

# オペアンプの電流供給能力

ギター用のエフェクターやアンプは「入力インピーダンス」がとても大きいです(人間の可聴周波数の範囲内でだいたい  $500\text{k}\Omega$  以上)。したがって、これらに対して信号を出力するときは、電流がほとんど流れません。しかし、PA 卓や録音機材などのライン入力は「入力抵抗」が小さく(人間の可聴周波数の範囲内で  $10\text{k}\sim$  数十  $\text{k}\Omega$ )、これらに信号を出力するときは、少し大きめの電流が流れます。一般のオペアンプで PA 卓や録音機材などのライン接続機材に十分な電流を供給できることは経験的に知っているのですが、では一体どの程度まで大丈夫なのか確認したことがありません。

そこで、実際にオペアンプに負荷抵抗を取りつけて、どの程度まで電流を流し得るか確認してみます。

確認するに当たり、図1のような回路を組みました。input には「4V の直流電圧」と「振幅 1V で周波数 5kHz の交流電圧」を合わせたものを加えました。「電圧測定ポイント」はオシロスコプの測定ポイントです。「負荷」に対して十分な電流が供給されているときは、このポイントで「振幅 1V の交流電圧」が見られるはずです。  $10\text{k}\Omega$  の抵抗は出力電圧をグラウンド・レベルにバイアスするためのもので、エフェクターには必ず付いているものです(エフェクターによってはもっと大きな値のものもあります)。「負荷」以外はエフェクターの出力部分を模しているので一応入れておきました。

対象としたオペアンプは NJU7034D<sup>iii</sup> と NJM074D<sup>iv</sup> の 2 つです。

NJU7034D はフルシング特性<sup>v</sup>を有した 4 個入り C-MOS オペアンプで、入力抵抗が極めて大きいです。

NJM074D は FET オペアンプです。こちらも 4 個入りです。こちらも入力抵抗が極めて大きいです。

両オペアンプのピン配列は同じです。

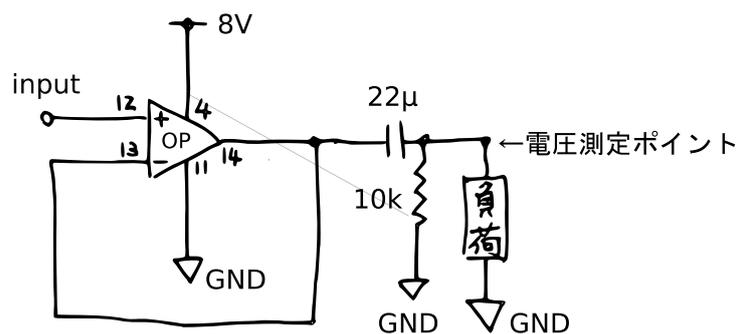


図 1: 回路図

# 1. オペアンプ NJU7034D の特性

まず、C-MOS オペアンプ NJU7034D の特性から調べてみます。

## ● 負荷 1MΩ の場合

図1の「負荷」の位置に1MΩの抵抗を入れて波形を調べてみます。1MΩといえばギター用のエフェクターやアンプの人間の可聴域での入力インピーダンスでよく見かける値ですね。図2がオシロスコープでの測定した波形です。きれいな「振幅1Vの交流電圧」が見られます。十分な電流が供給されている証拠です。「負荷」抵抗には最大で0.001mAが無事供給されていることとなります

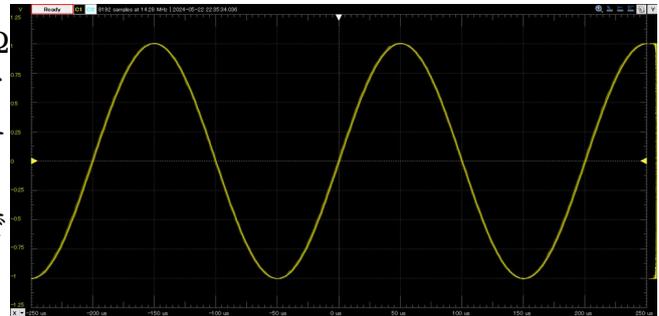


図 2: 1MΩ

( $1/1000000=0.000001A=0.001mA$ )。10kΩの抵抗にも最大で0.1mAの電流が供給されています( $1/10000=0.0001A=0.1mA$ )。トータルで最大0.101mAを供給しています。

## ● 負荷 1kΩ オームの場合

図1の「負荷」の位置に1kΩの抵抗を入れて波形を調べてみます。1kΩといえばライン機器のインピーダンスよりもずっと小さい値です。図3がオシロスコープでの測定した波形です。きれいな「振幅1Vの交流電圧」が見られます。十分な電流が供給されている証拠です。「負荷」抵抗には最大で1mAが無事供給されていることとなります

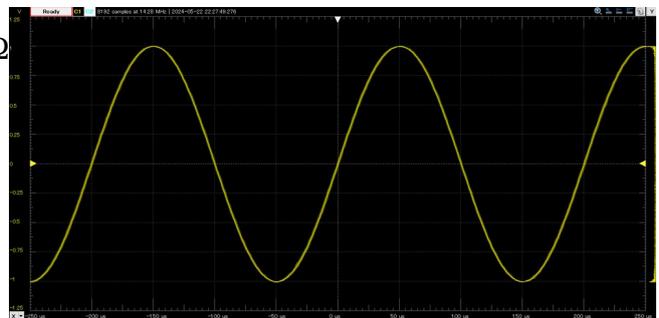


図 3: 1kΩ

( $1/1000=0.001A=1mA$ )。10kΩの抵抗にも最大で0.1mAの電流が供給されています( $1/10000=0.0001A=0.1mA$ )。トータルで最大1.1mAを供給しています。

## ● 負荷 200Ω オームの場合

図1の「負荷」の位置に200Ωの抵抗を入れて波形を調べてみます。

「負荷」抵抗値が200Ωまで小さくなることは現実にはないでしょうが試してみます。図4がオシロスコープでの測定した波形です。つぶれた「交流電圧」しか見られません。十

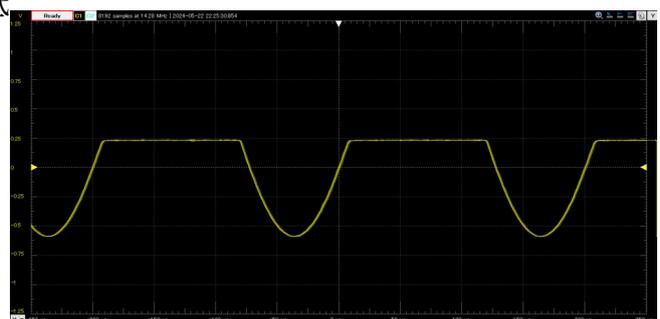


図 4: 200Ω

十分な電流が供給されていない証拠です。もしも、波形が潰れていなければ5.1mA供給できたことになるのですが、やはり無理でした。

## 2. オペアンプ NJM074D の特性

次に、FET オペアンプ NJM074D の特性を調べてみます。

### ● 負荷 1MΩ の場合

図1の「負荷」の位置に1MΩの抵抗を入れて波形を調べてみます。図5がオシロスコープでの測定した波形です。きれいな「振幅1Vの交流電圧」が見られます。先述したので省略しますが、トータルで最大0.101mAを供給しています。

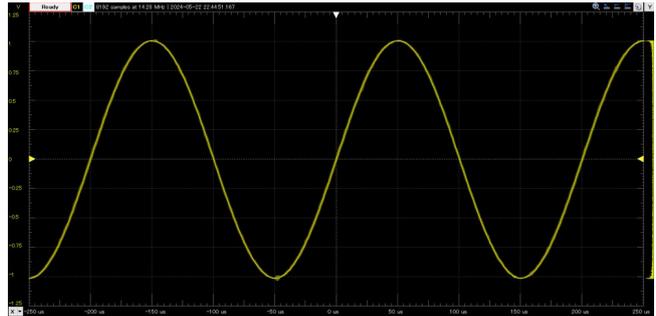


図 5: 1MΩ

### ● 負荷 1kΩ の場合

図1の「負荷」の位置に1kΩの抵抗を入れて波形を調べてみます。図6がオシロスコープでの測定した波形です。きれいな「振幅1Vの交流電圧」が見られます。先述したので省略しますが、トータルで最大1.1mAを供給しています。

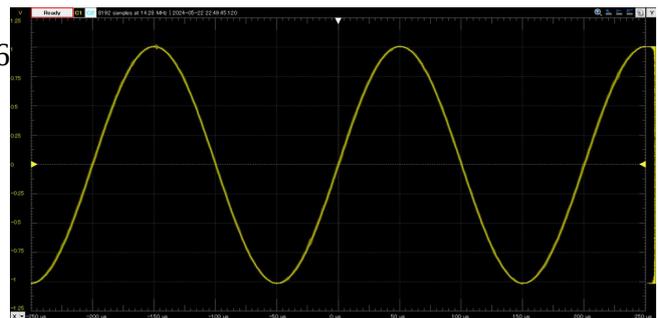


図 6: 1kΩ

### ● 負荷 200Ω オームの場合

図1の「負荷」の位置に200Ωの抵抗を入れて波形を調べてみます。図7がオシロスコープでの測定した波形です。きれいな「振幅1Vの交流電圧」が見られます。十分な電流が供給されている証拠です。「負荷」抵抗には最大で5mAが無事供給されていることになり

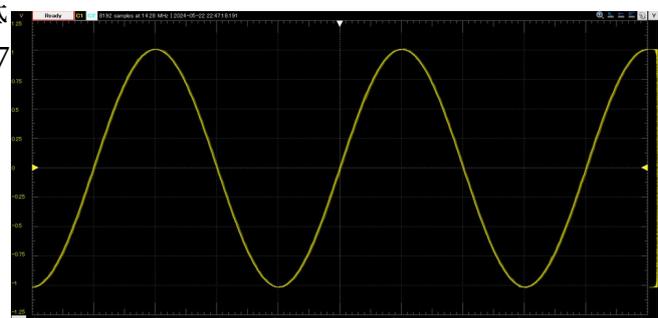


図 7: 200Ω

( $1/200=0.005\text{A}=5\text{mA}$ )。10kΩの抵抗にも最大で0.1mAの電流が供給されています( $1/10000=0.0001\text{A}=0.1\text{mA}$ )。トータルで最大5.1mAを供給しています。

まさか5mAの電流を供給できるとは思っていなかったのが驚きです。

### 3. 考察

サンプル種類もサンプル数も少な過ぎるのでオペアンプの一般論を語ることはできないですが、あくまでも今回の例のみから考察するに、1mA までを出力するのであれば問題なさそうです。それ以上はダメな場合もあるようです。

筆者は4個入オペアンプについては今回対象の NJU7034D と NJM074D しか使ってこなかったのですが、許容範囲内で使用していたことが確認できて安心しました。

by 荻窪のおっちゃん

公開日:2024年05月24日

最新更新日:2024年05月24日

[「エフェクターの設計に関する色々なこと」](#)に行く

[「ホーム」](#)に行く

- i 基本的に電圧で信号を伝えます。
- ii まれに  $5\text{k}\Omega$  に満たないものや  $100\text{k}\Omega$  を超えるものもありますが、そういったものは極端なので無視します。
- iii 日清紡マイクロデバイス株式会社製。
- iv 日清紡マイクロデバイス株式会社製。私は TL074 の代替品として使っています。
- v フルスイング特性：Rail-to-Rail 特性ともいいます。出力可能な電圧の範囲が電源電圧の範囲ギリギリにまで迫っている特性のことです。通常のアンプよりも波形が歪みにくいです。