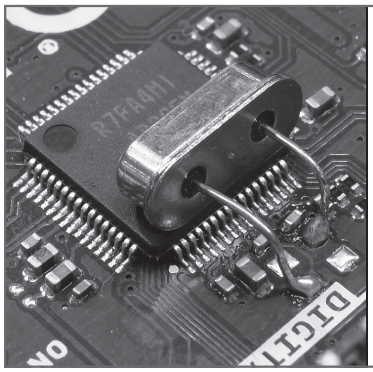
本誌のご購入はこちら



第8章 電源の条件でクロック周波数が変わる!?

Uno R4真の実力テスト② クロック周波数精度

下間 憲行 Noriyuki Shimotsuma

「Arduino Uno R4」を手に入れてゴソゴソしていましたら，USB接続時(パソコンにつないでデバッグ中)とパソコンから外した時(別電源で独立させて運転)で，クロックの周波数が微妙に変わることに気が付きました(別電源だと0.2％ほど下がる)．

USB接続時と未接続でクロックの周波数が変わると，周波数カウンタなど周波数や周期を計測する回路に使えません．応用を考えるより，とにもかくにもUno R4のクロックはどうなっているんだ?! を，本稿では追いかけてみました．

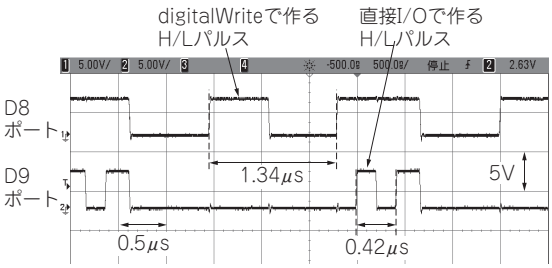


図1 Arduino Uno R4 の出力波形
digitalWriteは1.34μsと圧倒的にR4の勝ちだが……

広まるUno R4，その一方で気になるクロック周波数の変化

● Arduino Uno R4とR3の出力パルスを比べてみる

本誌2024年1月号の特集以来，Arduino Uno R4が広まってきました．CANバス通信が体験できるなど，ずいぶん進歩しました．

しかし，まず気になったのが出力ポートをH/Lする速度です．digitalWriteと直接I/Oでパルスを出し，Arduino Uno R3との違いをオシロスコープで観察しました．**図1**がUno R4の波形，**図2**がUno R3の波形の結果です．プログラムを**リスト1**に示します．Uno R3で直接I/Oしたときは，H/Lするのに4クロック0.25μsしかかかりません．digitalWriteは圧倒的にR4の勝ちですが，直叩きではシンプルな出力命令を持つR3(AVRマイコンの機能)が速くなりました．

● Uno R4のタイマ制御はどこでしている？

Arduino Uno R3では8ビットのタイマ0の1.024 ms周期のオーバ・フロー割り込みでdelay()や

リスト1 Arduino Uno R4，R3のdigitalWriteと直接I/Oでパルスを出して比較するプログラム
出力をオシロスコープで観察

●Arduino Uno R4

```
/*****  SETUP  *****/
void setup(){
    pinMode(8, OUTPUT);   // D8ピン P304 digitalWriteで
    pinMode(9, OUTPUT);   // D9ピン P303 直接I/Oで
}
/*****  LOOP  *****/
void loop(){
    while(1){
        digitalWrite(8, 1);       // D8:P304 H/L/H
        digitalWrite(8, 0);
        digitalWrite(8, 1);
        R_PORT3->PODR_b.PODR3 = 1;
                                  // D9:P303 H/L/H
        R_PORT3->PODR_b.PODR3 = 0;
        R_PORT3->PODR_b.PODR3 = 1;
        R_PORT3->PODR &= ~(0b11 << 3);
                                 // D9,D8(304,303) L
    }
}
```

●Arduino Uno R3

```
void setup(){
    pinMode(8, OUTPUT);    // D8ピン PB0 digitalWriteで
    pinMode(9, OUTPUT);    // D9ピン PB1 直接I/Oで
}
void loop(){
    while(1){
        digitalWrite(8, 1);      // D8 H/L/H
        digitalWrite(8, 0);
        digitalWrite(8, 1);
        PORTB |=  (1 << PB1);    // D9 H/L/H
        PORTB &= ~(1 << PB1);    // SBI,CBI命令が
        PORTB |=  (1 << PB1);    // 生成される
        PORTB &= 0b11111100;     // D9,D8 L
    }
}
```