

フォトダイオード用
トランスインピーダンス・
アンプの
周波数特性の不思議

アナログ・デバイセズ株式会社

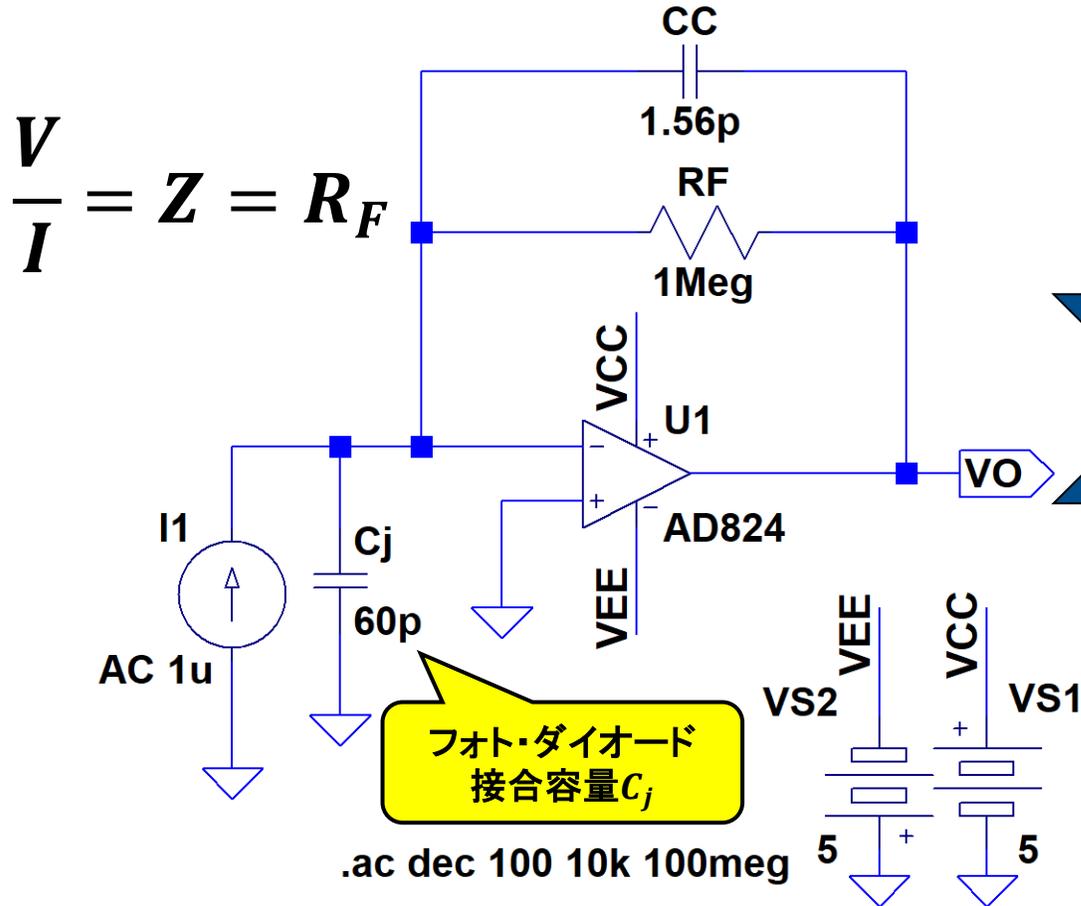
石井 聡



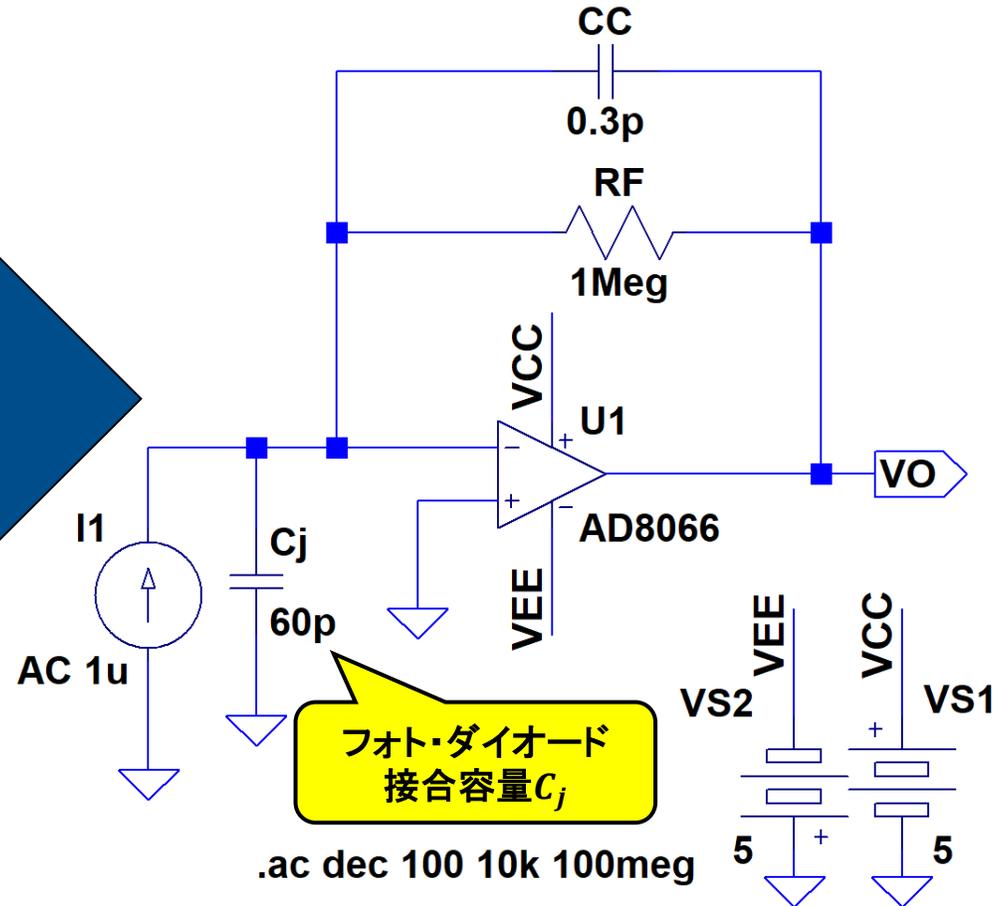
- ▶ GBW（利得帯域幅積）の異なるアンプを用いたTIAの周波数特性
- ▶ 出力ノイズは入力換算の「ノイズ・ゲイン」倍になり、それで周波数特性も決定する
- ▶ ループゲインの考え方
- ▶ これらの考察からわかること

GBW（利得帯域幅積）の異なるアンプを用いたTIAの周波数特性

フォト・ダイオードには接合容量がある
両方の帰還補償CCは同じ3dBのゲイン・ピーク(位相余裕)で設定

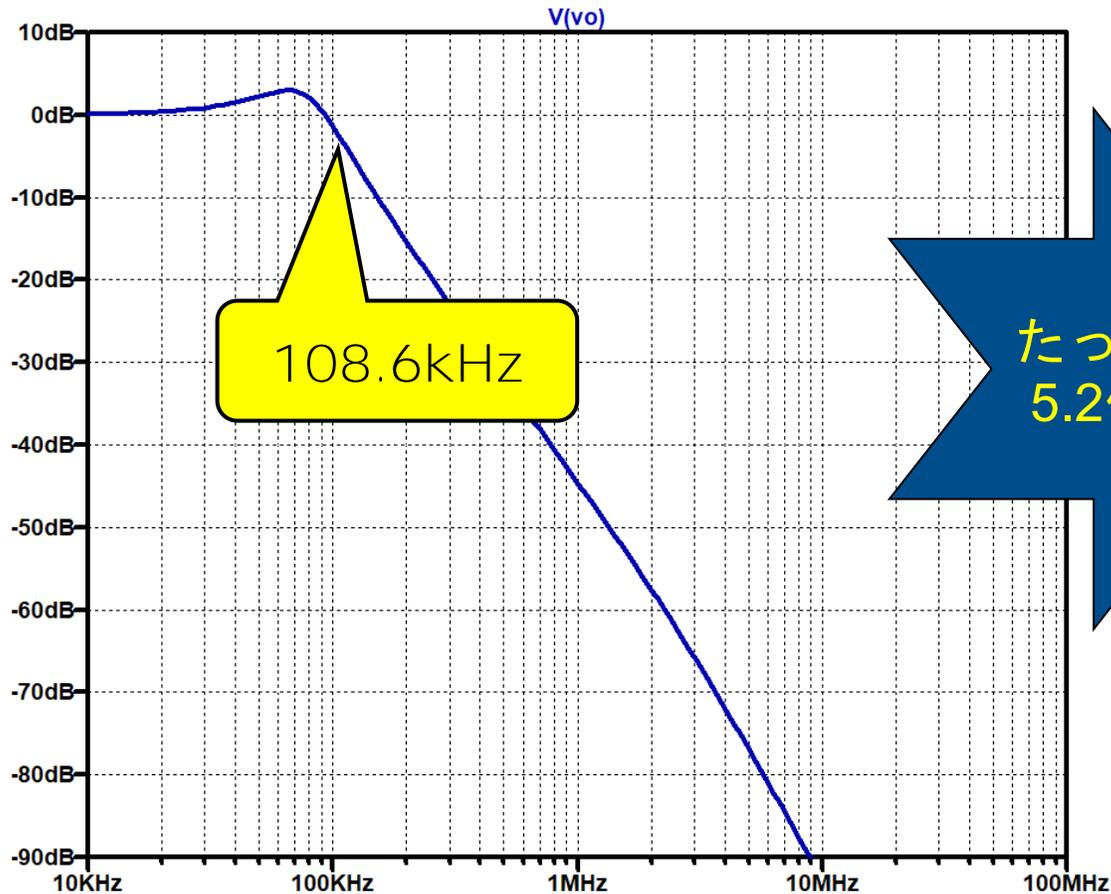


AD824 GBW = 2 MHz

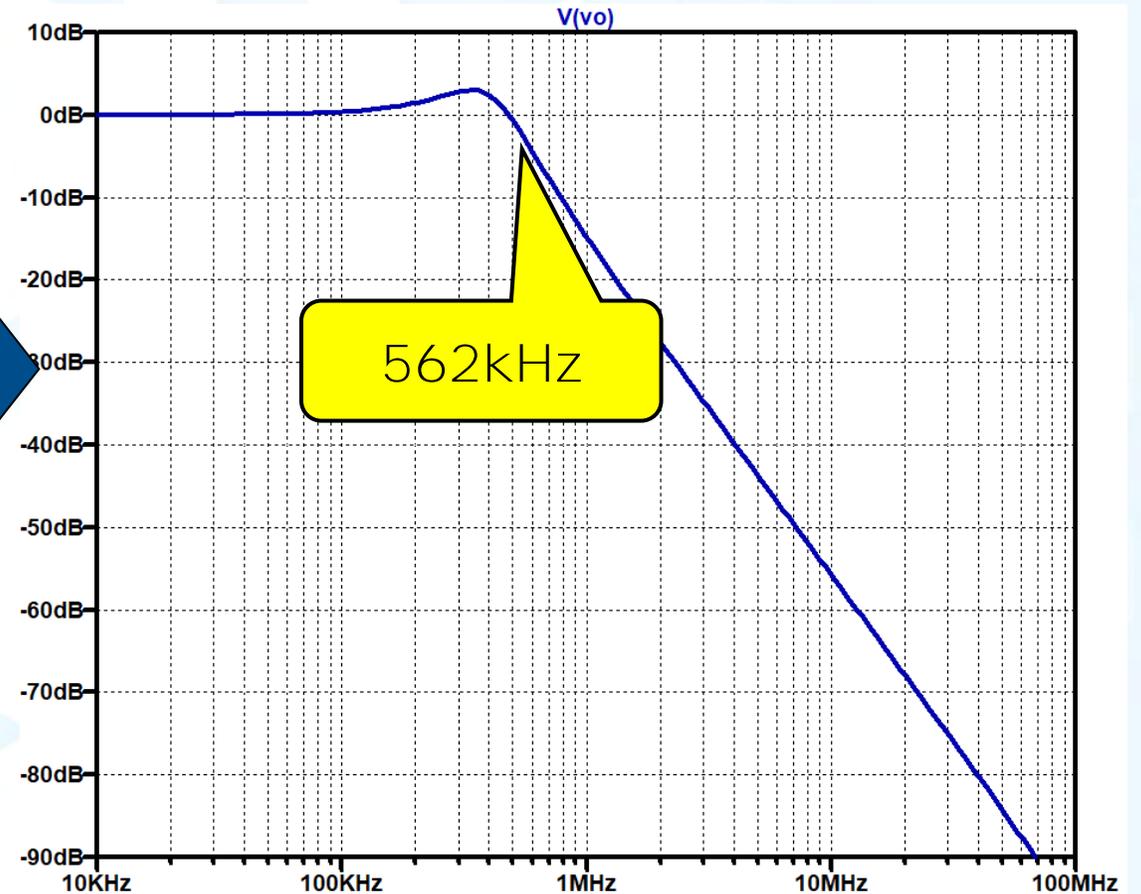
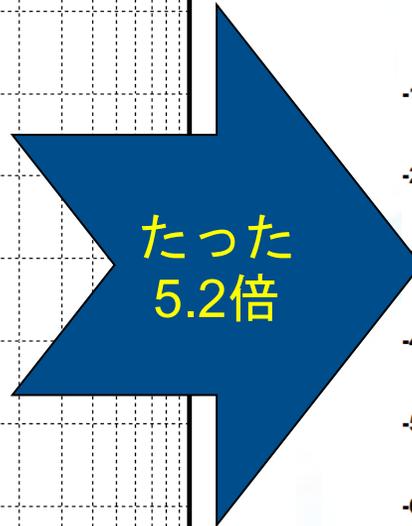


AD8066 GBW = 65 MHz

GBWの異なるアンプを用いたTIAの周波数特性



AD824 GBW = 2 MHz

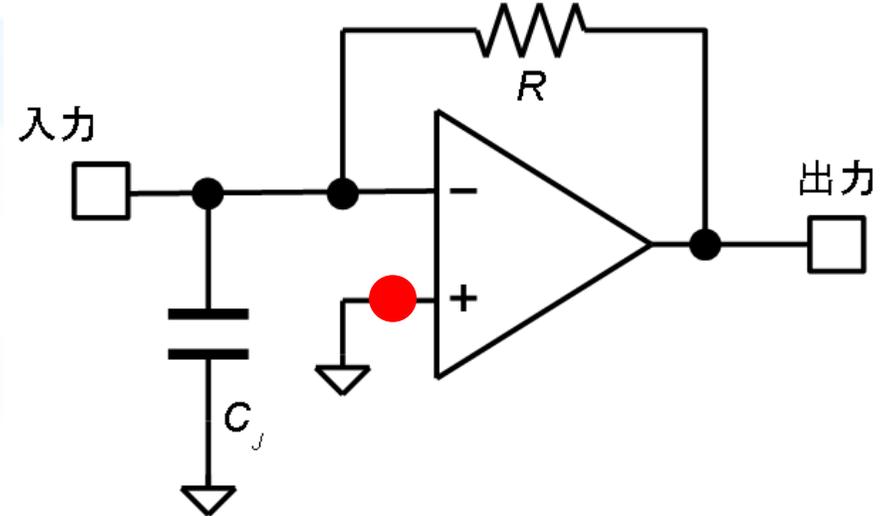
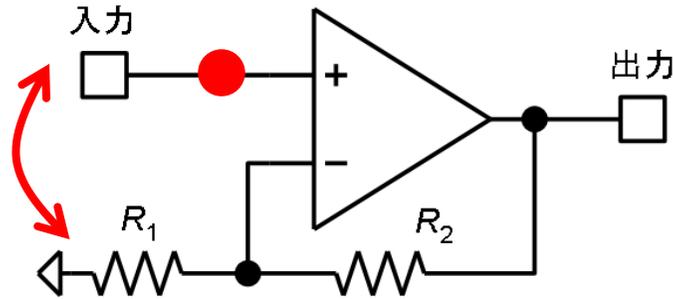


AD8066 GBW = 65 MHz

結果は比例関係ではない
これはなぜ?

出力ノイズは「ノイズ・ゲイン G_{NG} 」倍になり、それで周波数特性も決定する

- ▶ 回路を非反転アンプとして見たときのゲインと等しい
- ▶ 周波数特性もノイズ・ゲイン G_{NG} で決定する
- ▶ TIAのノイズ・ゲインは C_J の考慮が必要



$$1 + \frac{R_2}{R_1}$$

信号ゲイン

$$(V/I =)R$$

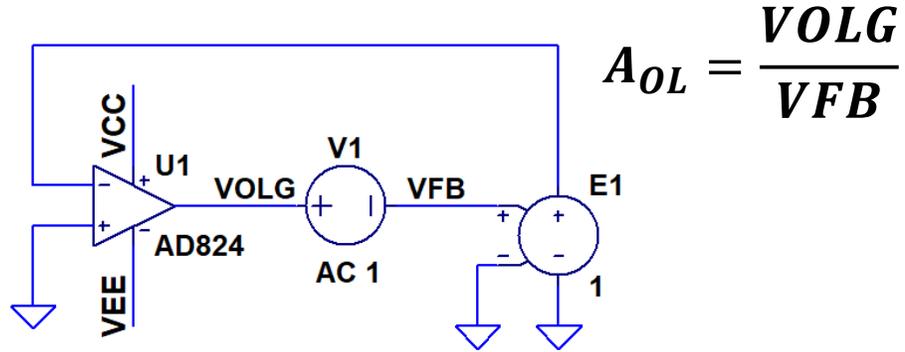
$$1 + \frac{R_2}{R_1}$$

ノイズ・ゲイン

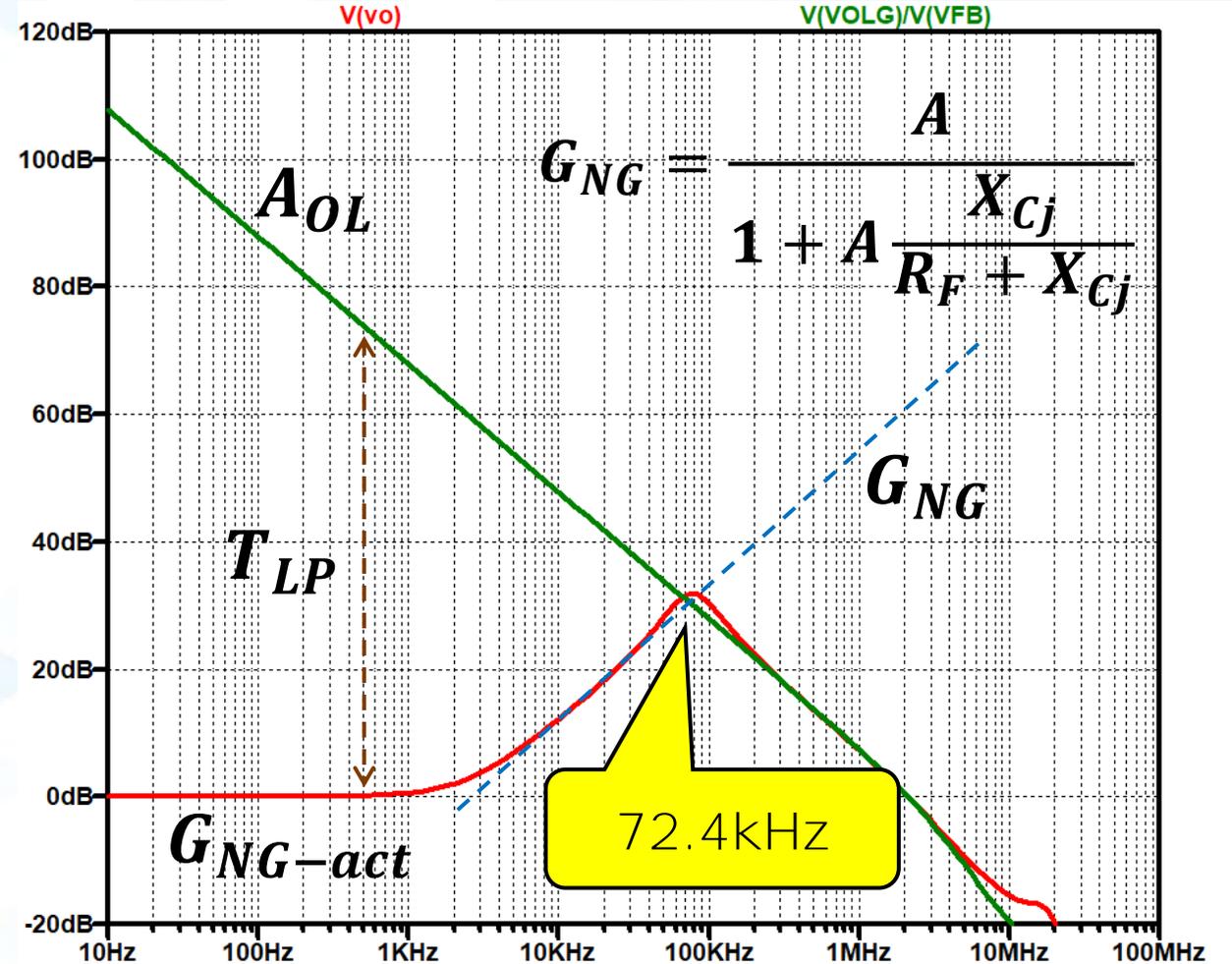
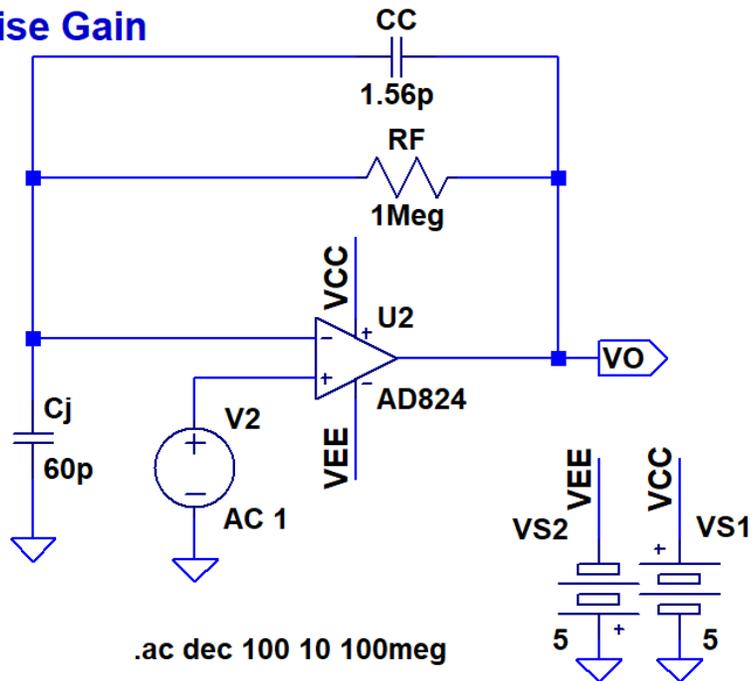
$$1 + j\omega RC_J$$

実際のノイズゲイン G_{NG-act}

Open Loop Gain



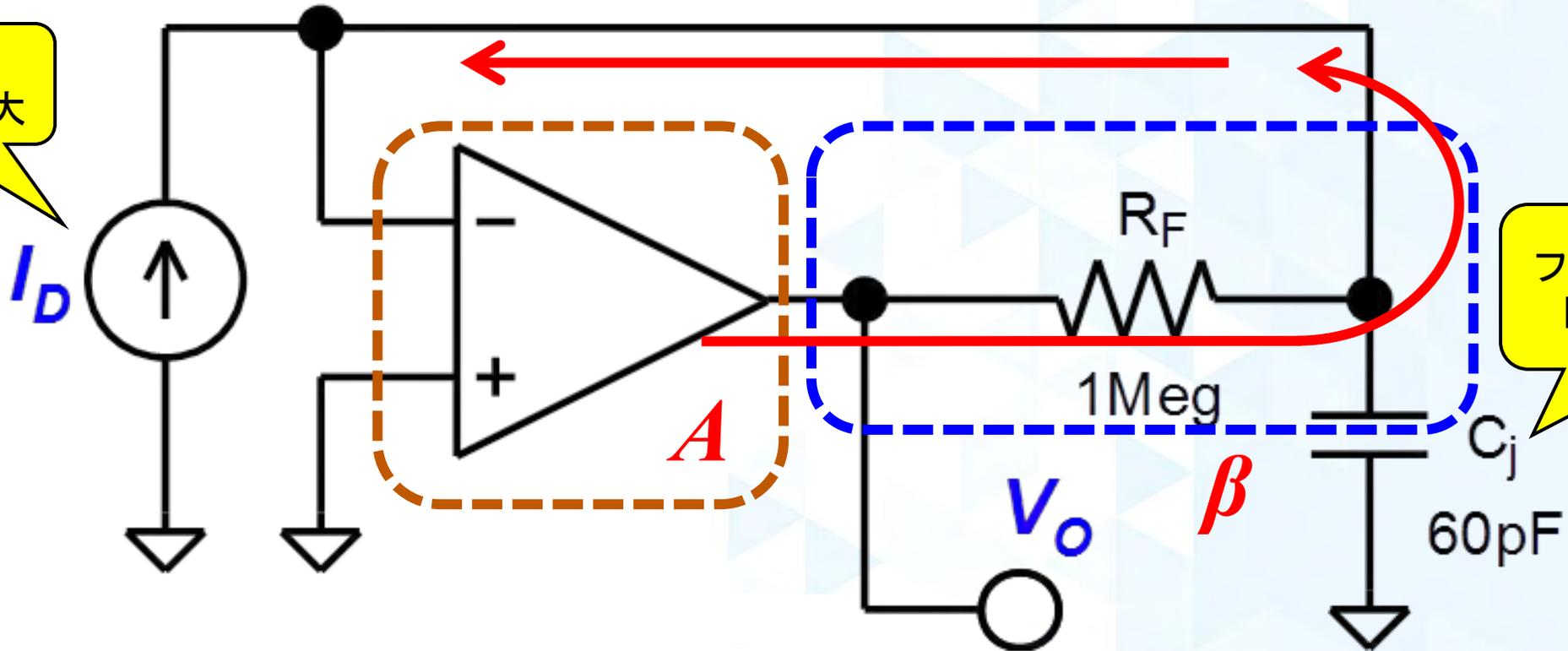
Noise Gain



ループゲイン T_{LP} の考え方

ループゲイン $T_{LP} = A\beta$
というもので考える

電流源は
抵抗は無限大



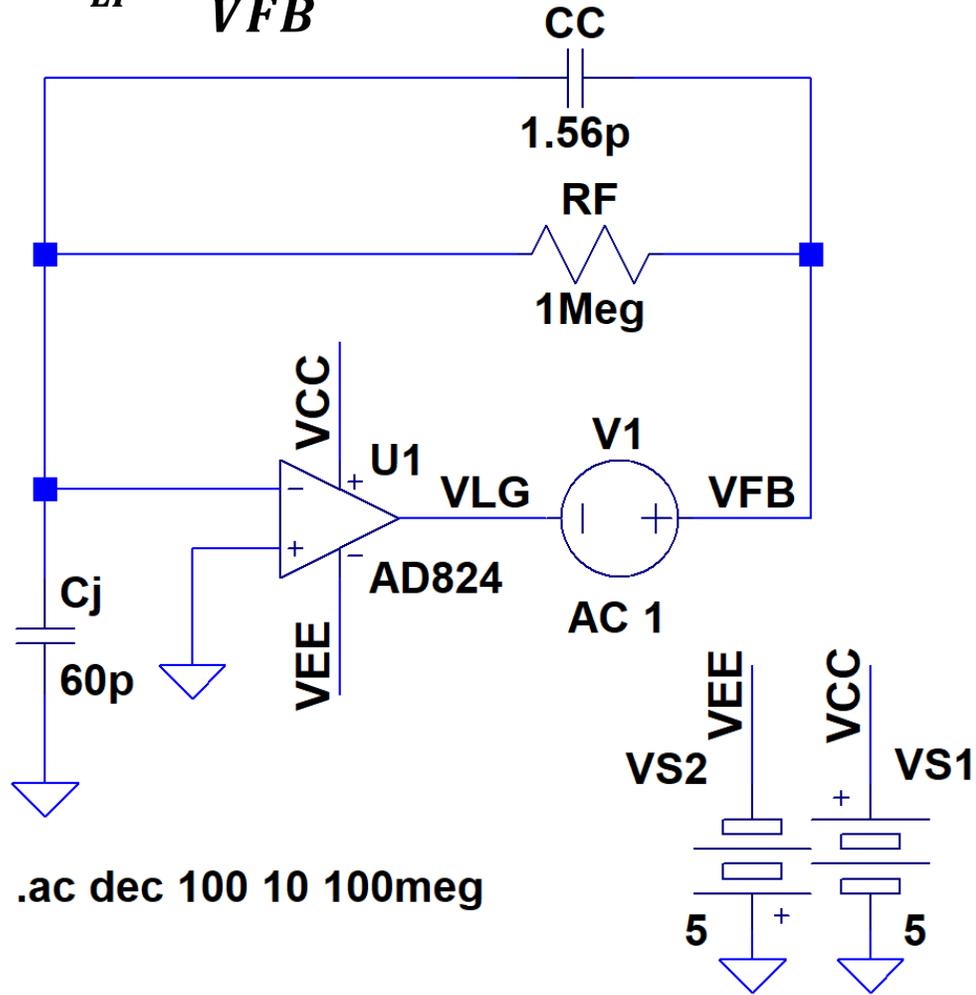
フォト・ダイオードの接合容量 C_j

OPアンプ単体の
オープンループゲイン

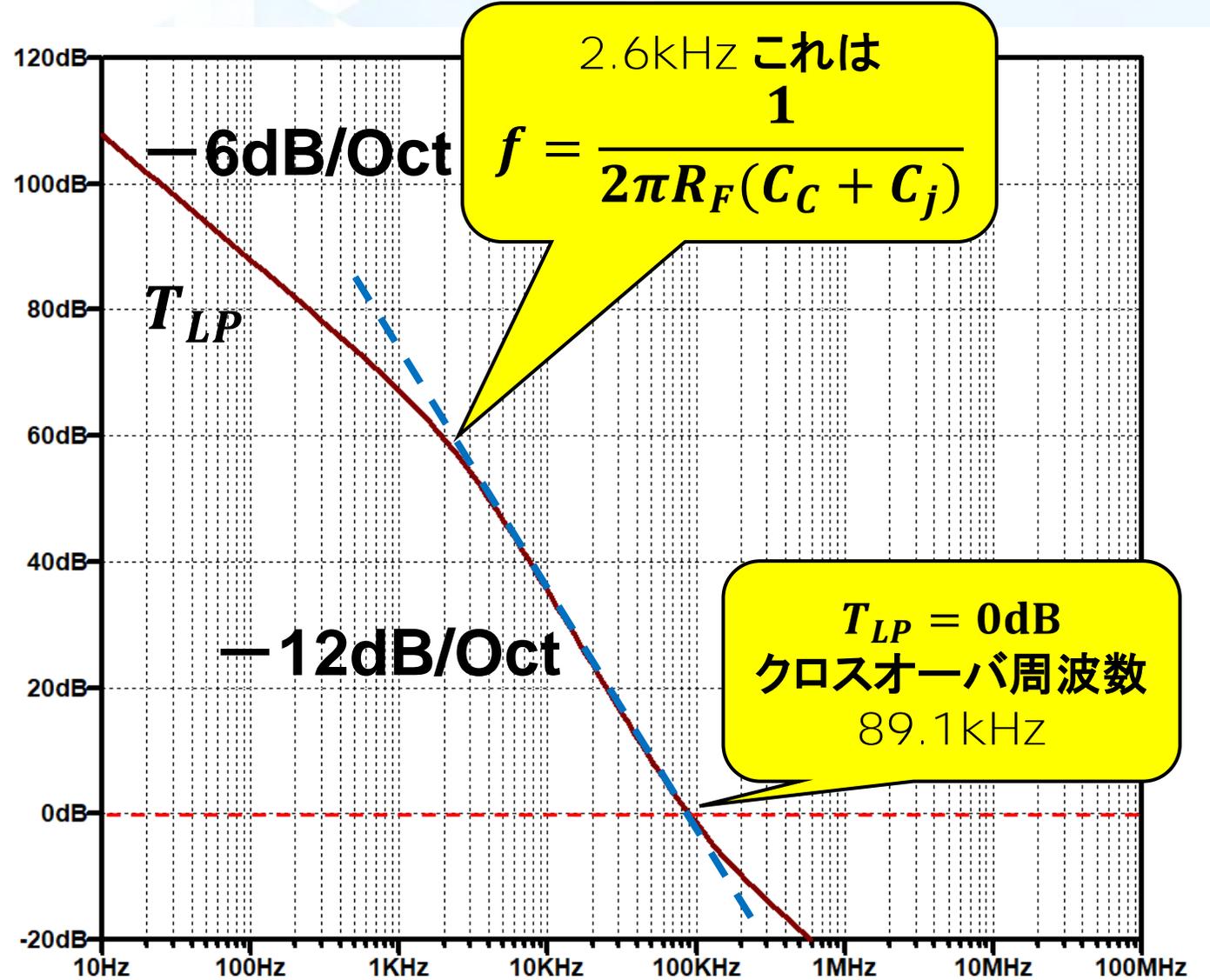
電流電圧変換抵抗と接合容量
により形成される帰還経路

実際のループゲイン T_{LP}

$$T_{LP} = \frac{VLG}{VFB}$$



.ac dec 100 10 100meg



ここまでの考察からわかること

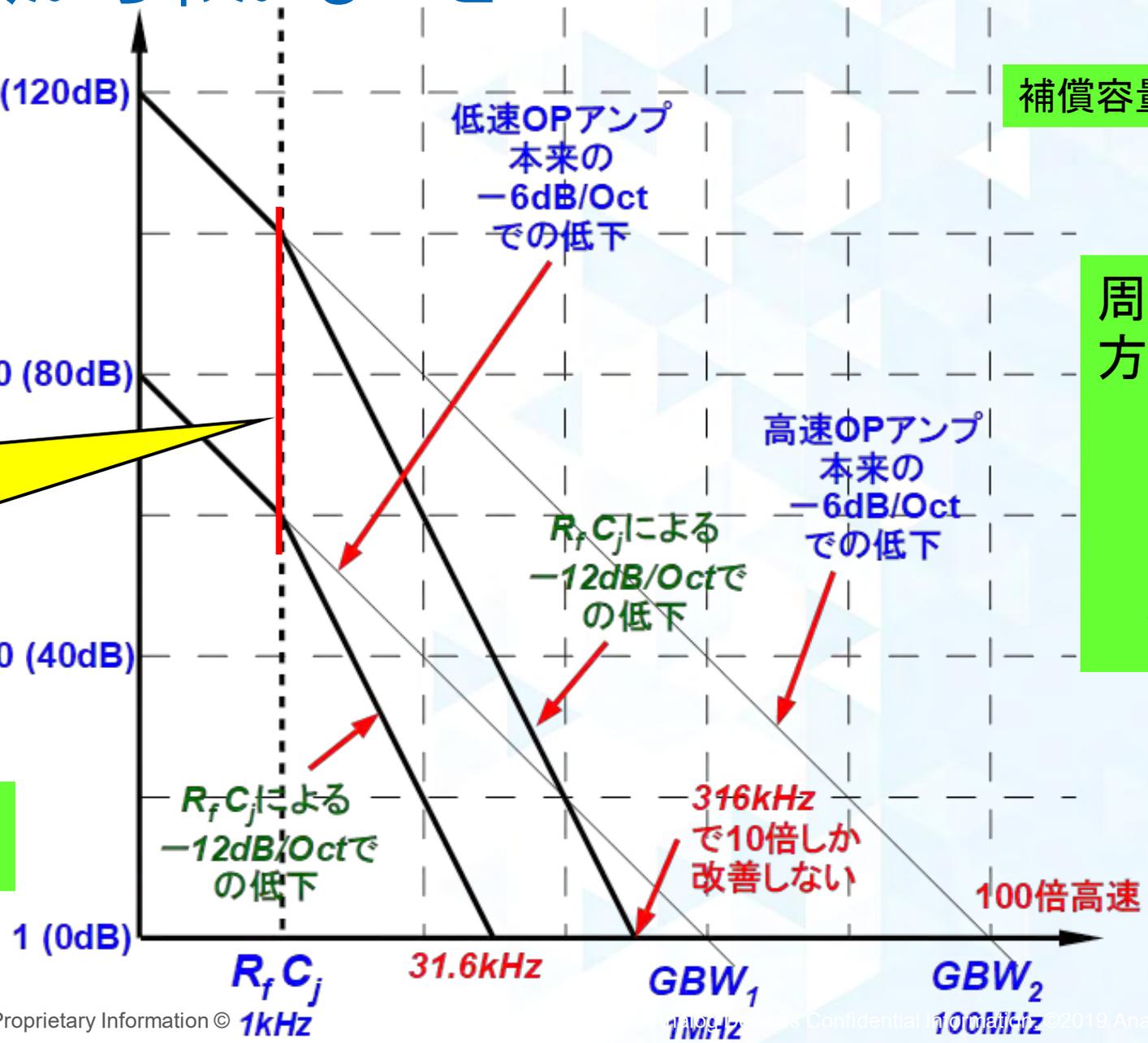
補償容量CCは無視している

周波数特性は平方根の関係だ...

$$\sqrt{\frac{GBW_2}{GBW_1}}$$

付加されたポール
 $f = \frac{1}{2\pi R_F(C_J + C_C)}$
 が周波数特性を制限する

「ポール」はRC LPFの-3dB周波数だと考えれば簡単



TIAの周波数特性をよくするには、OPアンプを高速なものに変えればいいですか？

- ▶ 周波数特性は平方根の関係です

$$\sqrt{\frac{GBW_2}{GBW_1}}$$

- ▶ 意外と周波数特性を向上させるのは難しい . . .
- ▶ 次の「周波数特性の改善方法」もご覧ください