

DTCXO 搭載 RTC モジュール時計精度の長期フィールド評価結果 OUT-23-1456

【概要】

当社は、デジタル温度補償水晶発振器(DTCXO*)を内蔵した RTC モジュール及び 32.768 kHz 発振器をラインアップしております。この資料では 32.768 kHz DTCXO 搭載 RTC モジュール(以下 DTCXO-RTC)を、気温変動が大きい車室内に設置して 2 年半に及び長期間の時刻ズレをモニターした結果と共に高い時刻精度が得られる特長について説明します。

車室内に設置した DTCXO-RTC の時刻誤差は 2 年 5 ヶ月で累計プラス 46 秒、平均月差 1.6 秒進みになりました。

*DTCXO: Digital Temperature Compensated Xtal Oscillator

【温度補償前後の周波数温度特性】

RTC 等の源信に使われる 32.768 kHz 水晶振動子の周波数温度特性を図 1 に示します。

この水晶振動子は強い二次の周波数温度特性をもっていますが、これを DTCXO で温度補償した周波数温度特性実測値を図 2 に示します。補償前と比較して周波数温度特性が 2 桁ほど向上します。

図 1. 32.768 kHz 水晶振動子の周波数温度特性

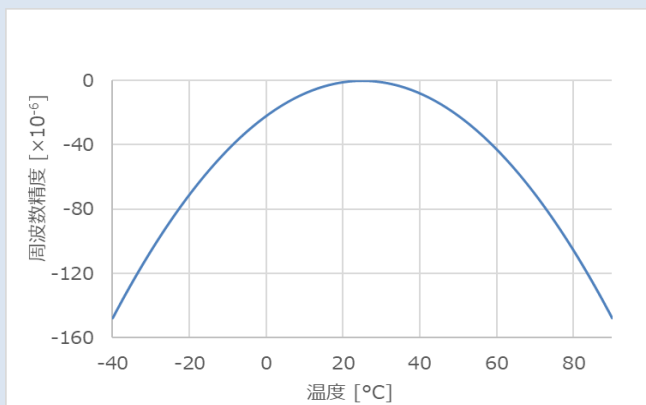
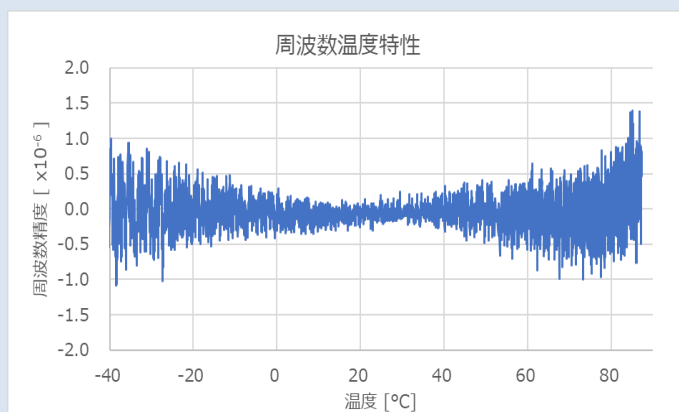


図 2. 32.768 kHz DTCXO の周波数温度特性実測値



【32.768 kHz DTCXO の周波数補正方法】

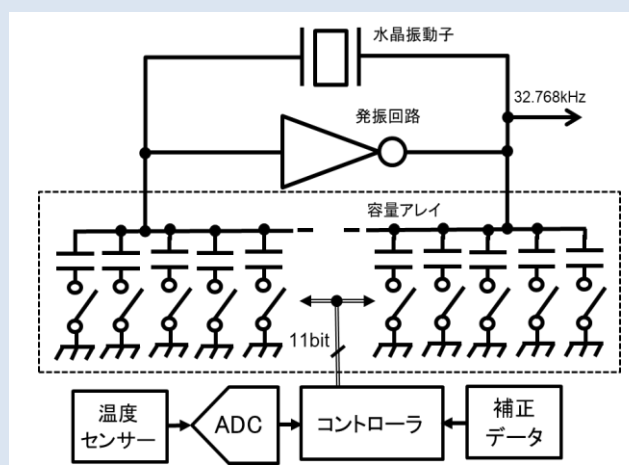
当社が RTC 等に採用している 32.768 kHz DTCXO の周波数補正ブロックを図 3 に示します。

発振部に接続する容量アレイの接続を、温度に応じて可変することで周波数が一定になるように補正されます。

このキャパシタの接続 on/off を制御する 11 bit のデジタル信号を用いて 2048 通りに容量値が調整されます。

当社の 32.768 kHz DTCXO では温度センサーと ADC によって約 0.3 °C の分解能で温度を感知して、その温度に応じた容量が接続されます。この容量切り替の際にディジット誤差が生じますが、図2のように誤差±ゼロをセンターに小刻みに上下変化するの、当社 32.768 kHz DTCXO の特長で、時計の精度としてはこの誤差が累積平均化されるため高い時計精度が得られます。

図 3. kHz 帯 DTCXO の周波数補正ブロック



【DTCXO-RTC の時刻精度実測結果】

本章は DTCXO-RTC を 2 年 5 ヶ月間フィールドで連続動作させた時刻精度結果を示します。

図4に示すグラフはデータロガーによる DTCXO-RTC 設置部の温度実測値です。

当初は車の後部座席で試験を開始しましたが 1 日あたりの温度変化が少ないため

10 ヶ月以降からは助手席ダッシュボード付近に移設して 1 日の温度変化が最も大きくなる環境で試験を行いました。

図 4 で示されるように夏季は 70℃以上、冬季はマイナス 10℃以下の温度にさらされる環境です。

図 4. この試験で DTCXO-RTC が受けた温度変化

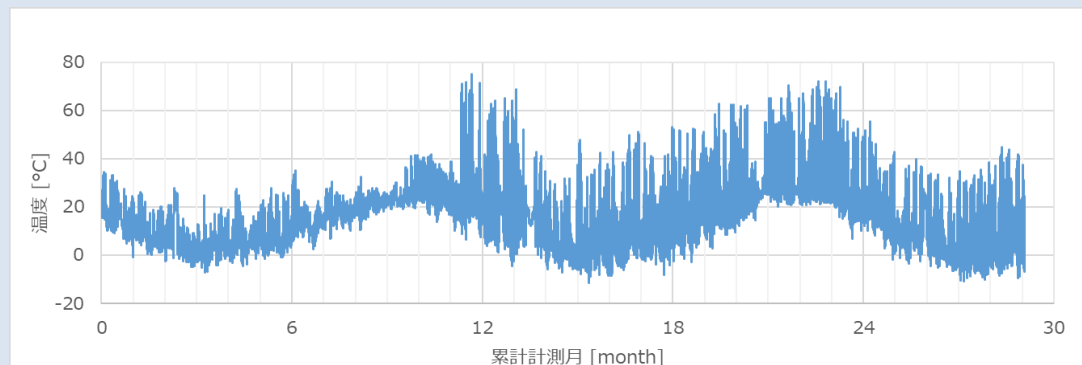


図 5. DTCXO-RTC 時刻の累計誤差 試験結果

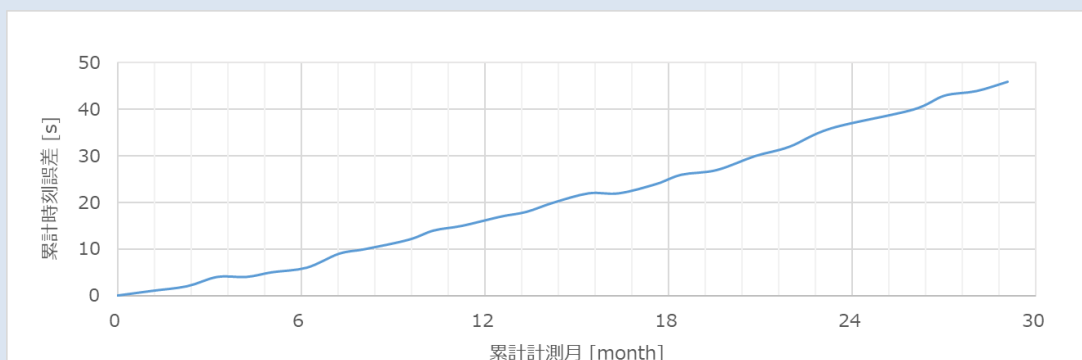


図 5 は図4に示す温度変化で生じた累計時刻誤差です。時刻誤差は 2 年 5 ヶ月で累計+46 秒、月差で+1.6 秒相当になりました。1日の急峻な温度変化、1 年間の季節によるなだらかで長期的な温度変化のどちらに対しても、時刻の変化は小さく安定していることがわかります。

これは、前記のとおり周波数が上下小刻みに変化しても、温度が連続的に変化する限りはその誤差が±0 付近に平均化されて、累計の時刻誤差が少なくなるためです。

このようにエプソンの DTCXO-RTC は、幅広い温度環境下でも高い精度の時刻情報を提供できる優れたデバイスです。

屋外など温度変化が大きい環境でも高精度な時刻情報が必要とされる機器には当社の DTCXO-RTC をご検討ください。

参考 kHz 帯 DTCXO を搭載している当社製品は以下の通りです。*2023 年 8 月

(RTC モジュール)

産業用途: [RX8901CE](#), [RX4901CE](#), [RX8804CE](#), [RX8900CE](#), [RX-8803LC](#), [RX-4803LC](#), [RX8900SA](#), [RX-8803SA](#), [RX-4803SA](#)

車載用途: [RA8000CE](#), [RA4000CE](#), [RA8804CE](#), [RA8900CE](#), [RA8803SA](#), [RA4803SA](#)

(32.768 kHz 発振器)

産業用途: [TG-3541CE](#) 車載用途: [TG-3541CEA](#)