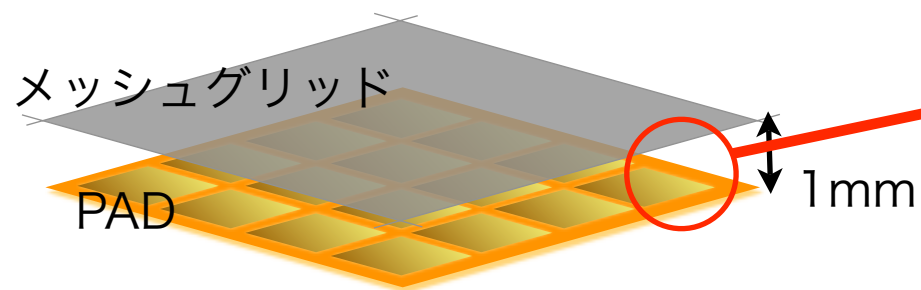
シミュレーション

# 入力信号

1  $r$  当りの電離電子数  
 $511\text{keV} \div \text{約}15\text{eV} = \text{約}34,000 \text{ 個}$

電離電子

ドリフト方向



メッシュグリッド



電離電子

電荷量  $\text{約}34,000 \times 1.6 \times 10^{-19} = \text{約}5.4 \text{ [fC]}$

メッシュによる吸収、拡散係数、  
リコンビネーションなどに依存す  
るので実際はもう少し小さい

PAD



グリッド・PAD間

1mmを $2.2\text{mm}/\mu\text{s}$ でドリフト

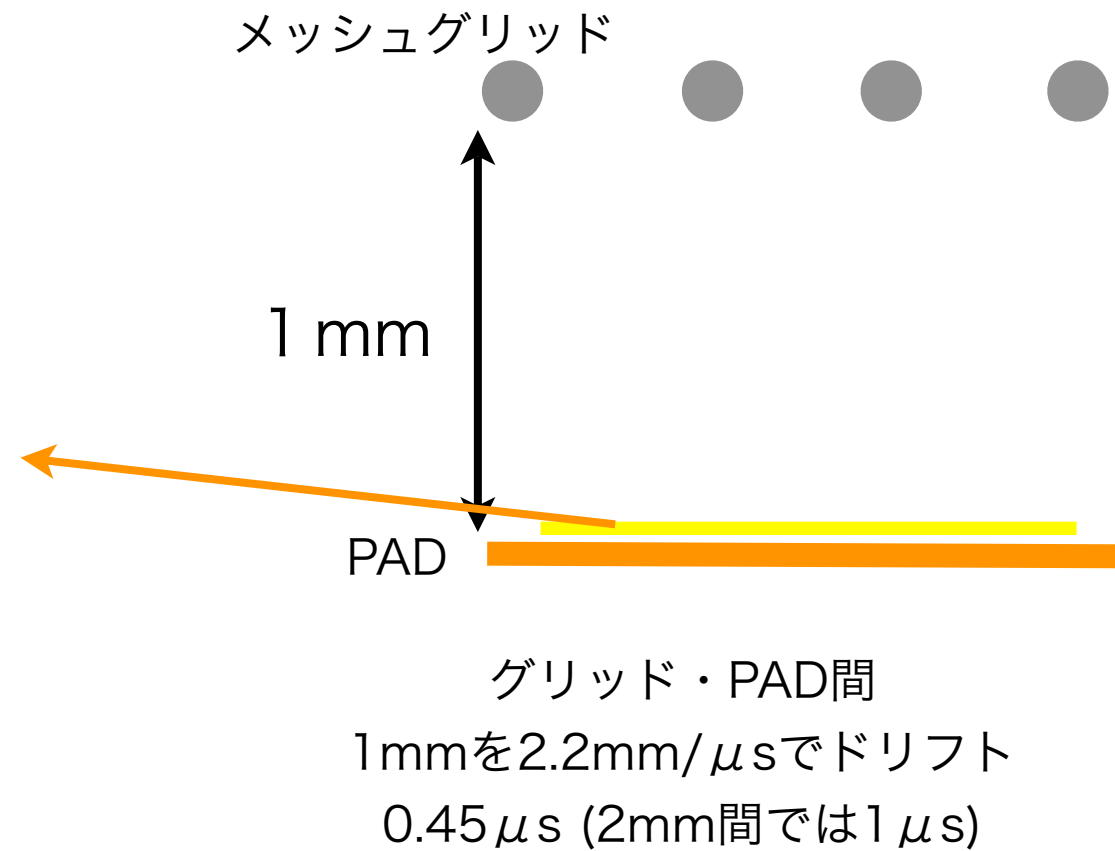
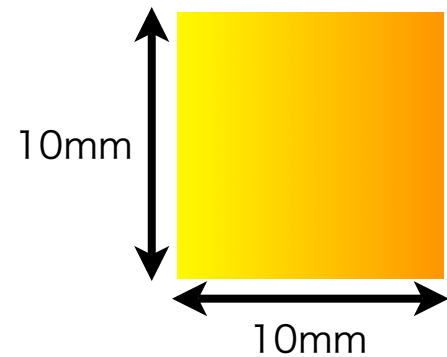
$0.45\mu\text{s}$  (2mm間では $1\mu\text{s}$ )

1  $r$  による信号の入力電荷を  
1~5[fC]程度で設定

# 静電容量

gridとPADの距離は2mmで、PADの大きさを1cm x 1cmとすると、この静電容量は約0.44pFとなる。

(液体キセノン中では約0.9pFとなる。)

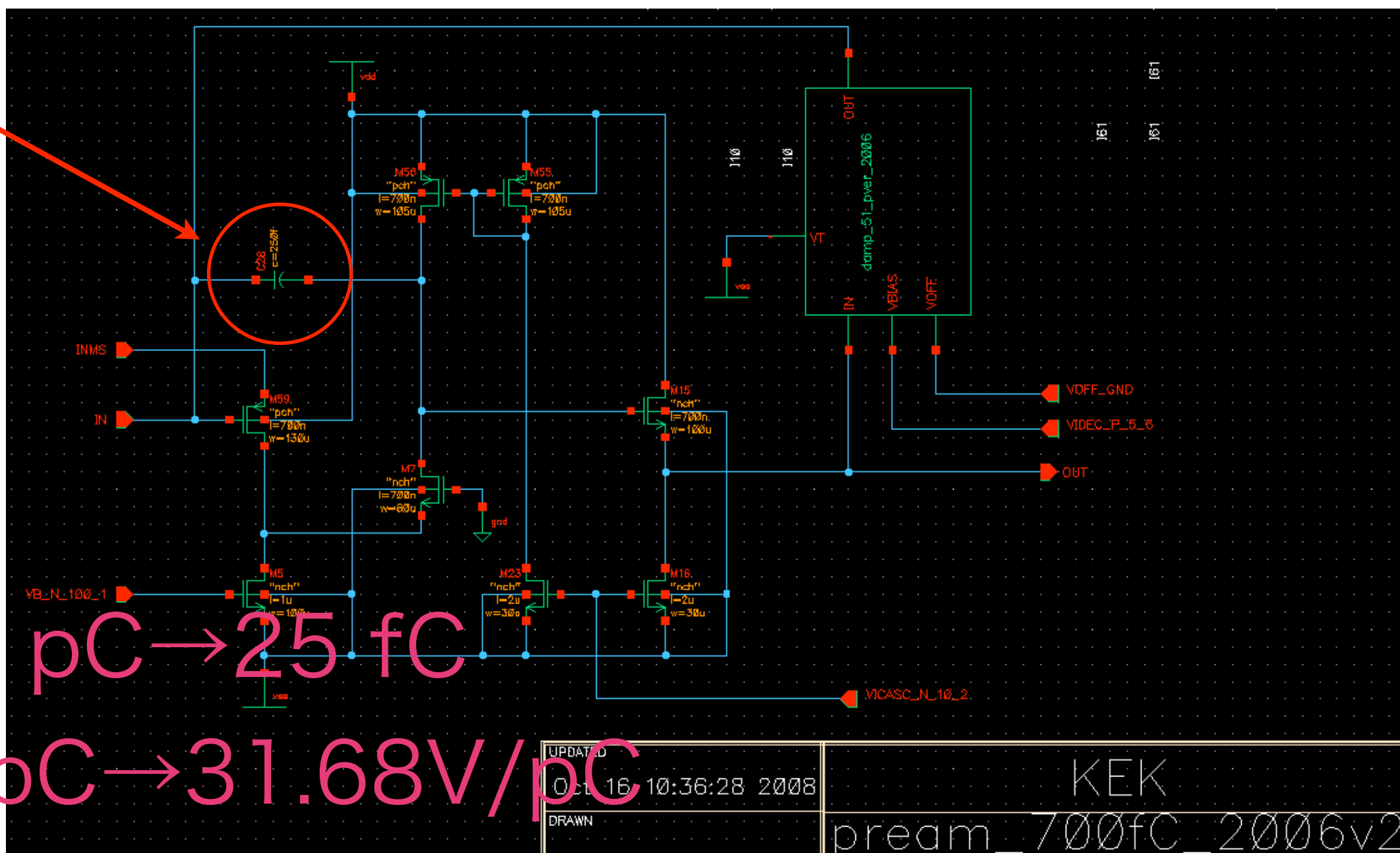




# ゲインの調整

## プリアンプの回路図

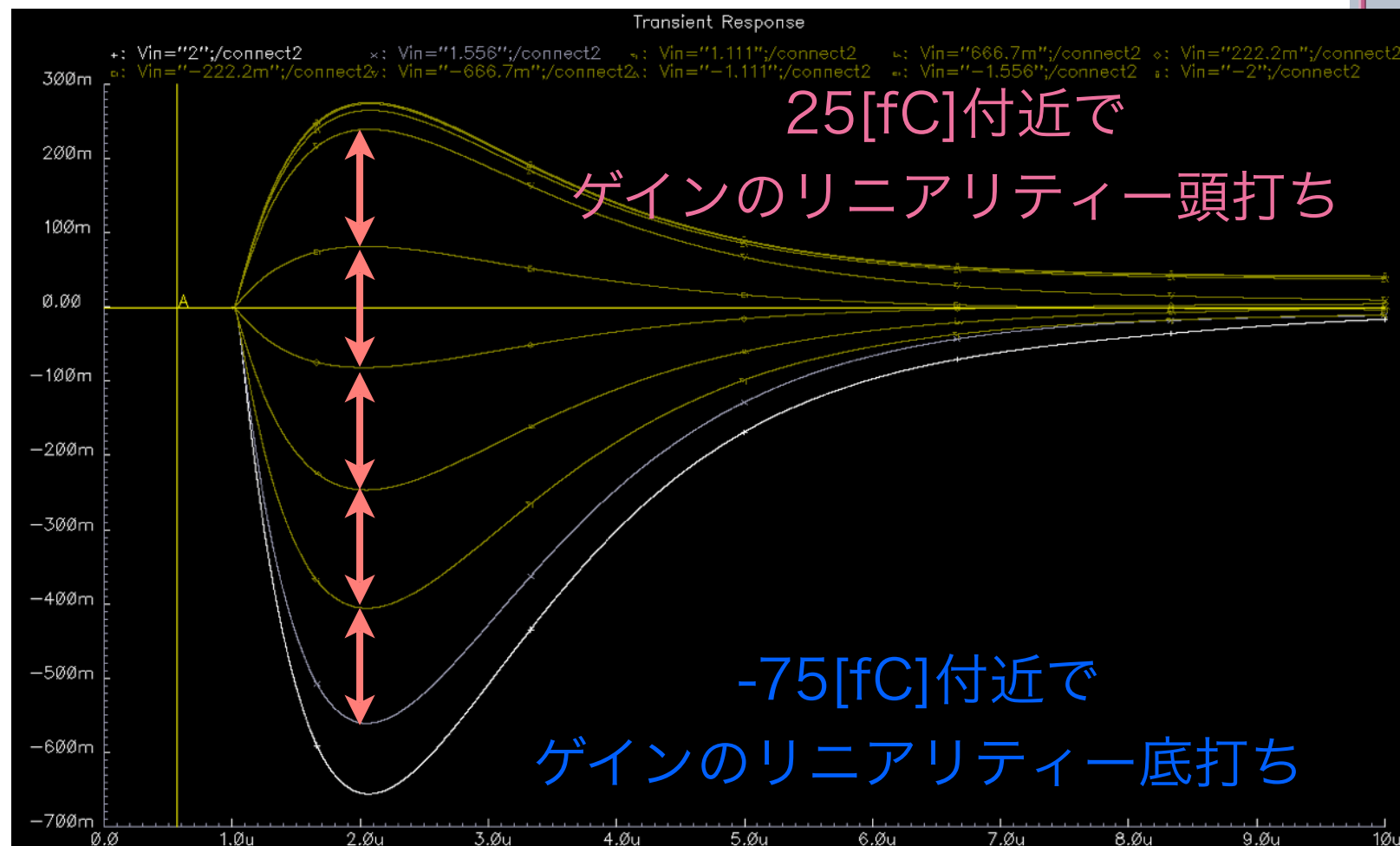
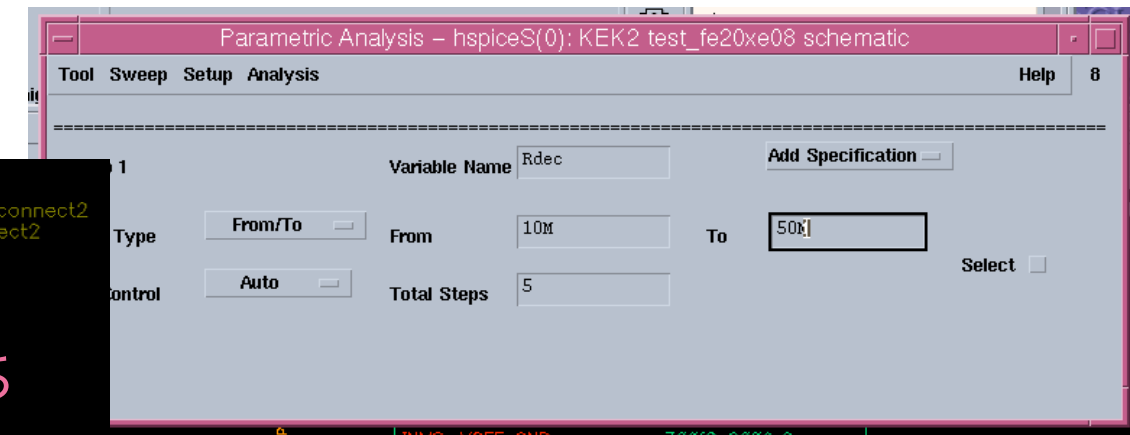
キャパシタの  
容量でゲインが  
決まる。



# 入力電荷範囲の確認

- 入力電荷を100[fC] ~ -100[fC]まで10ステップを確認

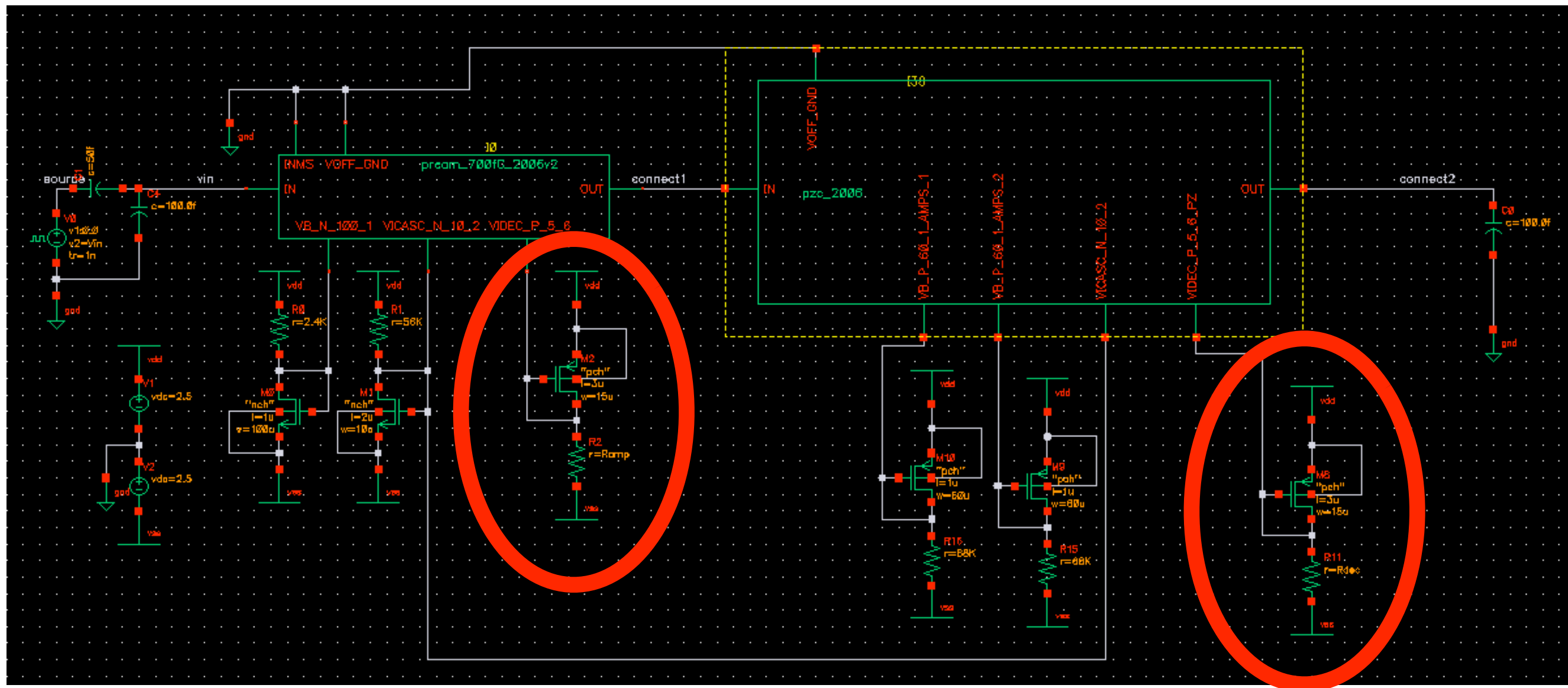
パラメトリックプロッタを使用



抵抗値、キャパシター、電源などあらゆるパラメータを変化させてプロットできる。

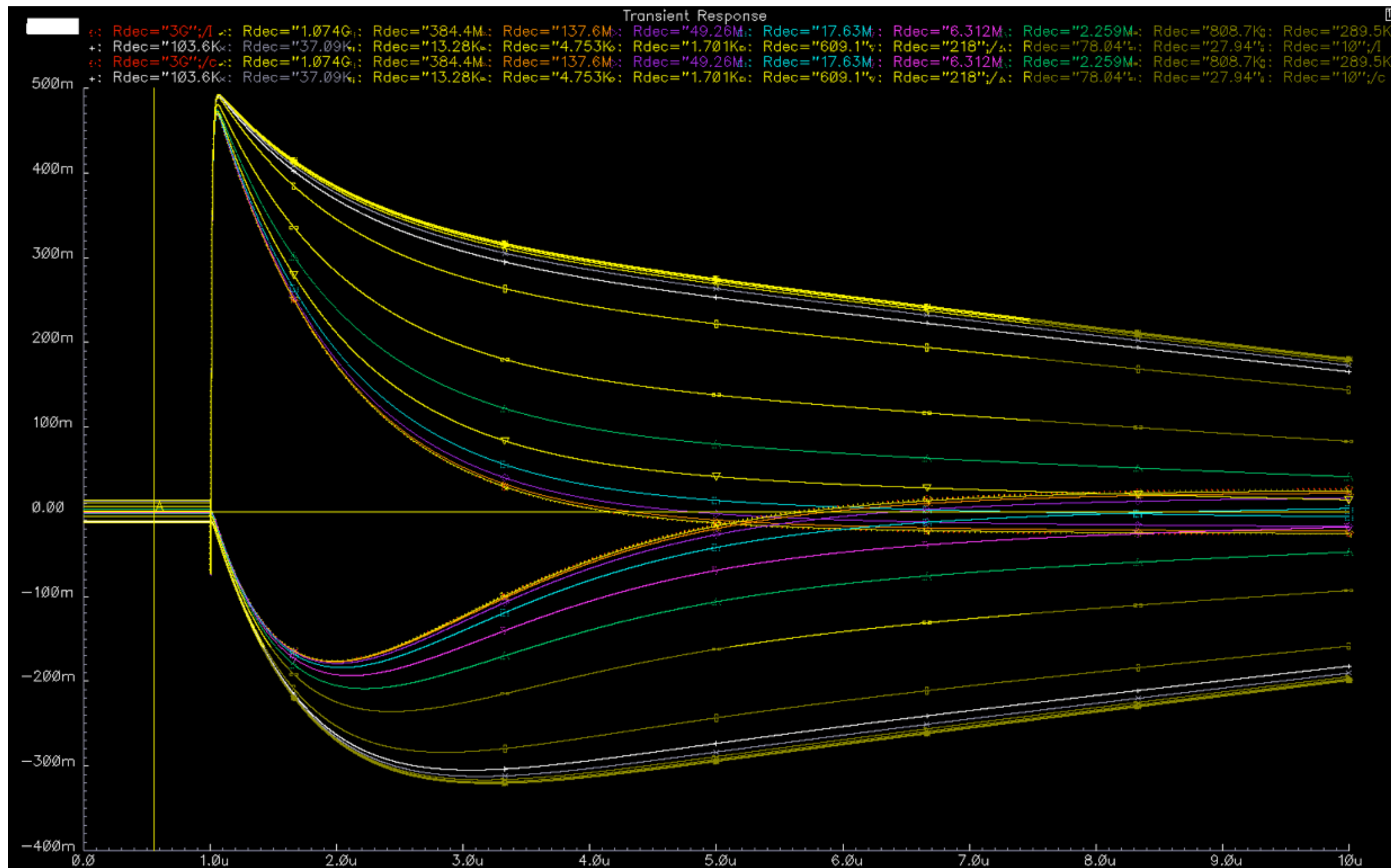
時間があれば  
原因を考察したい。

# バイアス電流の調整



抵抗値を変えることで中の抵抗器の電流量が変化

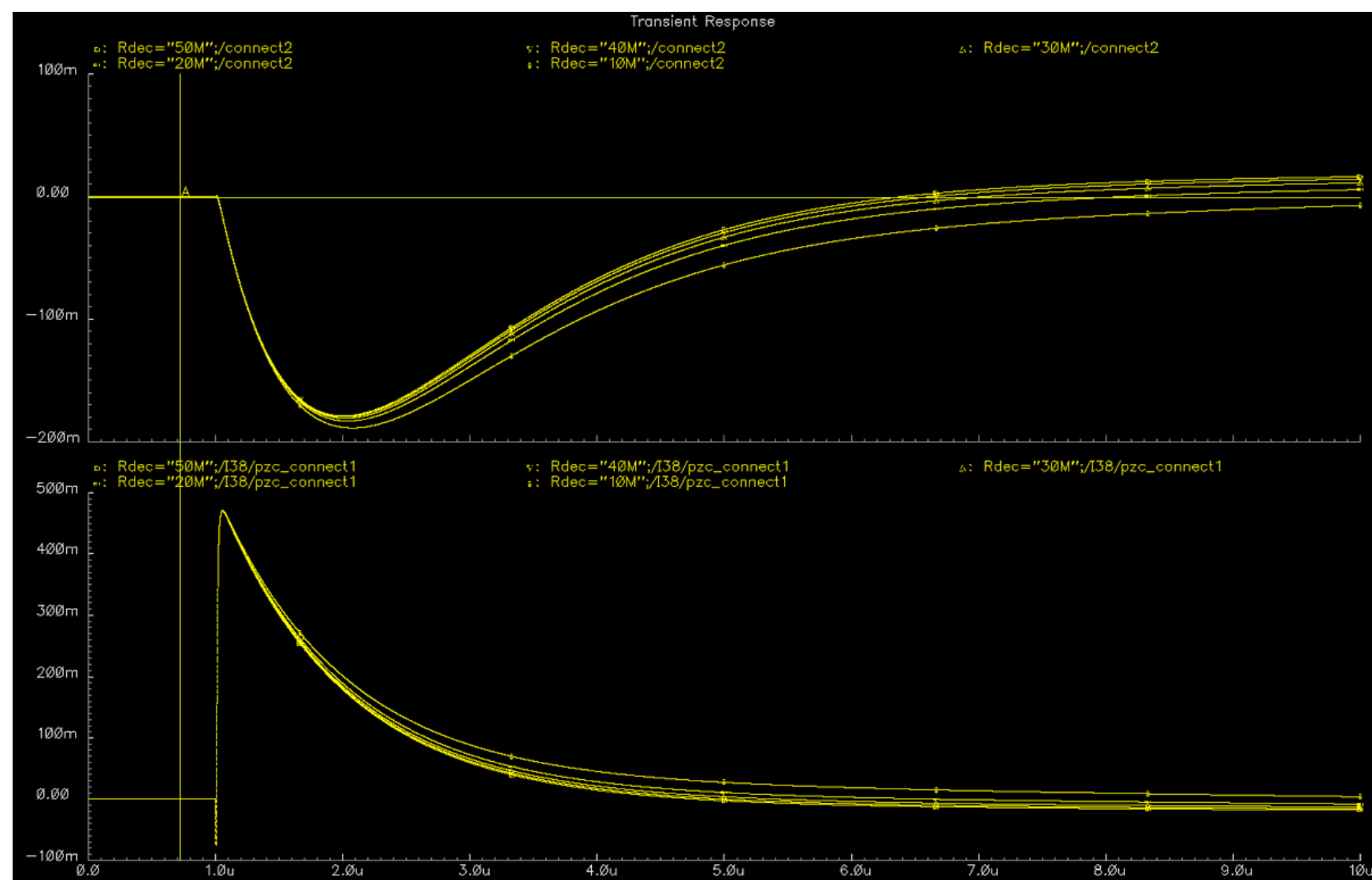
# パラメトリックプロット



さまざまな抵抗値を与えて  
アンダーシュートがなくなる抵抗値を探った。

# 抵抗値の決定

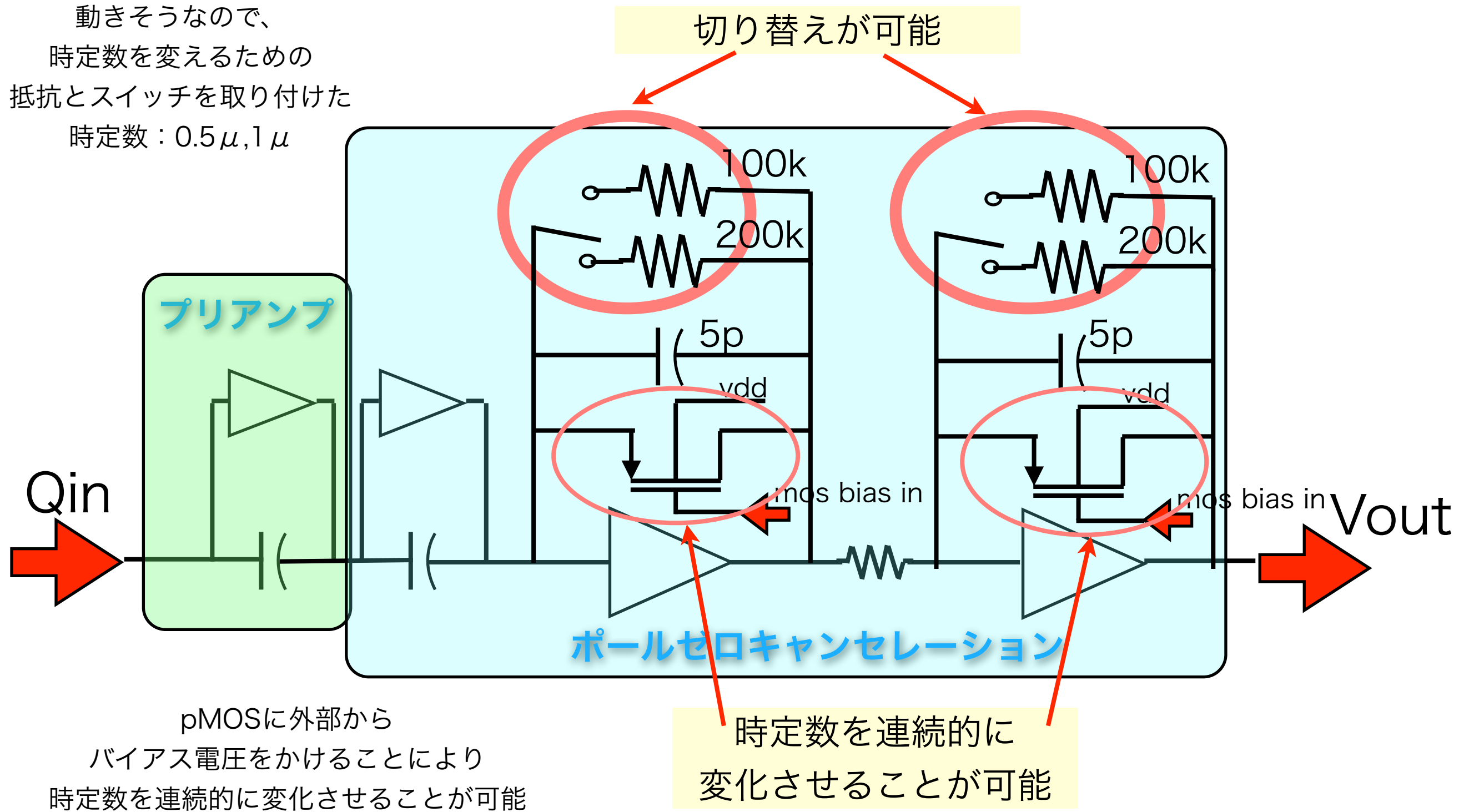
15M ~ 20M  $\Omega$ の間がよさそうなので  
17.5M $\Omega$ に設定した。



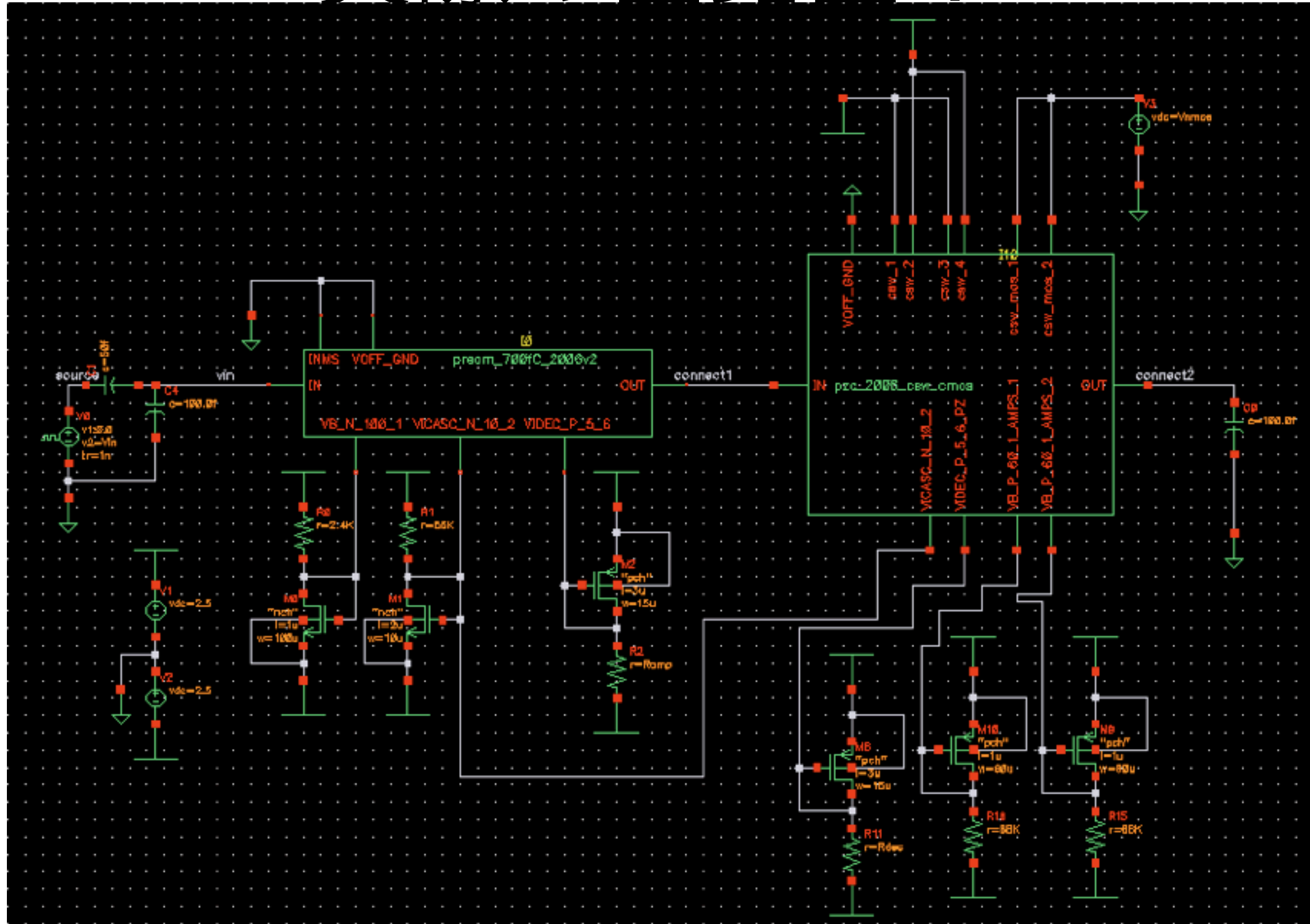
時定数の切り替え

# テスト回路の簡略図

動きそうなので、  
時定数を変えるための  
抵抗とスイッチを取り付けた  
時定数： $0.5\mu$ ,  $1\mu$



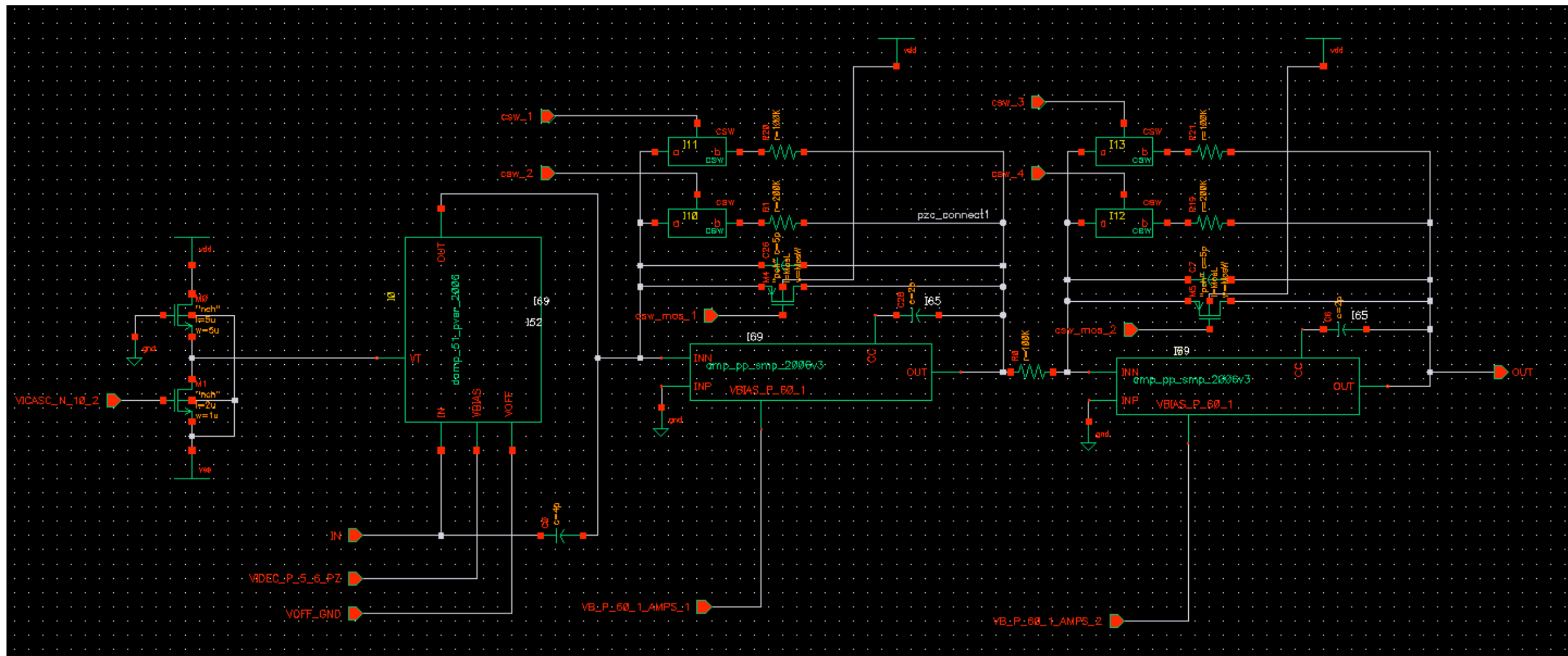
# 実際の回路図1





# 実際の回路図 2

(pole zero cancelation)

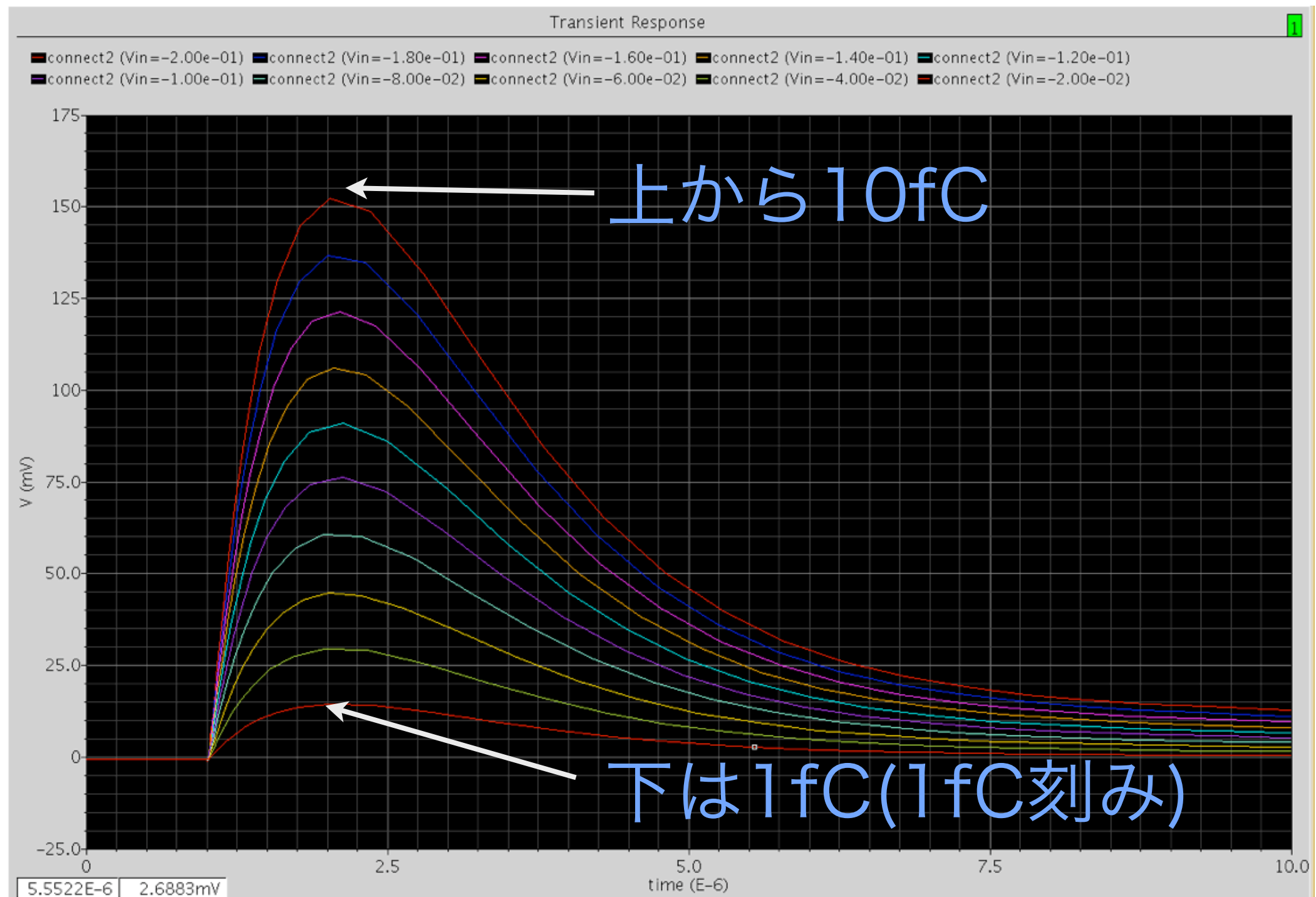


# 確認

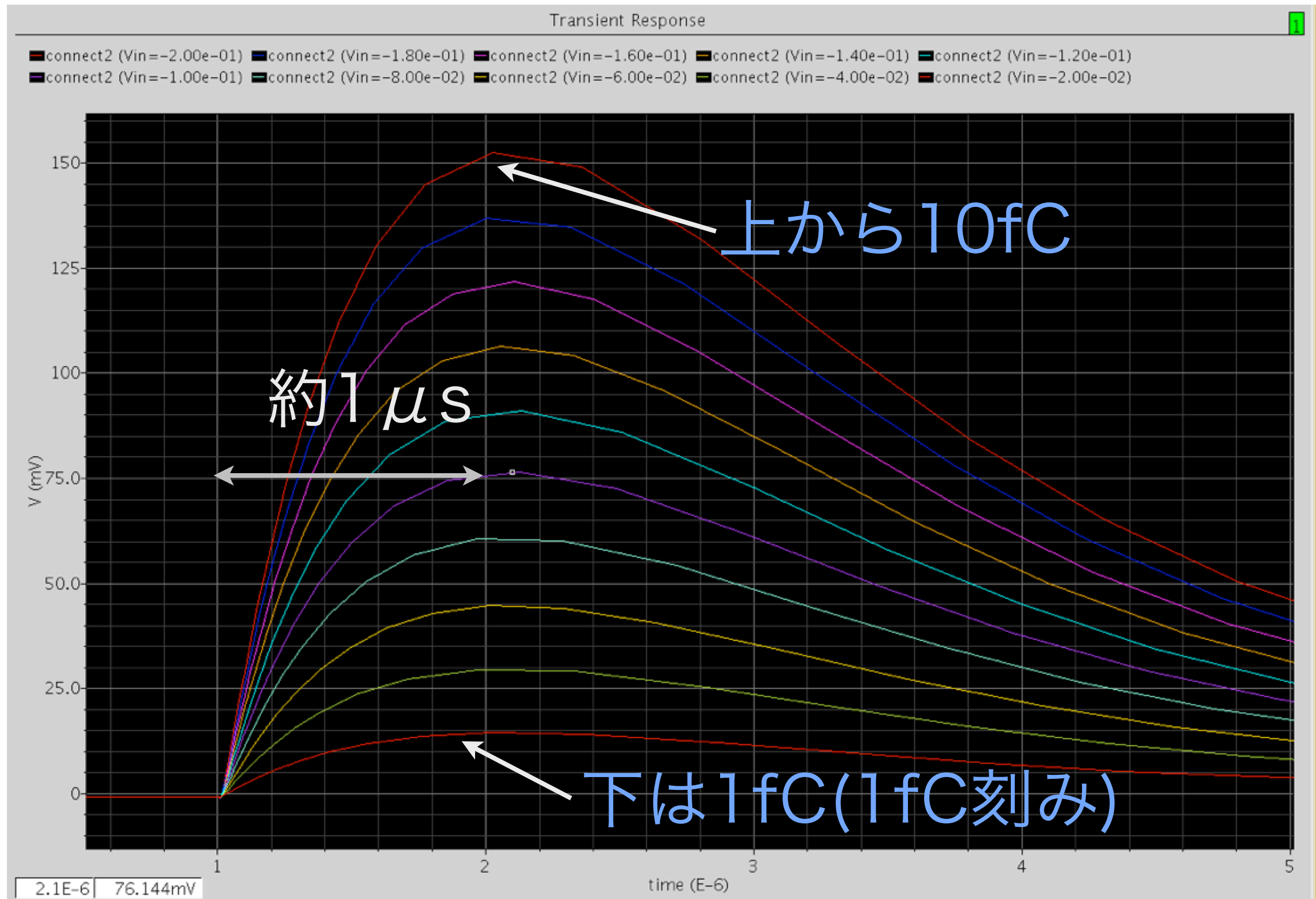
回路が正常に動くかを確認する

まず、電荷を  $1\text{f}\sim 10\text{f}[\text{C}]$  を  
与えたときの出力をみた

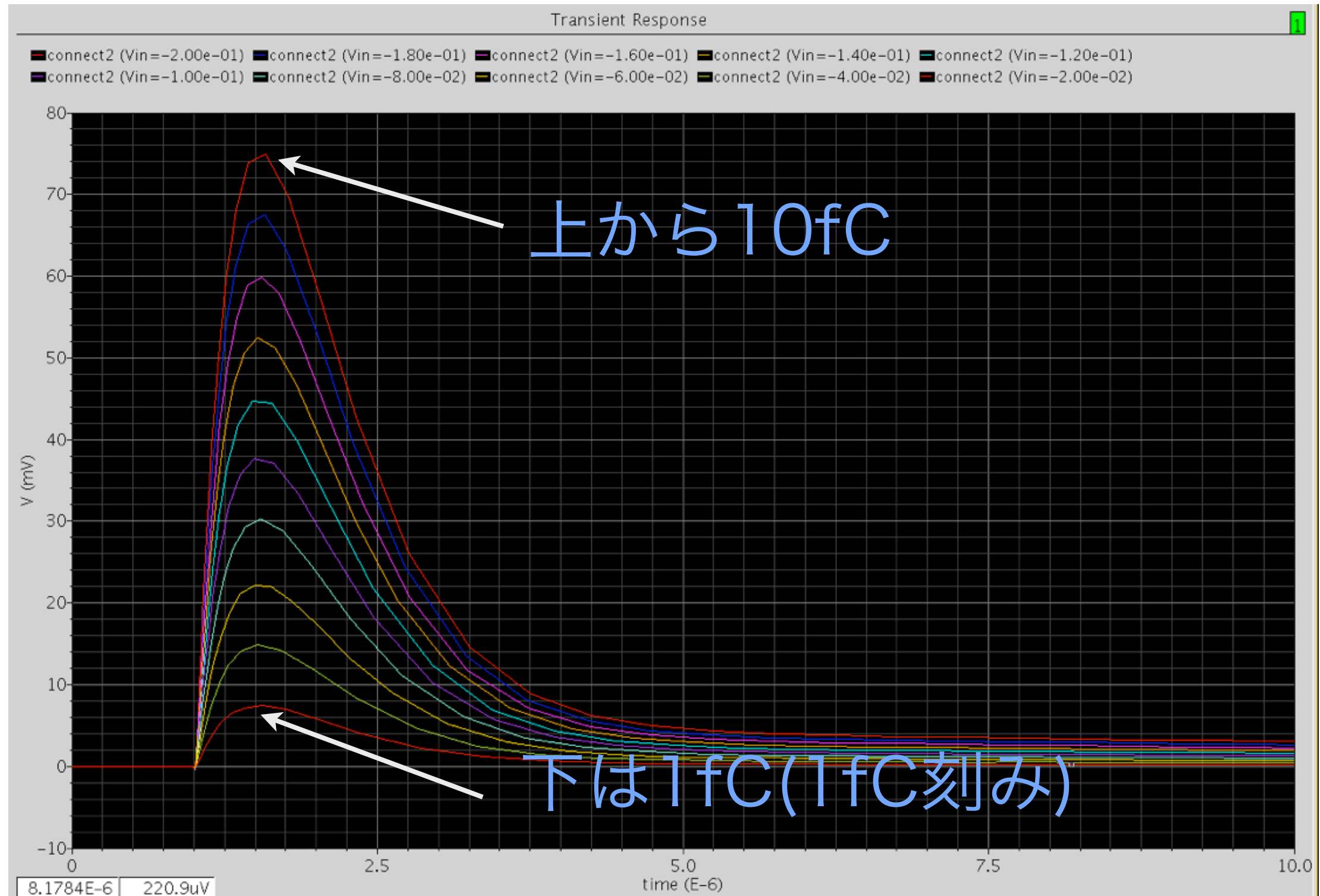
# スイッチ (200Ω)



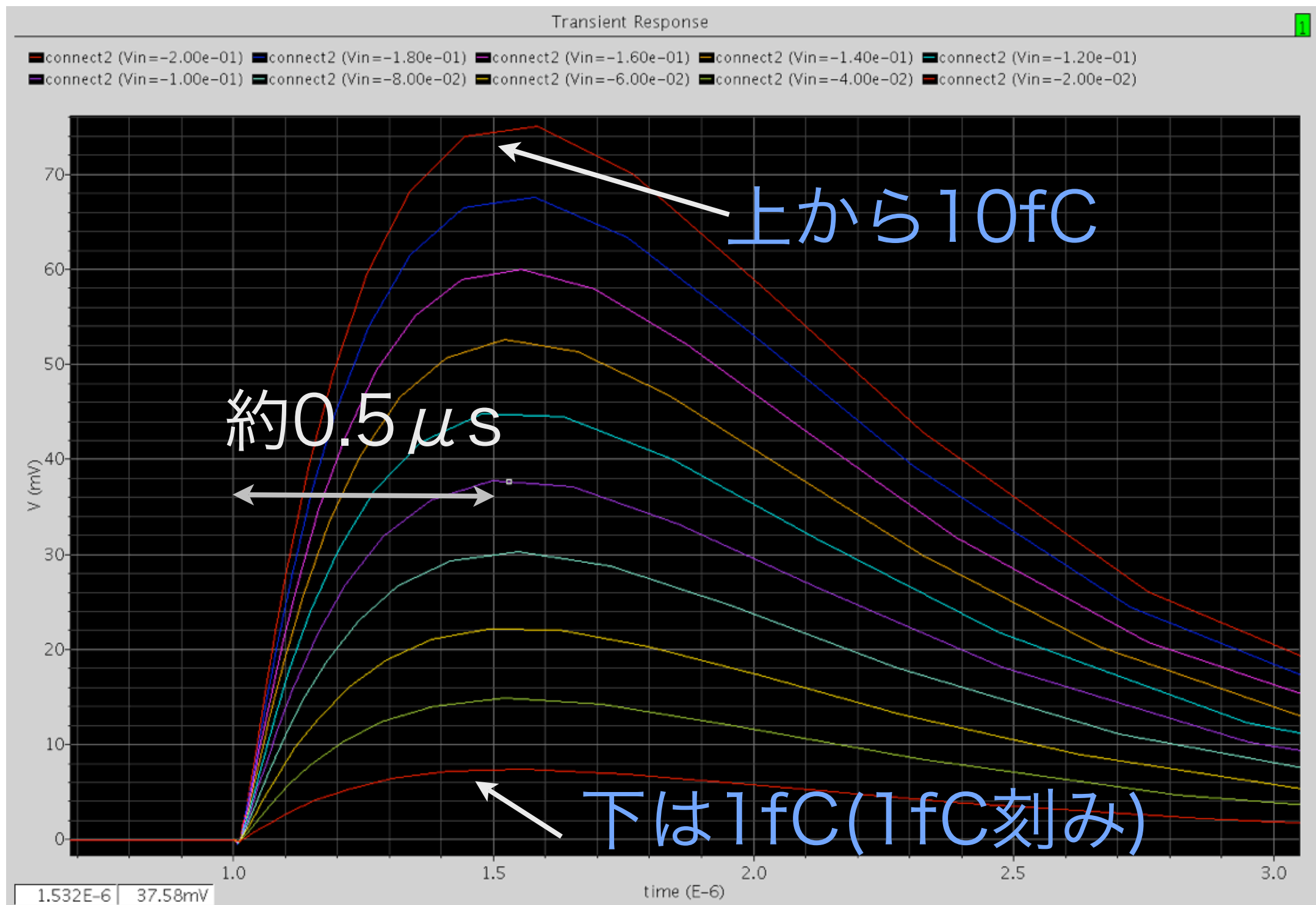
# スイッチ (200Ω)



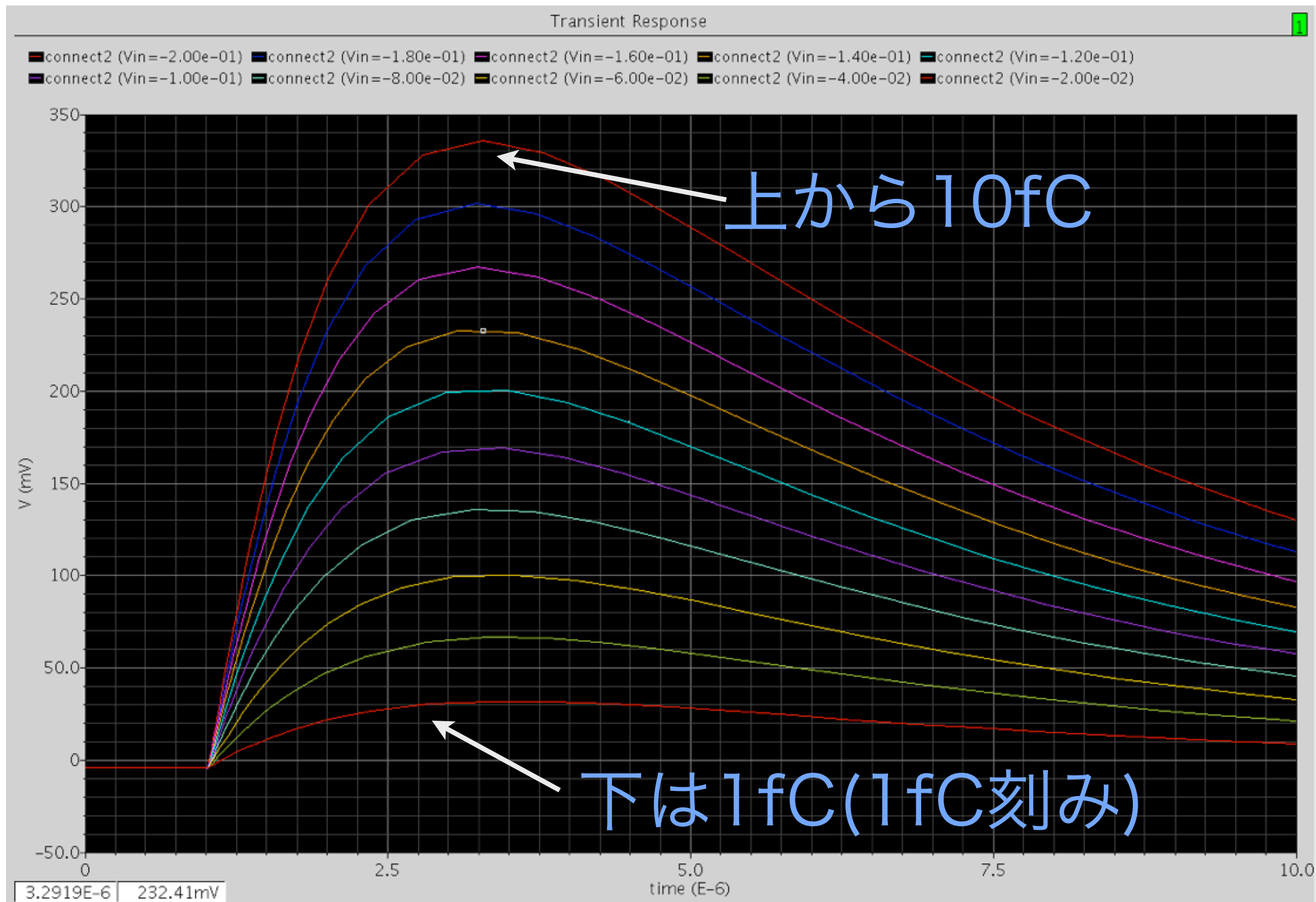
# スイッチ (100Ω)



# スイッチ (100Ω)

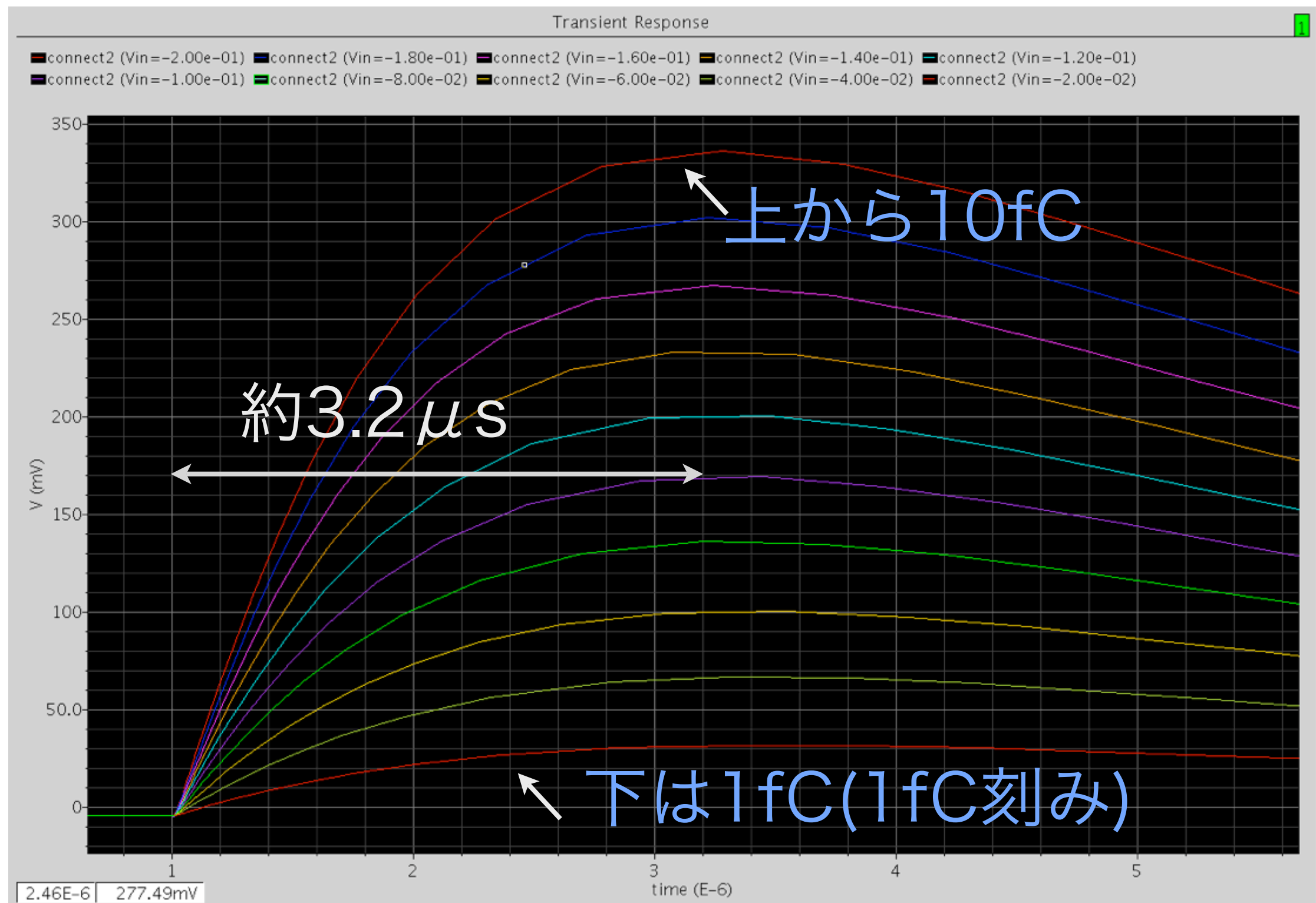


# pMOS(@-1.55V)





# pMOS (@-1.55V)





# スイッチ仕様に先立ちって

## ● 抵抗の決定

今回、時定数を  $1\ \mu\text{s}$  に設定している。そのために使用した抵抗およびキャパシターはそれぞれ  $200\text{k}\Omega$ ,  $5\text{pF}$  であり、それぞれに大きさを要する。

しかし  $10\text{pF}$  と  $200\text{k}\Omega$  を比べた場合に、両方とも大きいのが  $200\text{k}\Omega$  の方がまだマシであるので今回の決定に至った。

スイッチで切り替えるための抵抗、  
キャパシター両方をつける考えもあったが、  
やはり先述のように大きさがあるので抵抗  $100\Omega$  のみとし、  
大きな時定数は pMOS で補うこととした。

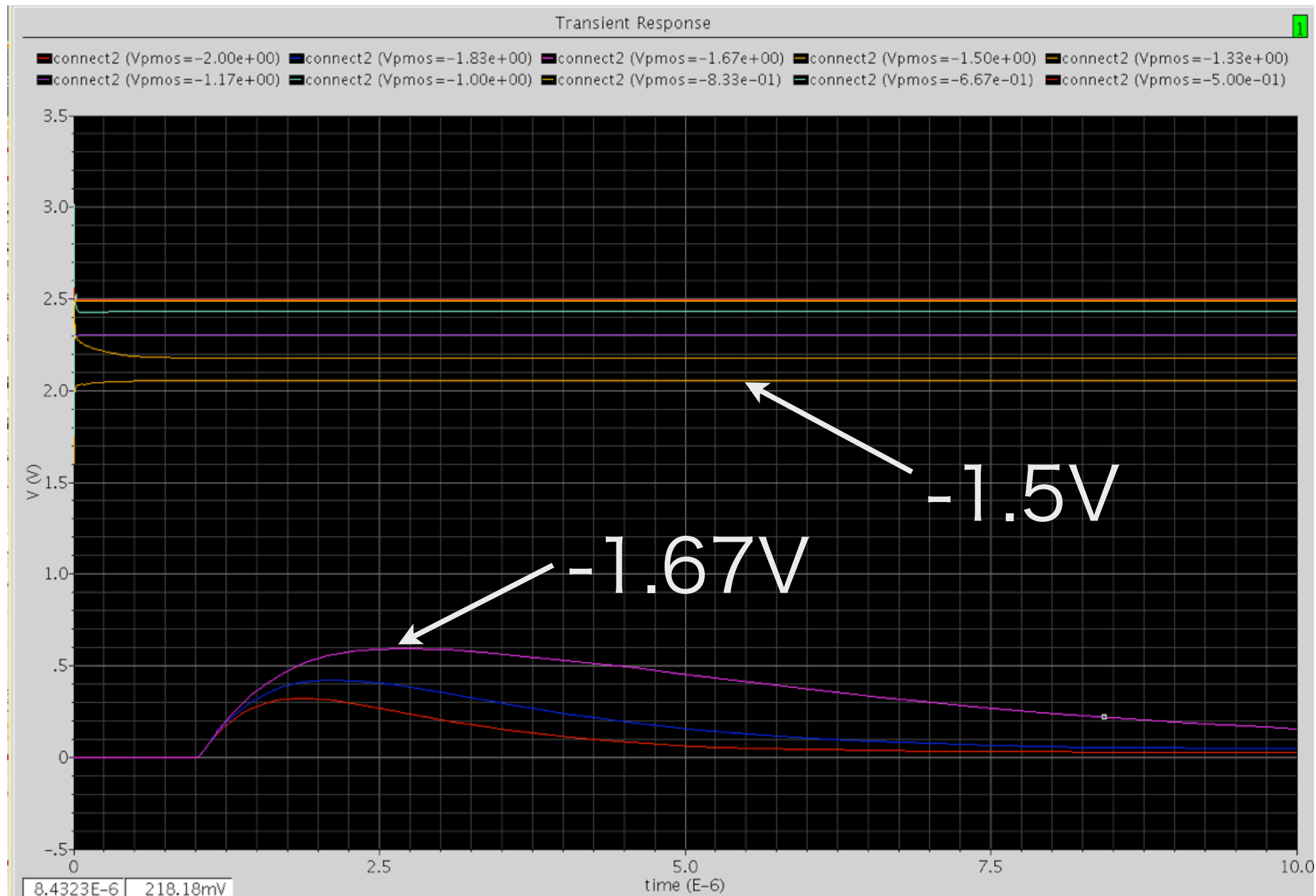
# スイッチ仕様に先立ちって

- pMOS

pMOS与えるバイアス電圧ならびに  
pMOSの大きさに関してパラメト  
リックプロットを行ってみた。

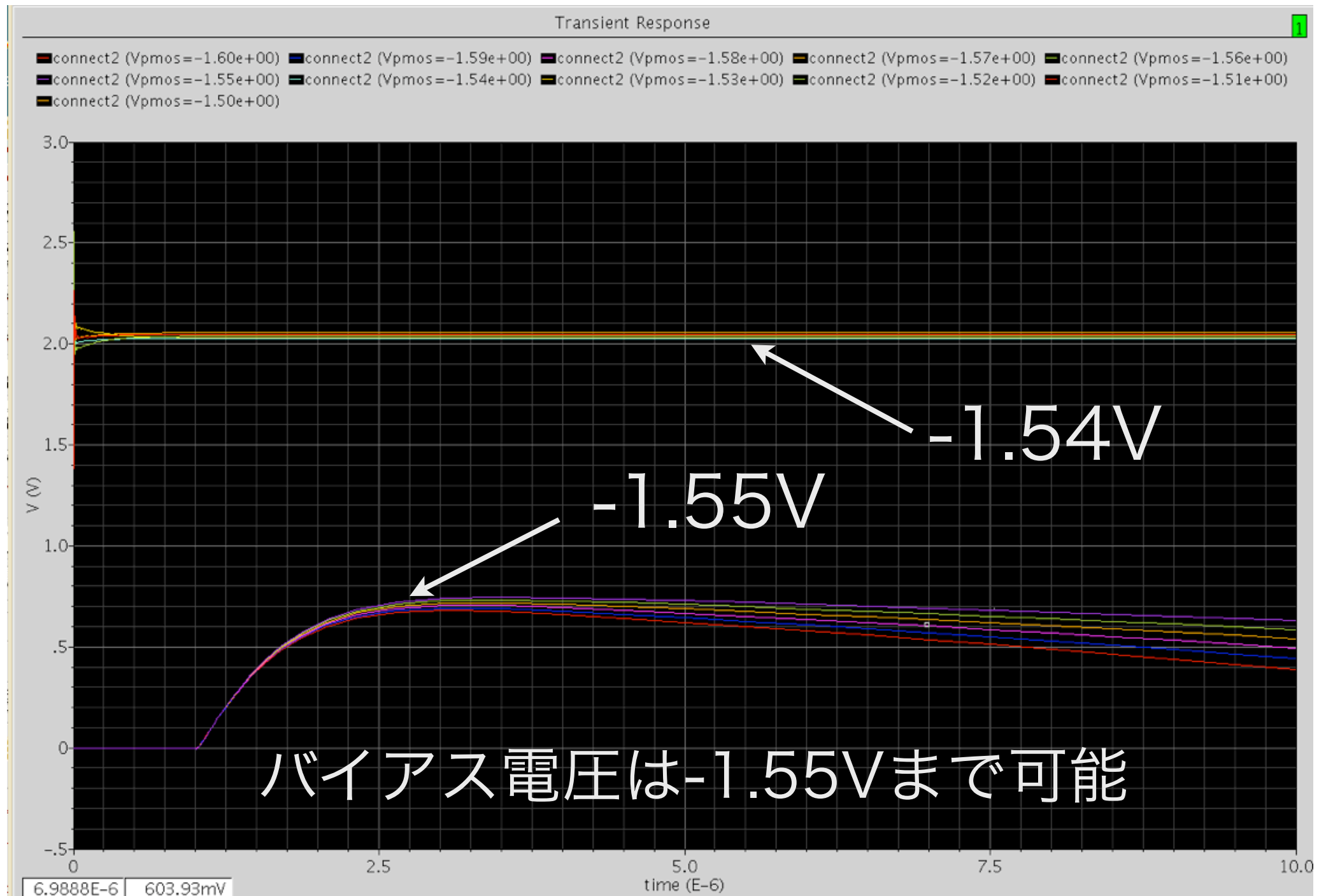
# pMOSのバイアス電圧に対しての出力

- pMOSに与える電圧の変化による出力の変化をみる(-0.5~-2.0V)



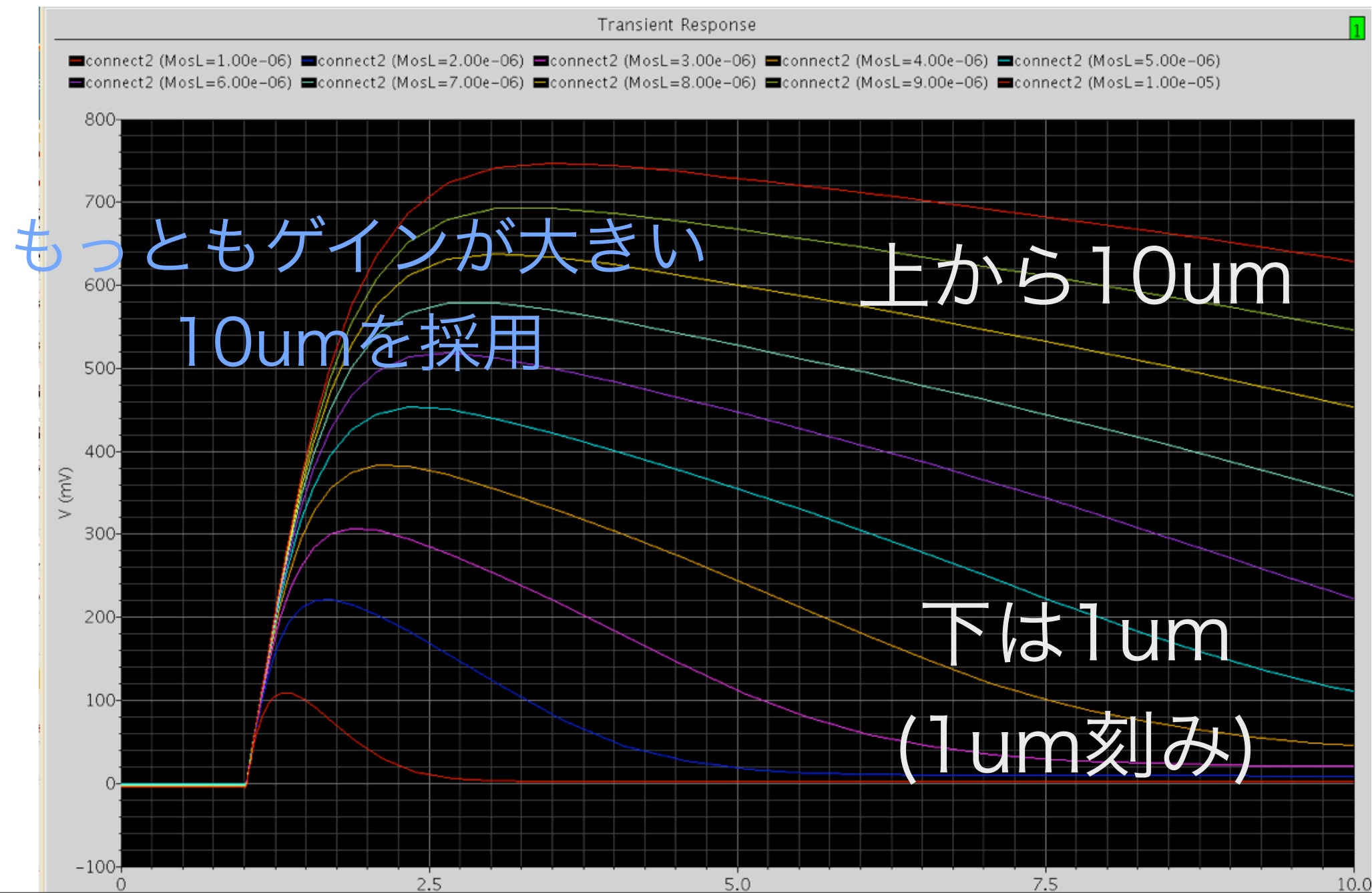
# pMOSのバイアス電圧に対しての出力

- さらに細かくみる(-1.50~-1.60V)



# pMOSの大きさ

- pMOSの大きさ (Length) をパラメトリックプロッタでシミュレーション



# 予定

- コーナーシミュレーションを行い、今回見たような入力電荷に対しての出力がどのようなものであるかを調べたい
- 来週にはレイアウトデザインに入りたい



資料



# トラブルシューティング

右のような波形が見えたが  
これはシミュレーションに  
よるトラブル

容量値を変えることで  
消えた。

