

第3章

信号に世界時スタンプを付けてパソコンに転送！ 10分の高速周波数ロック！

プレートや電離層の異常箇所を発見！

GPS & OCXO 搭載！ USB-FPGA アナログ計測ボードの製作

森榮 真一 Shinichi Morisaka

イントロダクション

1

2

3

4

製作の動機

● 雷の音から位置を推定する…腕時計でも OK!

ガラガラガラガア…ピシャーン！ A君は、数十分前まで遠くで鳴っていた雷様がいつのまにか近づいてきていて「どうもその辺にいるらしい…自分の家に落ちたらどうなっちゃうんだろう」と怖がっています。

A君は、図1に示すように、時報などで時刻合わせをした時計を2個用意しB君にそのうちの一つをもってもらい雷鳴を聞いた時刻を連絡してもらうことにしました。A君とB君の時計のずれは1秒以内です。A君は、自分が雷の音を聞いた時刻とB君から音を聞いたと連絡を受けた時刻を記録しました。

すると、A君とB君の観測点での雷の音を聞いた時刻の差は4秒でした。この情報から、A君は次の計算をして、**距離差が1360 mの双曲線(A君とB君の位置が焦点)のどこかに雷様がいるはず**、とA君は推定できました。

$$\begin{aligned} & \text{時刻差 } 4 \text{ 秒} \times \text{音速 } (340 \text{ m/s}) \\ & = \text{Bから雷までの距離 } (L_2) - \text{Aから雷までの距離 } (L_1) \\ & = 1360 \text{ m} \end{aligned}$$

A君とB君の観測点では、1秒以内の誤差の時計をもっているのです。雷様の測位精度は340 mですが、C君やD君にも手伝ってもらって、観測点を3箇所、4箇所と増やしていくと、もっと正確に雷様の位置を特定できます。時計の時刻精度を上げると位置の推定精度は上がります。

● 雷の光や電撃パルスから位置を推定する…時刻精度が重要

図1の方法は、雷の音で位置を推定するものでした。雷の位置が音より速く移動したら、場所を推定する前に雷にやられるかもしれません。それに、誤差が

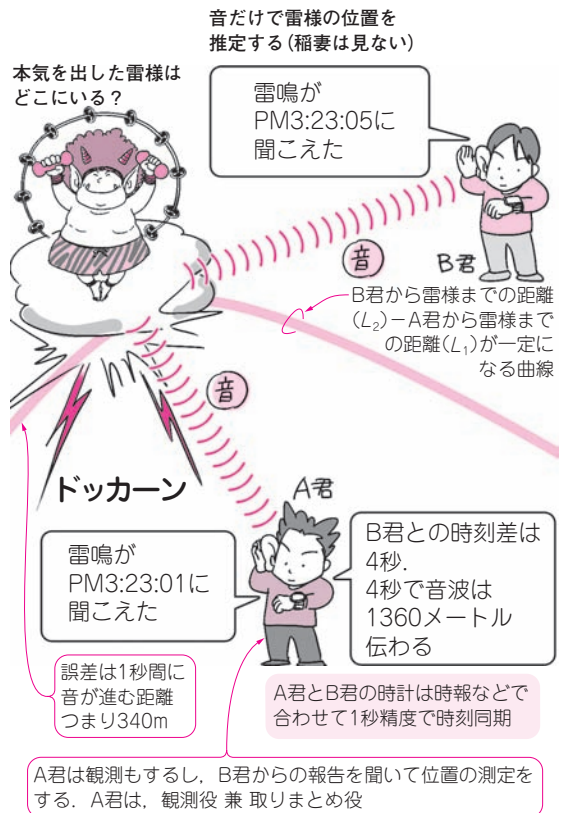


図1 同期して動く時計が2個あれば雷の音から発生位置を推定できる(誤差は340 m)

340 mもあるのでは信頼性に欠けます。

では、雷がピカッと光った場所を推定するにはどうしたらよいのでしょうか？音が伝わる速度は340 m/sですが、光は30万 km/sと超高速ですから、もっと誤差の小さい測定システムが必要です。

A君が計算してみたところ、雷光が出た時刻と計測時刻のずれが約1 μ s以下のクロックで動作するアナログ計測装置が必要になりました(図2)。これさえあれば図1と同じ方法で雷光の場所を推定できます。