

1: 目的

オペアンプの増幅作用及びその特徴を理解する。

2: 理論

オペアンプとは、「理想的」な増幅器である。

オペアンプは、次のような特徴を持たせた、複雑な電子回路である。

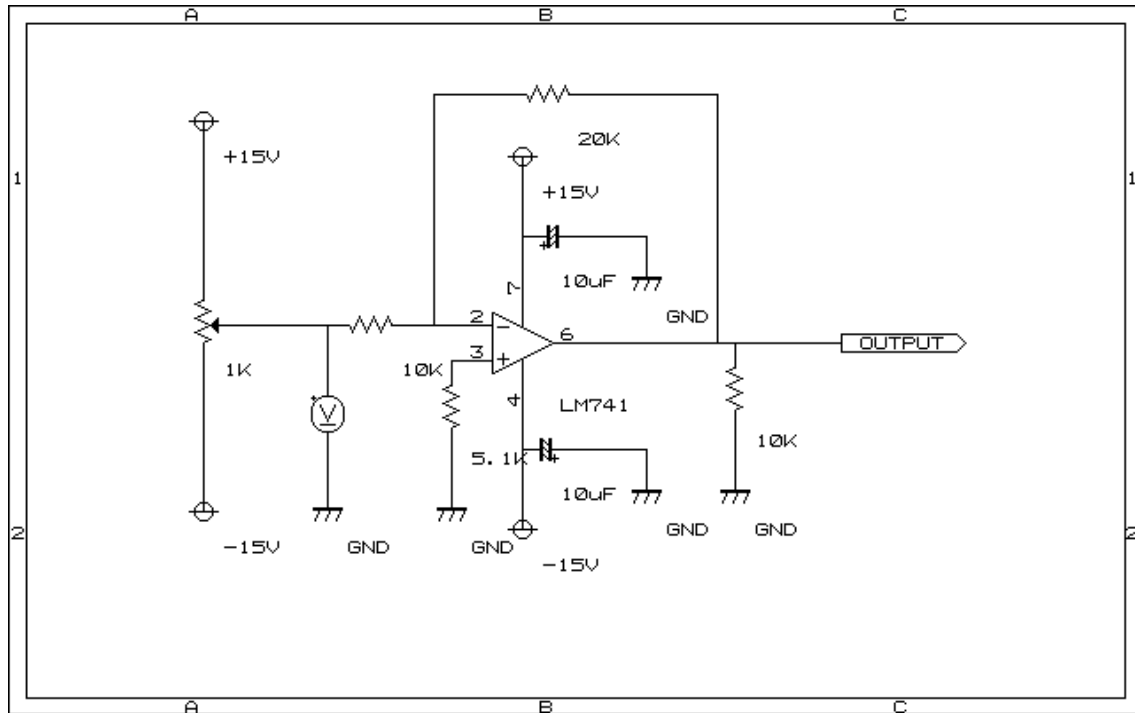
- ・増幅度が無限大
- ・帯域幅が直流から無限大までである
- ・入力インピーダンスが無限大
- ・出力インピーダンスが0
- ・雑音がない
- ・深い負帰還が安定にかかる

各種増幅回路において、トランジスタよりも簡単に回路を組むことが出来るのが大きな特徴である。

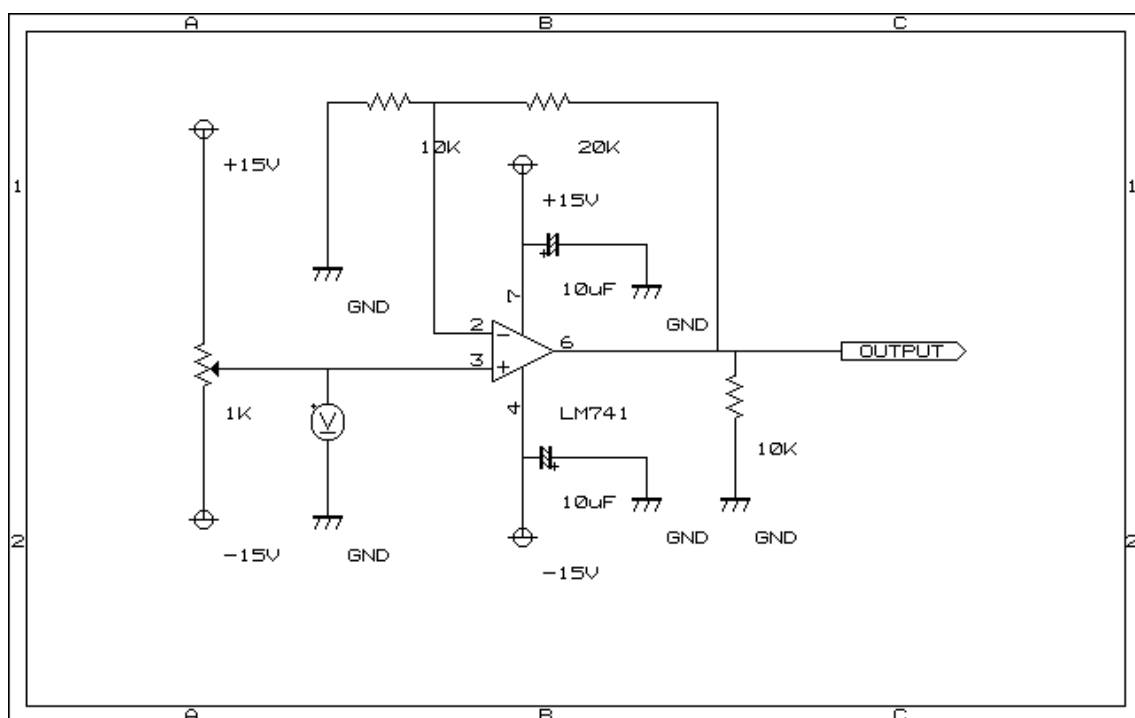
3: 実験

実験は、下記の4種／5回路について行った。
また、実験条件も下記の通りである。

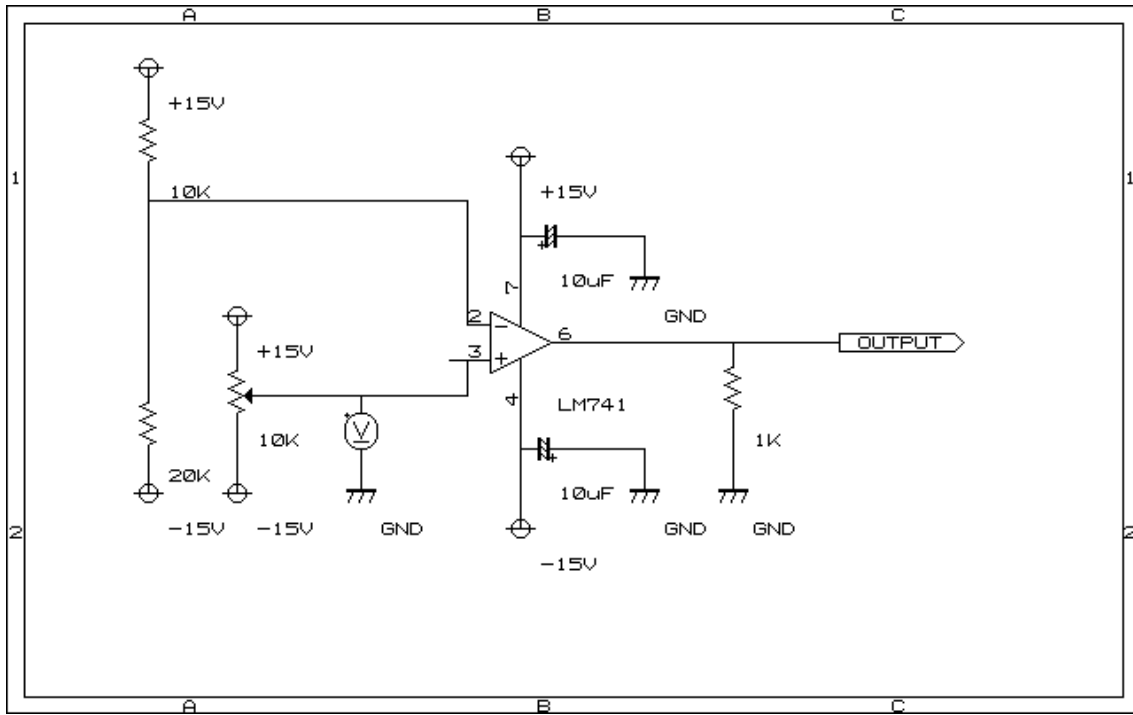
■反転増幅回路



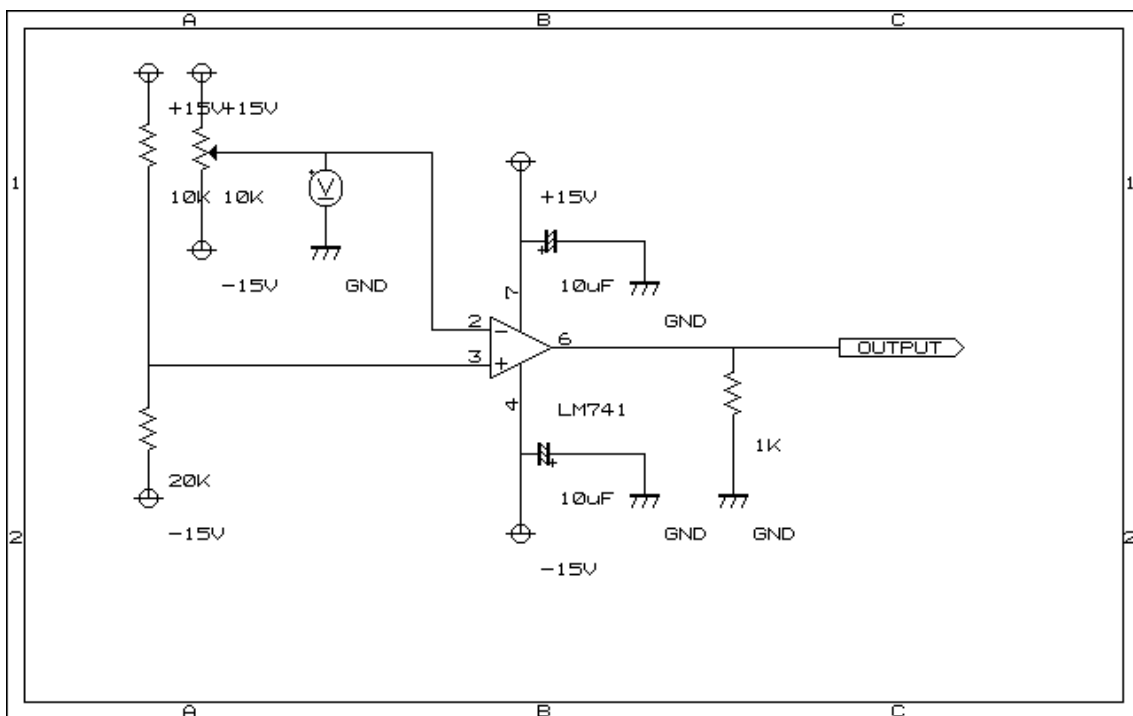
■非反転増幅回路



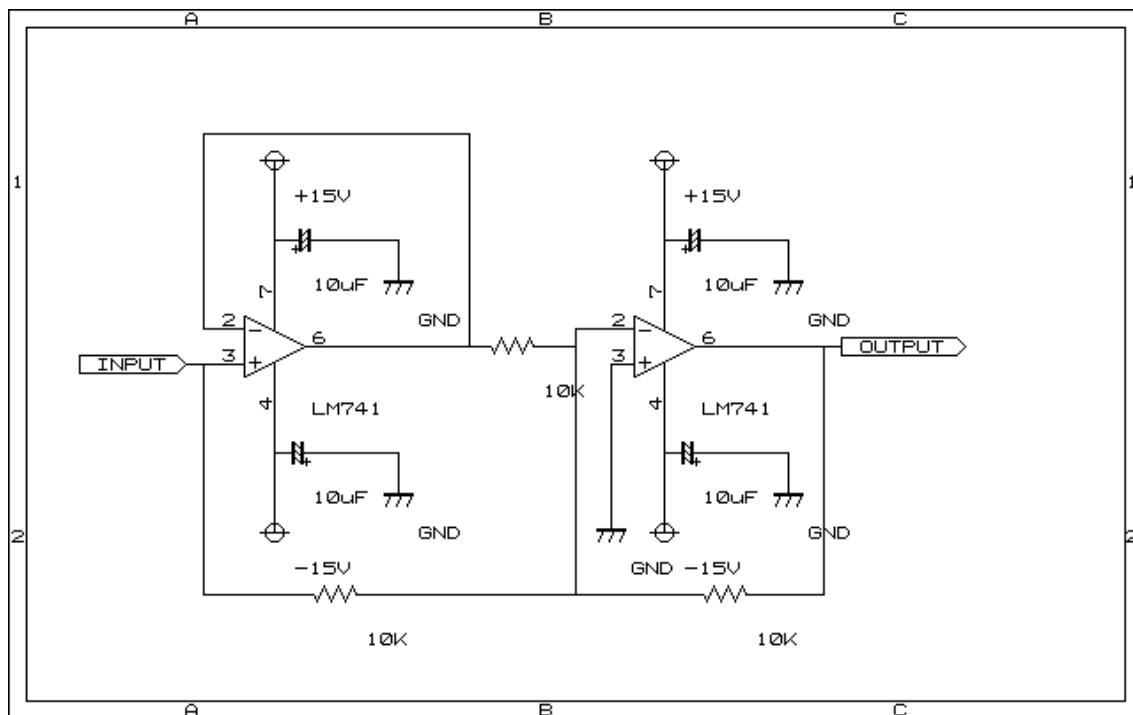
■コンパレーター(反転)



■コンパレーター(非反転)



■加算回路



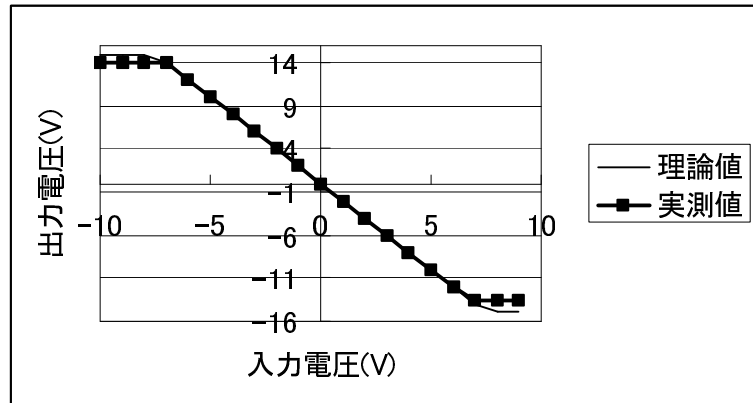
■実験条件(1999/05/12 3.4 時限 24°C 47%)

テストサーキットボックス	Dengineer	アナログ実験パーツ	#13
オシロスコープ	IWATSU	SS-7602	52598227
電圧計	SHIMADZU	TYPE MPM CLASS 0.5	2608-23
	SHIMADZU	TYPE MPM CLASS 0.5	2211-29
ファンクションジェネレータ	IWATSU	FG-330	22275666
電源	Dengineer	DSP-515	A383434

4: 実験結果

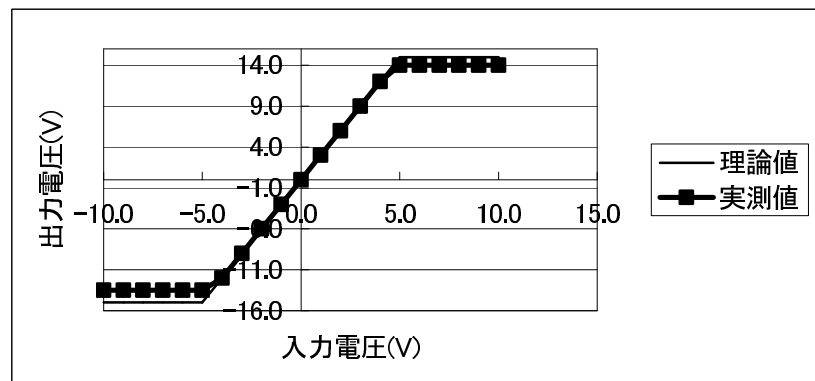
■反転増幅回路

入力電圧(V)	出力電圧(V)	
	理論値	実測値
-10	15	14.0
-9	15	14.0
-8	15	14.0
-7	14	14.0
-6	12	12.0
-5	10	10.0
-4	8	8.0
-3	6	6.0
-2	4	4.0
-1	2	2.0
0	0	0.0
1	-2	-2.0
2	-4	-4.0
3	-6	-6.0
4	-8	-8.0
5	-10	-10.0
6	-12	-12.0
7	-14	-13.5
8	-15	-13.5
9	-15	-13.5
10	-15	-13.5



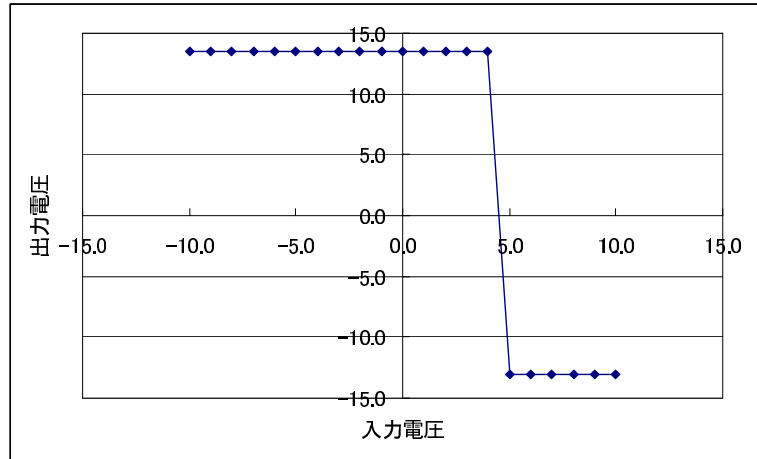
■非反転増幅回路

入力電圧(V)	出力電圧(V)	
	理論値	実測値
-10.0	-15.0	-13.5
-9.0	-15.0	-13.5
-8.0	-15.0	-13.5
-7.0	-15.0	-13.5
-6.0	-15.0	-13.5
-5.0	-15.0	-13.5
-4.0	-12.0	-12.0
-3.0	-9.0	-9.0
-2.0	-6.0	-6.0
-1.0	-3.0	-3.0
0.0	0.0	0.0
1.0	3.0	3.0
2.0	6.0	6.0
3.0	9.0	9.0
4.0	12.0	12.0
5.0	15.0	14.0
6.0	15.0	14.0
7.0	15.0	14.0
8.0	15.0	14.0
9.0	15.0	14.0
10.0	15.0	14.0



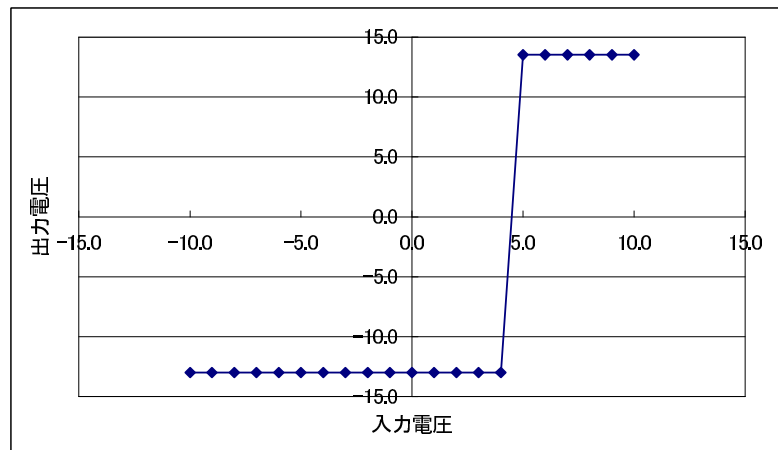
■コンパレータ(反転)

入力電圧(V)	出力電圧(V)
	実測値
-10.0	13.5
-9.0	13.5
-8.0	13.5
-7.0	13.5
-6.0	13.5
-5.0	13.5
-4.0	13.5
-3.0	13.5
-2.0	13.5
-1.0	13.5
0.0	13.5
1.0	13.5
2.0	13.5
3.0	13.5
4.0	13.5
5.0	-13.0
6.0	-13.0
7.0	-13.0
8.0	-13.0
9.0	-13.0
10.0	-13.0

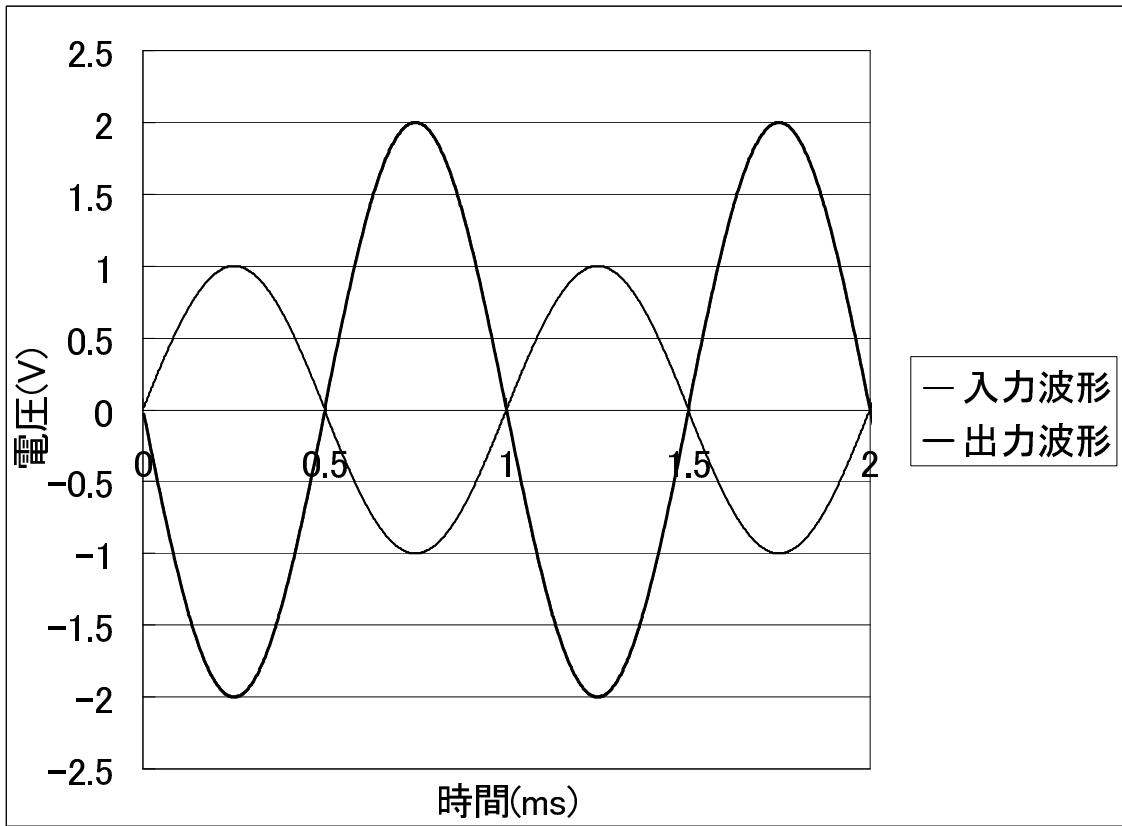


■コンパレータ(非反転)

入力電圧(V)	出力電圧(V)
	実測値
-10.0	-13.0
-9.0	-13.0
-8.0	-13.0
-7.0	-13.0
-6.0	-13.0
-5.0	-13.0
-4.0	-13.0
-3.0	-13.0
-2.0	-13.0
-1.0	-13.0
0.0	-13.0
1.0	-13.0
2.0	-13.0
3.0	-13.0
4.0	-13.0
5.0	13.5
6.0	13.5
7.0	13.5
8.0	13.5
9.0	13.5
10.0	13.5



■加算回路



5: 考察

オペアンプの理論値は、オペアンプの電流増幅度を求めて演算する。

オペアンプの電流増幅度は、下記の式から導き出すことができる。

$$A = \frac{e_o}{e_i}$$

この式で e_i は入力電圧、 e_o は出力電圧である。

各回路における、 e_i 、 e_o の演算は、下記の様に求められる。

	反転増幅回路	非反転増幅回路
e_i	$R_s \times i$	R_s
e_o	$R_f \times i$	$R_s + R_f$

今回の実験では、入力側に限られた電圧 ($\pm 15V$) しか与えなかったため、一定値以上は頭打ちになっている。

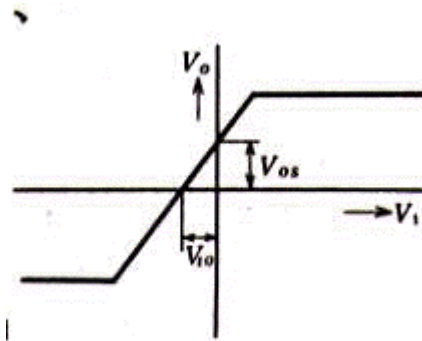
しかし、その「頭打ち」の値が、理論値よりも低い。

これはどういうことだろうか？

私は、この降下は温度変化等により、単純な電圧降下がどこかで発生したのではないかと見ている。

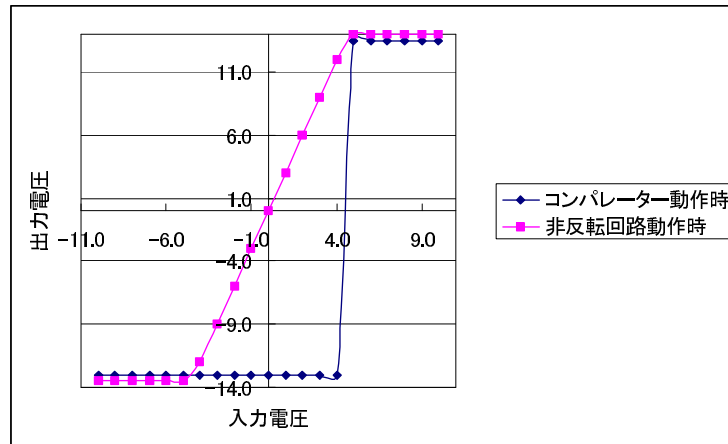
オペアンプの温度変化による影響は、出力電圧が $0[V]$ となる入力電圧の位置が原点からずれる、等があげられる。

この現象を「オフセット」と呼び、また、この入力信号のずれを「入力オフセット電圧」と呼ぶ。

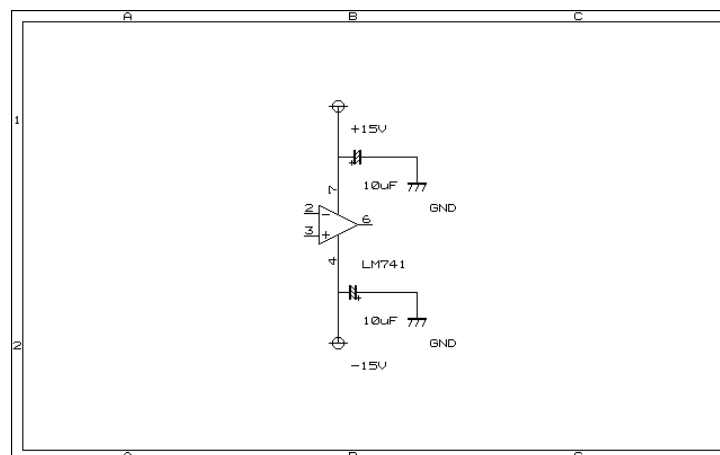


しかしながら、今回の実験ではこのような現象は確認できず、非常に面白くない結果となってしまった。

コンパレータは回路をフィードバックさせていないため、極めて離散的な値となる。
 だが、コンパレータ動作時と非反転／反転回路動作時のオペアンプの出力電圧が異なる事にも疑問を覚えた。

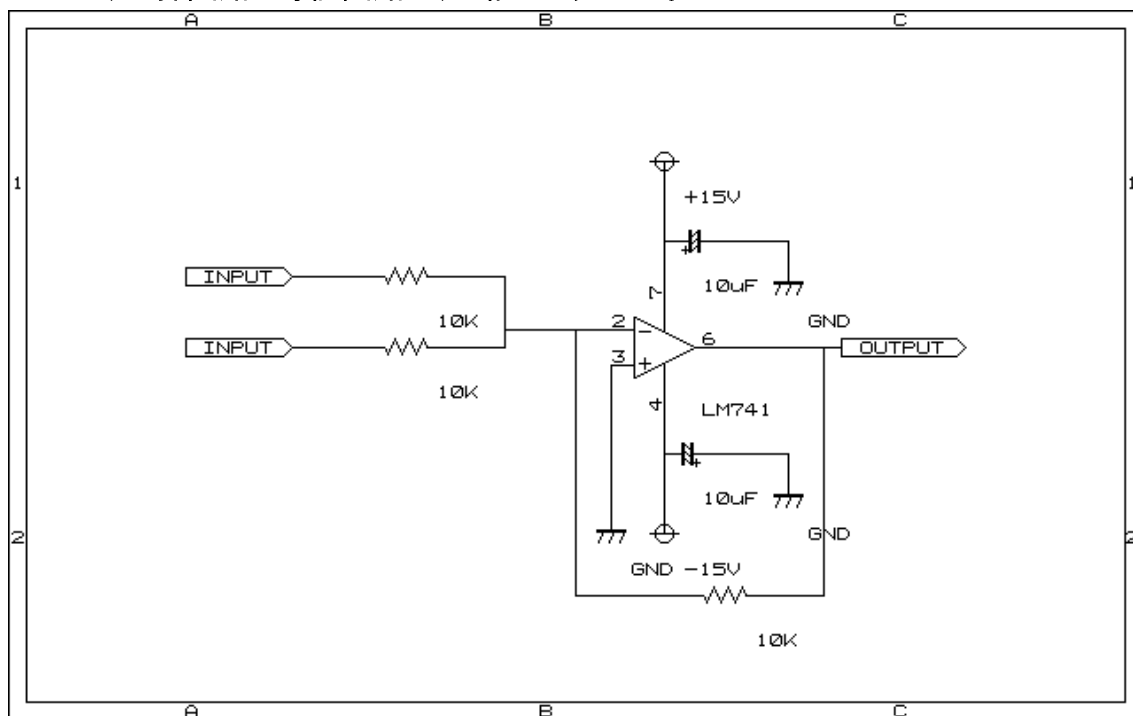


本来ならば、下記のオペアンプ増幅回路部分と同じ筈なので、差は無いはずである。
 何故差が出るのだろうか？



私は原因が「半固定抵抗」にあるのではないかと
 思う。
 また、温度変化によるものである可能性もある。
 また、回路に取りつけた電圧計等の影響も考えられる。

加算回路は、左側の LM741 がバッファ、つまり同じ信号を生成するようになっている。
そこで、加算回路の等価回路は、下記のようなになる。



よって加算回路は正常に加算できる、ということになる。

