

2.7 ノイズのチェックと対策

Noise check and reduction

発生するノイズの概要

気象観測のように各種センサを用いた計測を行う場合、測定値がノイズの影響を受けることがある。特に乱流系観測では、サンプリング速度が数 Hz ~ 数十 Hz と比較的速いことと、一般の気象観測よりも高い分解能の測定値を必要とすることから、ノイズの影響を受けやすい。影響するノイズの種類は、

- 1) 信号線に乗る電氣的ノイズ
- 2) 空間を伝わる電磁波のノイズ
- 3) 電源ライン (AC ライン) から伝わるノイズ

の3種類に分類することができる。

信号線に乗るノイズは、センサの絶縁抵抗やシールド不足が原因となって発生する場合と信号線が電力線、ポンプ、モータ、電磁波などの影響を受けて発生する場合がある。電磁波によるノイズは、観測システムのモニタやデータ転送のために導入する携帯電話や無線 LAN などのワイヤレス機器が原因となる場合があるので注意する必要がある。電源ラインに関係するノイズには、瞬停 (1 サイクルなどの短時間だけ電圧がゼロになる)、高調波電流 (本来の AC 波形が高周波で歪む)、電圧低下 (容量不足・配電盤から遠い)、フリッカ (電源電圧が低周波で振動) などがある。特に遠隔地や電源の不安定な地域での観測では、供給された電源の状態に注意を払う必要がある。

ノイズのチェック

各メーカーから提供されている乱流系観測機器は十分なノイズ対策が施されているので、通常ノイズに悩まされることは少なくなっている。しかし、観測を開始する時や機器を入れ替えた時などは、データに異常がないか注意する必要がある。

最も基本的なデータチェックは測定機器を全て接続した状態で、生の測定値をグラフ化してチェックすることである。測定値にスパイク状の値、バイアスされた値、電源周波数に関するリップルなどが含まれていれば、通常の乱流観測の測定周波数 (10Hz 程度) のデータでも異常値に気づくことができる。データ信号をオシロスコープやスペクトルアナライザなどの計測器でモニタすれば、より詳細にデータをチェックしてノイズの有無を確認できる。ノイズが確認された場合は原因を突き止める必要があるが、決まった方法は無い。信号線の着脱、電源系統の変更、ポンプなどの電力機器の停止など、様々な可能性を試すことにより原因を突き止めるしかない。

電源が原因となるノイズと測定機器の不安定化は発生しやすいので、準備した AC 電源の状態をチェックしておく必要がある。テストを用いれば電源電圧は容易に確認できる。さらにオシロスコープを使えば上記の様々な電源ノイズを確認できる。

ノイズ対策

(1) 信号線の対策

センサの絶縁抵抗やシールド不足が原因となりノイズが発生している場合は、信頼性のある他のセンサに変更することをお勧めする。信号線からノイズが入ってくる場合は、原因となる機器（電力系機器や無線 LAN など）からできるだけ離す、信号線の余りの部分をループ上にしない、ツイストペアケーブルやシールドケーブルを使用する、信号線を電力線からはなす、信号線を金属箔で覆うか金属管を通す、などの対策が考えられる。

また、乱流観測では 10Hz 程度のサンプル周波数が用いられるため、電源周波数（50Hz や 60Hz）以上の高周波成分は不要成分となるため、Photo 2.7-1 のように信号線にローパスフィルタ（25Hz 程度）を挿入することも有効である。



Photo 2.7-1 信号線用ローパスフィルタ。

(2) 電磁波の対策

携帯電話、無線 LAN、CPU などが発生源になる場合がある。これらの機器と計測用機器をできるだけはなすとともに、金属ケースや導電性素材を用いて機器にシールド（遮蔽）を行う。

(3) 電源対策

電源回路に Photo 2.7-2 のようなノイズカットトランスや耐雷トランスを入れることが、外部からの高周波ノイズやサージに対して有効である。また、瞬停や電圧変動対策としては Photo 2.7-3 のような無停電電源装置（UPS）を電源回路に入れることでトラブルを回避できる。一方、様々な計測センサへの DC 電源供給のために使用されるスイッチング電源はノイズの発生源となる場合もあるので注意が必要がある。



Photo 2.7-2 電源用ノイズカットトランス。



Photo 2.7-3 無停電電源装置。

ノイズの問題は対策を施そうとしても、一体どこをどのように対策してよいか非常に難しい問題となる場合が多くある。ノイズに強い観測システムの設計のためには以下の点に注意すべきである。

- 1) 計測器の電源には、電力機器用の電源とは別系統の電源を用いる。ノイズカットトランスなどを用いて分離することが有効である。
- 2) トランスやフィルタを使用した時は、1次側と2次側のラインは接近しないように分離して配線する。
- 3) 電力ラインと信号ラインをなるべく離す。やむを得ず交叉する場合は直交させる。観測小屋や観測タワーの配線では違う取り入れ口や鉛直パイプを使い、両者の配線位置を明確に分離する。
- 4) 信号線はできるだけ短くし、余りの部分をループ状にしない。
- 5) 測器やデータロガー、信号線などを、ノイズを発生していると思われる機器からなるべく離す。
- 6) アースの取り方には充分注意する。計測器同士のアースをつないで、しっかりしたアース端子に接続する。

Tips!

乱流系観測機器の多くがデジタル出力を持つようになってきている。デジタル出力の方がアナログ出力に比べてノイズに強い場合も多く、使用するデータロガーとの組み合わせが可能であれば利用すべきである。

Tips 2.7-1