

5 さらに S/N 比の改善を目指して

さらに S/N 比を改善するにはどのような方策が考えられるか、後にこの実験を行う方の為にもここで考察しておきたい。最終段階に置いて、回路は共振する状態となっている可能性があり、既にフィルタのバンド幅を狭めることで S/N 比は改善しない状態となっていた(4 章参照のこと)。

今回はそこでちょうど実験の時間がなくなったが、もしもその後幾ばくかの時間があり、さらに S/N 比の改善が求められた場合にはフィルタを追加するのではなく、巨大なノイズの原因を突き止めることが急務となってくる。そこで、この章ではさしあたり共振の要因を減らすべく回路を組む素子の数を減らす事を考えることにする。その事は、ノイズの発生源自体が減ることや回路の製作費用・労力の節減、不具合の防止等に置いて有益かつ重要なことでもある。

また、最終的に組みあがった回路は、増幅率が時間によって変動したり、フィルタ部分に信号を入れなくとも時に出力が観察される等不安定な部分も見られた。基板上をすっきりさせ、回路をシンプルにすることでこれらの挙動が改善されないか、との期待もある。

最終的に回路のフィルタ部分に用いられている素子の数は右表のようになっていた。

素子の種類	素子の数
抵抗	22
コンデンサ	16
オペアンプ	7
合計	45

表 5.1 完成版フィルタの素子の数

まずは反転増幅器を外すことから始める。本編で触れたとおり、今回のようにシグナル強度の調節が可能で、センサの性能が S/N 比で代用される状況においては反転増幅回路の付加に意味があるとはい言難く、(S/N 比をかえって悪化させる結果となっていたことを考えても、) 外す事に躊躇はない。

次に、複数の素子を直列あるいは並列につないで値を得ている部分を、ひとつの素子に置換することを考える。(各素子の配置上この操作を IC の位置を変えずに行えるため、比較的容易といえる。) LPF においては $1.03\text{ M}\Omega$ を作るべく $1\text{ M}\Omega$ の抵抗と $30\text{ k}\Omega$ の抵抗を直列接続していたが、 $1\text{ M}\Omega$ に対して $30\text{ k}\Omega$ は誤差 5% の範囲内にあるため、スクリーニングによって $1.03\text{ M}\Omega$ のもののひとつに置換することは努力次第で可能である。一方、HPF に関しては 47 nF の抵抗を並列接続することで 94 nF を作っていたが、この 94 nF という値をひとつの素子で得ることは困難である。(web でいくつか販売店を調べてみたが、 $10,22,33,47,68\times 10^x$ といった値のものが主流だった。) 100 nF のコンデンサの誤差を頼りにスクリーニングするという方法も無いわけではないが、おそらく Q 値を固定してコンデンサの値を変更し、 $R_1 = 0.53\text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 3.0\text{ M}\Omega$ 、 $C_1 = C_2 = 47\text{ nF}$ といった具合に素子を選びなおしたほうが得策と思われる (実験を再度行う事となるが…)。

この二つのプロセスで、素子の数は表のようになる。本編のものから比べて 2/3 に減らすことができることが分かる。

素子の種類	素子の数
抵抗	12
コンデンサ	12
オペアンプ	6
合計	30

表 5.2 改善版フィルタの素子数の試算

このことが具体的に S/N 比の改善にどのような影響を与えるかはやってみなければ分からない。それでも 4-9 節と同様のノイズが確認された場合には他に様々な改善が考えられるものの、既存の回路とデータを使用する事を考えるのであれば、基板上での信号線の交差が少なくなるように手順①→⑥→⑤→④→②の順にフィルタを接続する…といったあたりが限度であるかと思ふ

そういう意味ではこの回路ではこの先の飛躍的な性能改善は見込めず、

これ以上の成果を得たいと考えるならば、抜本的な回路の改造が必要となってくる。そうした時には、今度は 2 次型フィルタでは無くロックインアンプ等他の方法に活路を見出す方が得策ではないかと自分は思う。

今後この実験を行う方々の奮闘に期待したい。