

PP ASIC Measurements

Yasuyuki Horii

18 Apr. 2019



前回、PP ASIC VI（量産品）に対して、以下を確認した。

- SPI MISOエッジが、SCK立ち下がりのタイミングに合っている（期待通り）。
- 遅延セルあたりの遅延時間が、短くなっている（期待通り）。

今回、2つの修正点に対する検証の程度を向上させるため、以下を調査した。

- PP ASICからマイコンへSPI通信で送られるデータの値が、期待通りか。
 - 遅延セルあたりの遅延時間が、複数のチップに対して妥当か。
-

SPIモードに関するメモ

3/10

PP ASIC V0に対するマイコン側のソフトウェア：

```
//spi mode select
APFCONbits.SSSEL = 0; // set RC6 for ss
SSP1CON1 = 0b00100000; // WCOL 0 SSPOV 0 SSPEN 1 CKP 0 clock Fosc/16
SSP1STATbits.SMP = 1;
SSP1STATbits.CKE = 1; // SMP 0 CKE 0 BF 0
SSP1IF = 0; //spi ??????????????
SSP1IE = 0; //SPI???????
// BOEN = 1; //SSP1BUF???????
// PEIE = 1; //???????????????
// GIE = 1; //??????????????
```

PP ASIC V0に対しては（CPOL = 0, CPHA = 0の時）、CKP = 0, CKE = 1を使っていた。

PP ASIC V1に対しても（CPOL = 0, CPHA = 0の時）、同じパラメータを使用する。

SMPは、マイコンの受信の設定。PP ASIC V1に対しては、これは変更する（SMP = 0に）。

SPI通信 (PP ASIC → マイコン) 検証

MPLABソフトウェアのデバッグモードを用い、2つのパラメータセットに対して、PP ASIC→マイコンのSPI通信の検証を行った。期待通りの結果が得られた。

1つ目のパラメータセットに対する出力：入力と一致。

| | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data1 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data2 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data3 | unsigned | 0x90 | 10010000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data4 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data5 | unsigned | 0x80 | 10000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data6 | unsigned | 0x2F | 00101111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data7 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data8 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data9 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data10 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data11 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data12 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data13 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data14 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data15 | unsigned | 0x90 | 10010000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data16 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data17 | unsigned | 0x80 | 10000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data18 | unsigned | 0x2F | 00101111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data19 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data20 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data21 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data22 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data23 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data24 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data25 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data26 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data27 | unsigned | 0x94 | 10010100 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data28 | unsigned | 0x47 | 01000111 |

2つ目のパラメータセットに対する出力：入力と一致。

| | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data1 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data2 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data3 | unsigned | 0x90 | 10010000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data4 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data5 | unsigned | 0x97 | 10010111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data6 | unsigned | 0xAF | 10101111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data7 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data8 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data9 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data10 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data11 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data12 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data13 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data14 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data15 | unsigned | 0x90 | 10010000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data16 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data17 | unsigned | 0x80 | 10000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data18 | unsigned | 0x2F | 00101111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data19 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data20 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data21 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data22 | unsigned | 0xFF | 11111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data23 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data24 | unsigned | 0x00 | 00000000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data25 | unsigned | 0xBF | 10111111 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data26 | unsigned | 0x01 | 00000001 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data27 | unsigned | 0x94 | 10010100 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Data28 | unsigned | 0x47 | 01000111 |

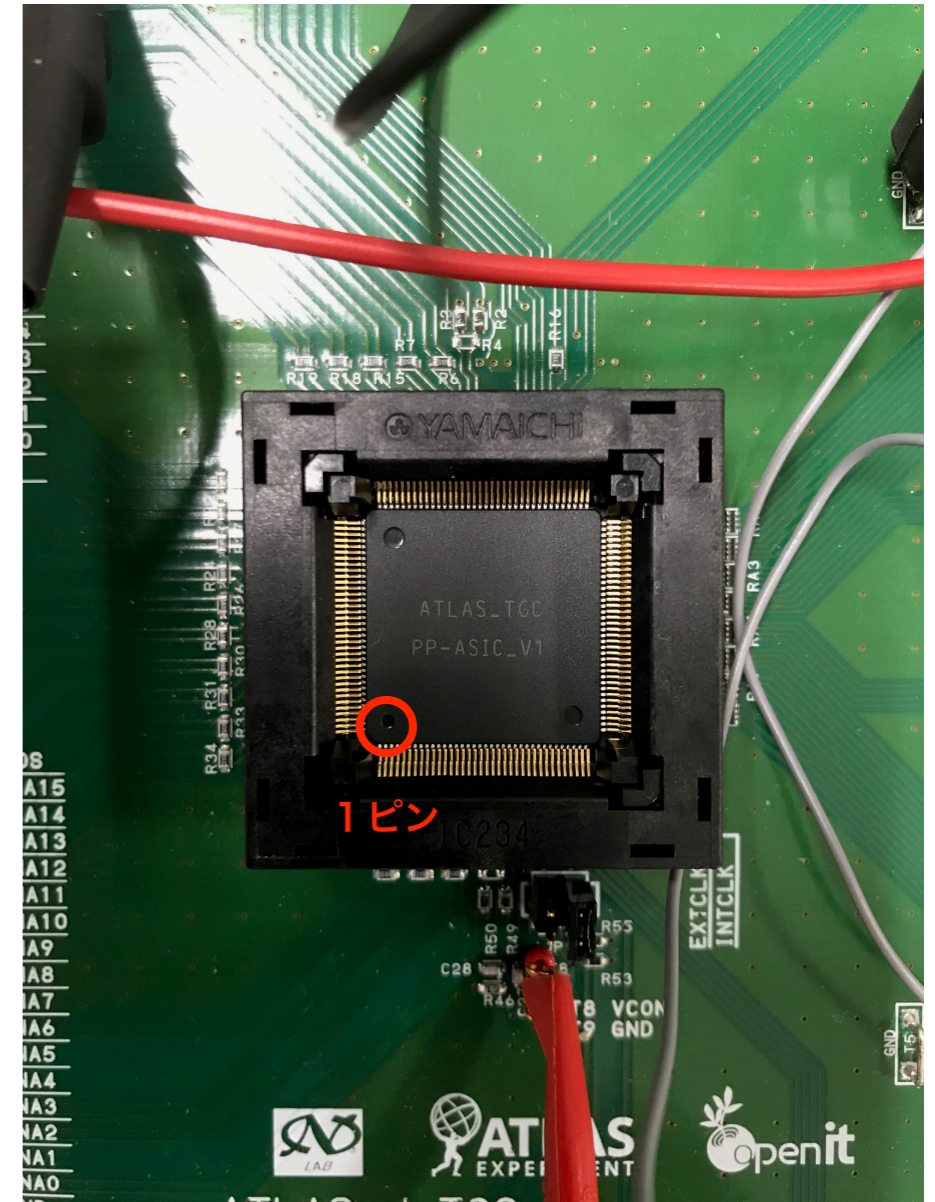
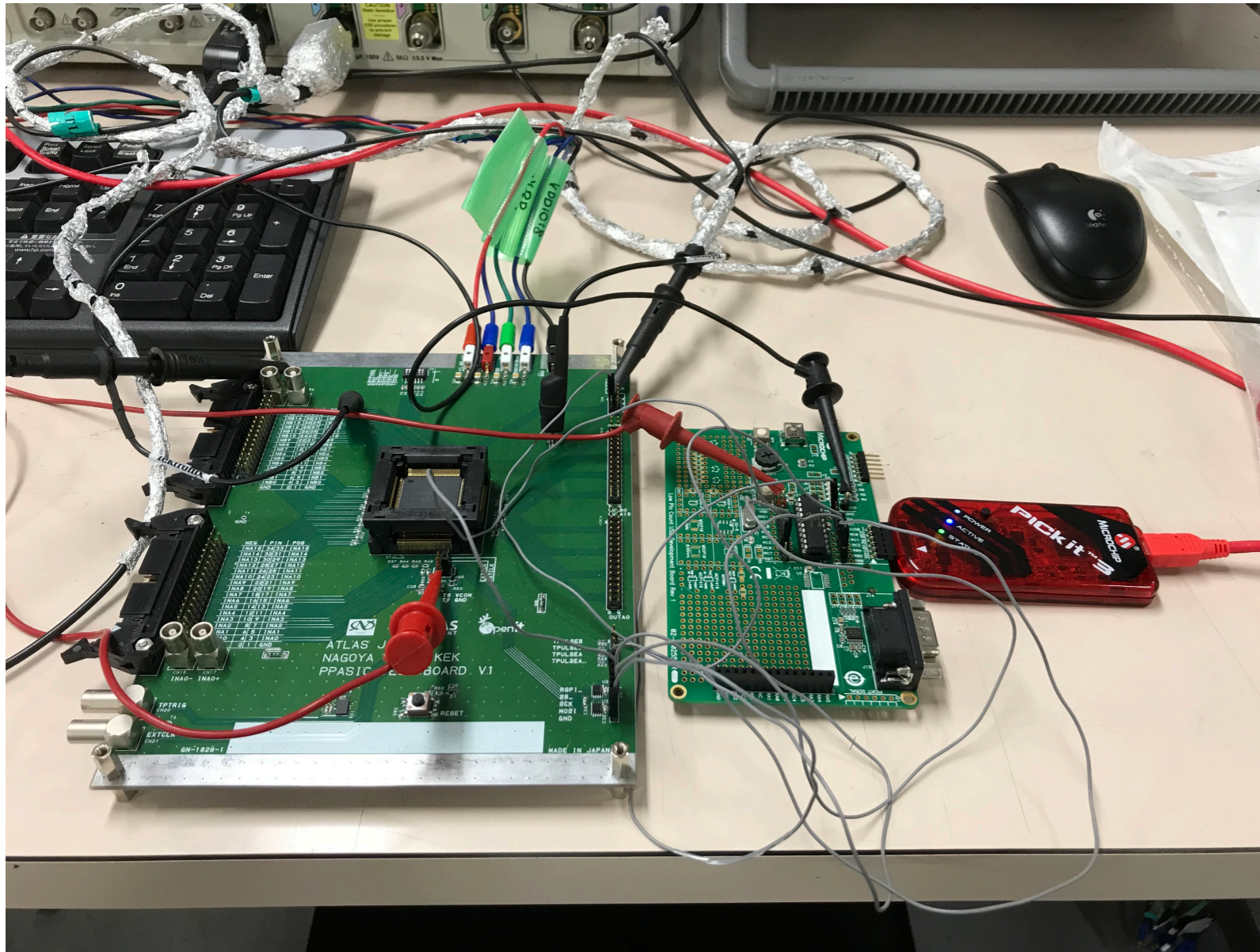
ここだけ入力を変えた。

ここだけ出力が変化。

(期待通りの値。)

遅延測定 概要

5/10

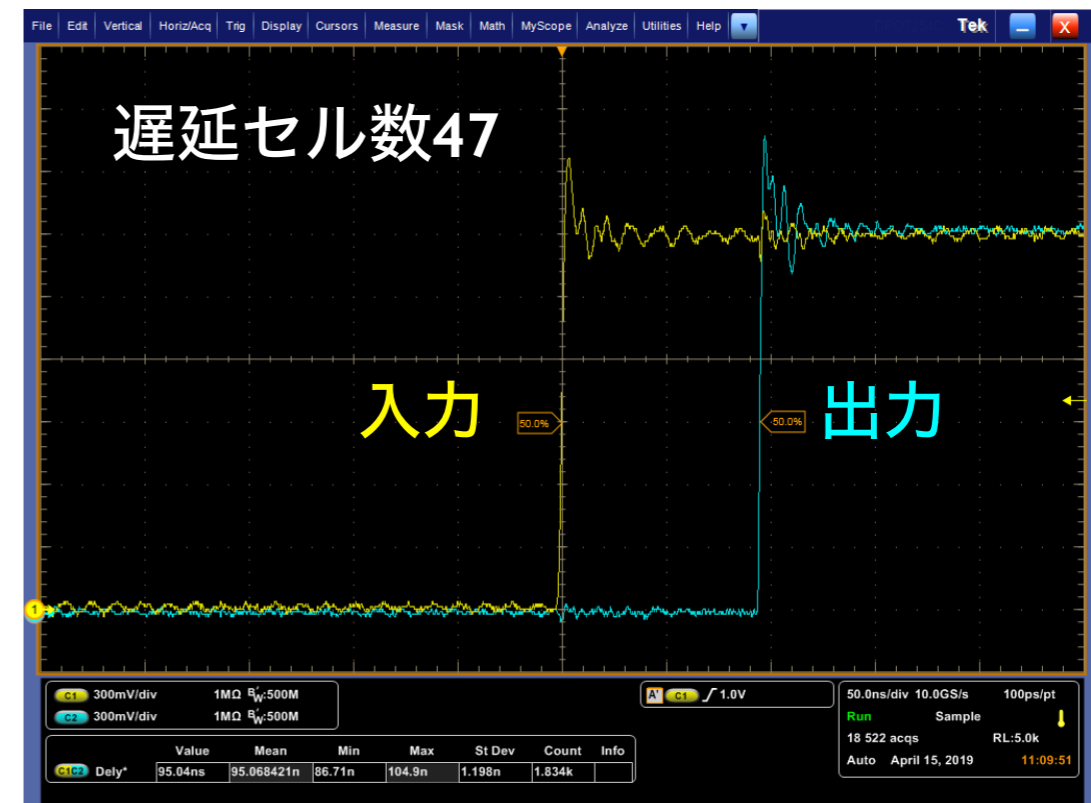
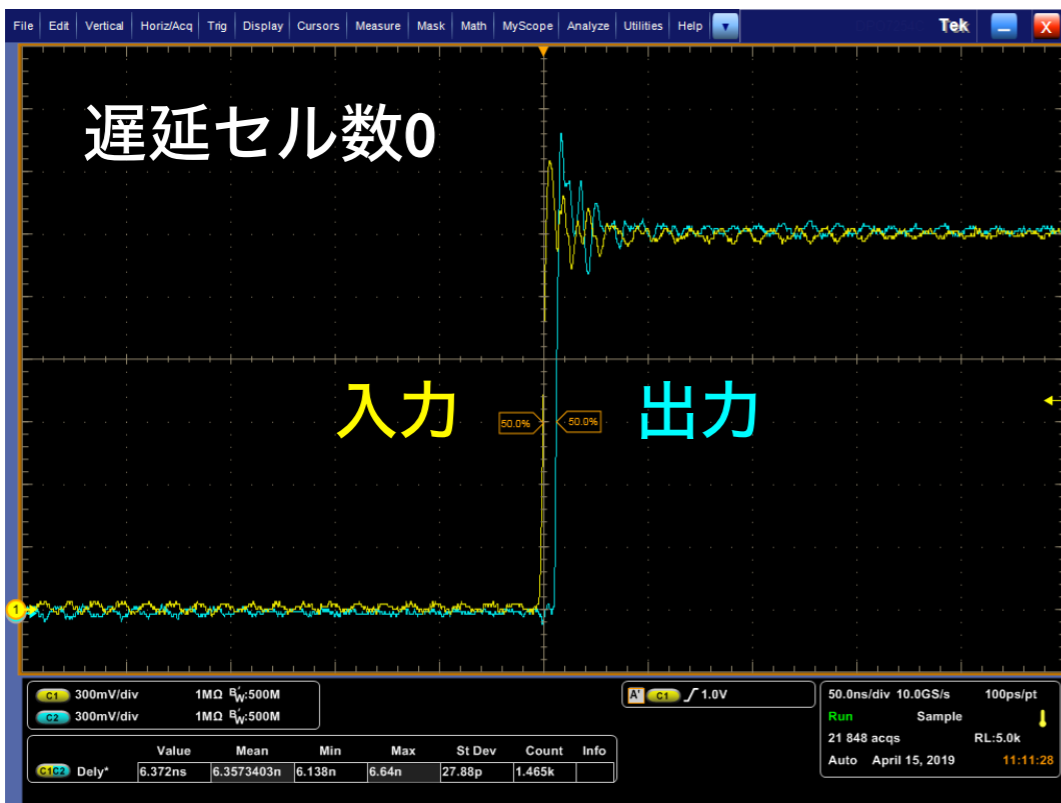
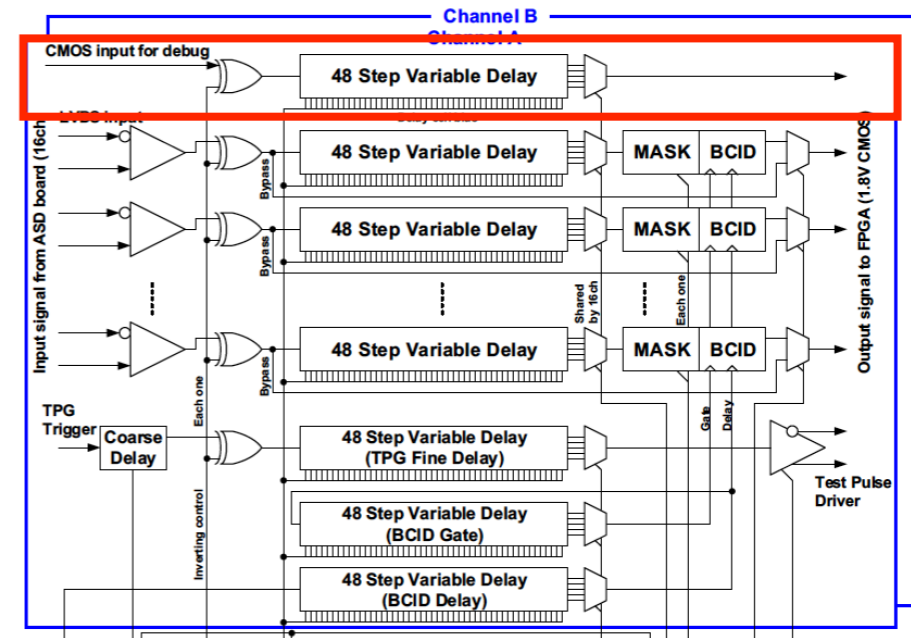


マイコンによるSPI制御。直流安定電源による V_{CON} 入力。

オシロスコープによる入出力タイミング測定（次ページ参照）。

遅延測定 方法

V_{CON} を0.7-1.7Vの範囲で外部から与え、
テスト用の可変遅延回路にクロック (1 kHz) を入力。
入出力の時間差を、遅延セル数0、47に対して測定。
差を47で割ることで、セルあたりの遅延を導出。



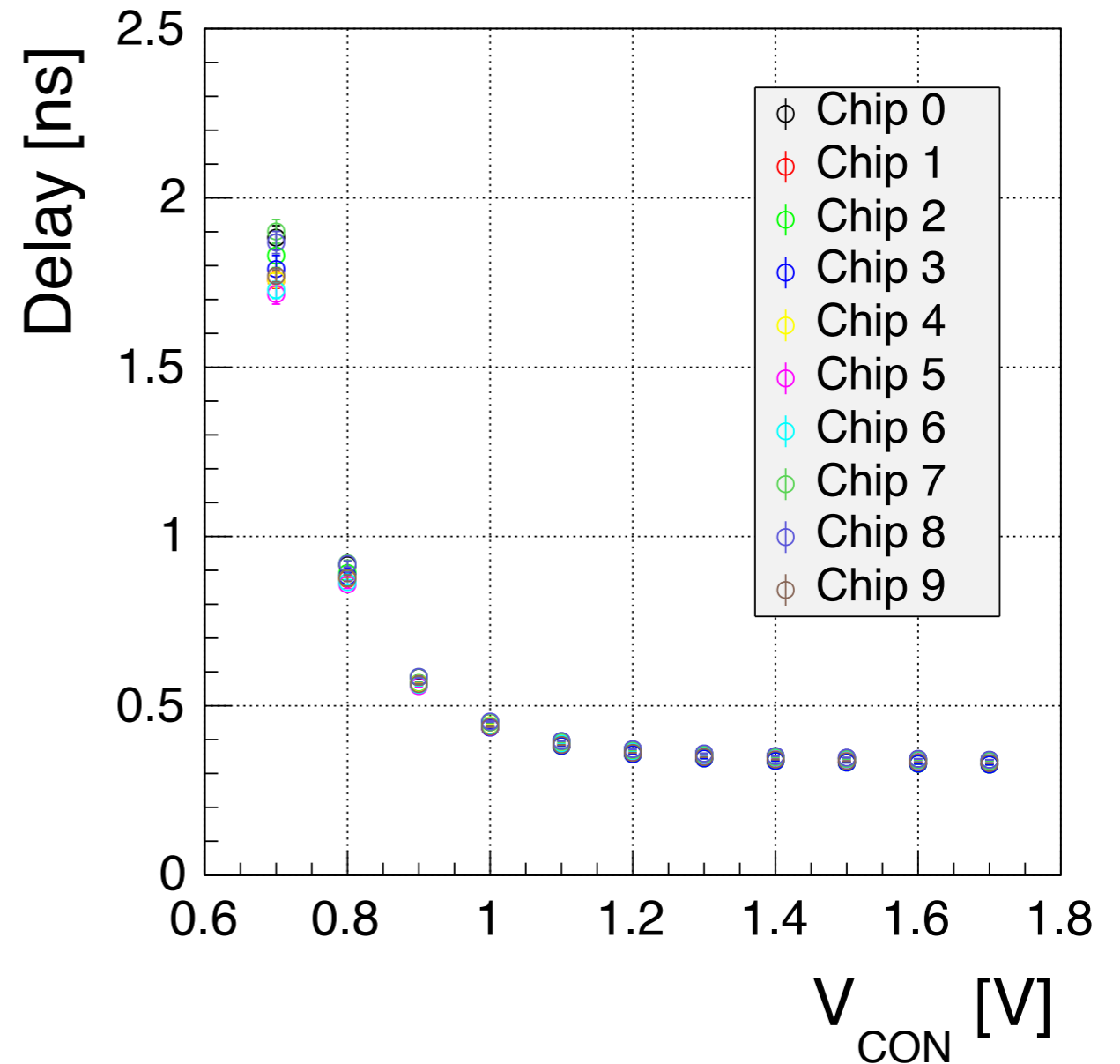
遅延測定 結果

10チップに対して、似通った遅延が得られた。

$V_{CON} = 0.7\text{ V}$ (1.7 V) に対する

遅延の標準偏差：0.06 ns (0.01 ns)。

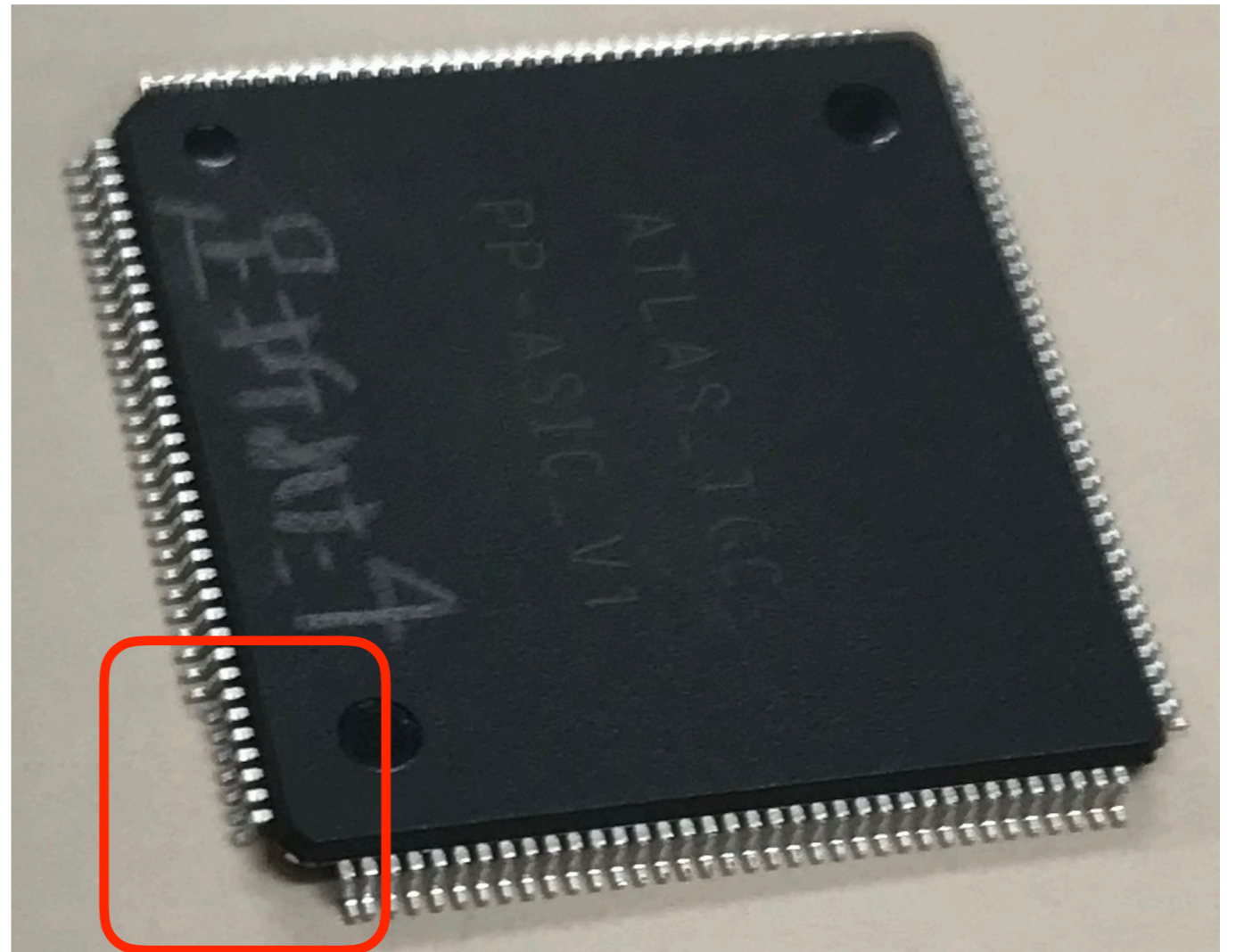
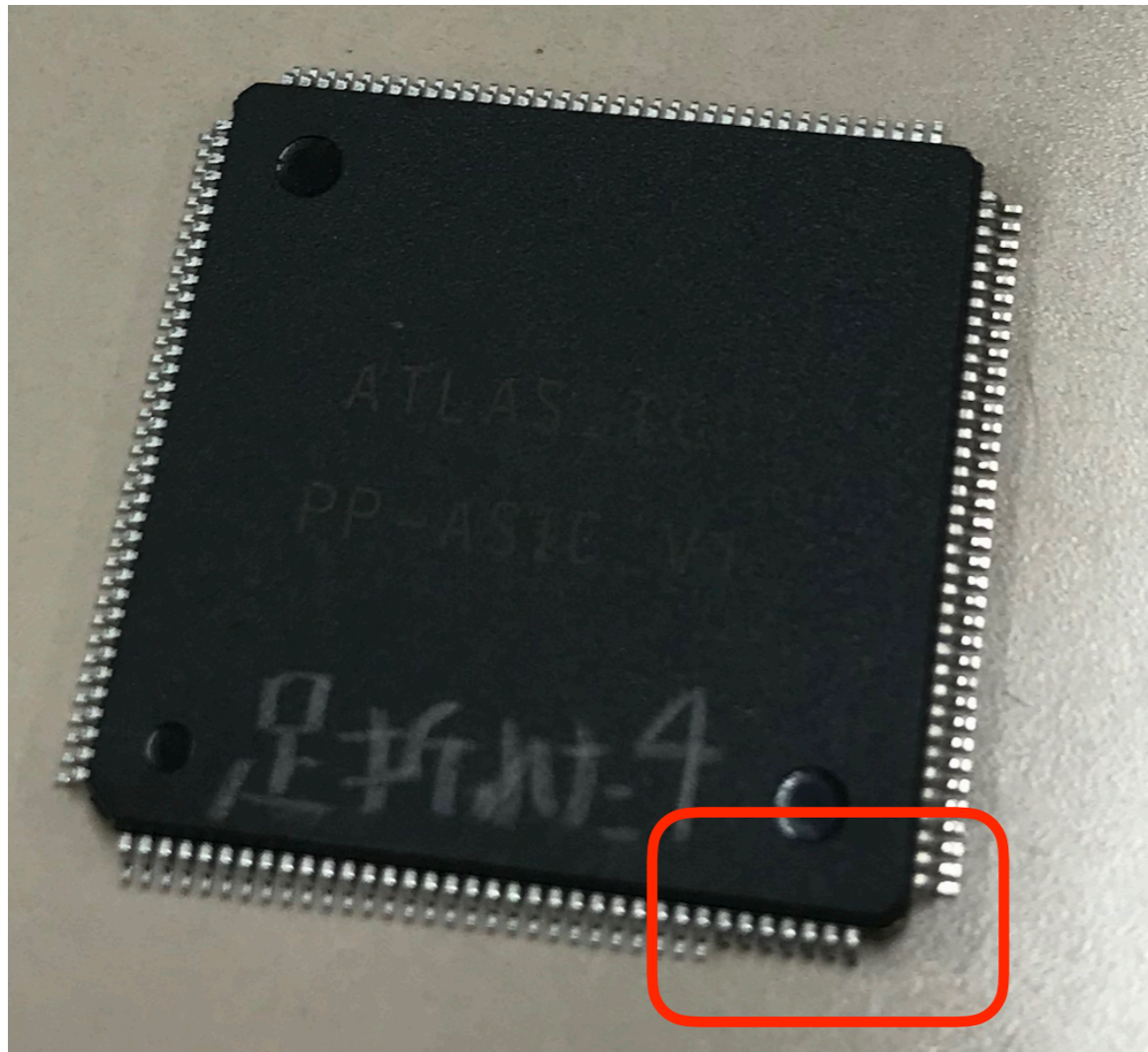
メモ：室温 (20 deg C) にて測定。



インシデント

8/10

試験ボードのソケットにASICを設置する際に、誤って、ASIC (Chip 4)の足に負荷をかけてしまった。
少なくとも、試験ボードで遅延測定を行う際は、正常な結果が得られたが、半田付けには適さず、
PSボード実機には使用したくない。きちんとチップIDとインシデントを記録しておく。



インシデントに際して得た知見

9/10

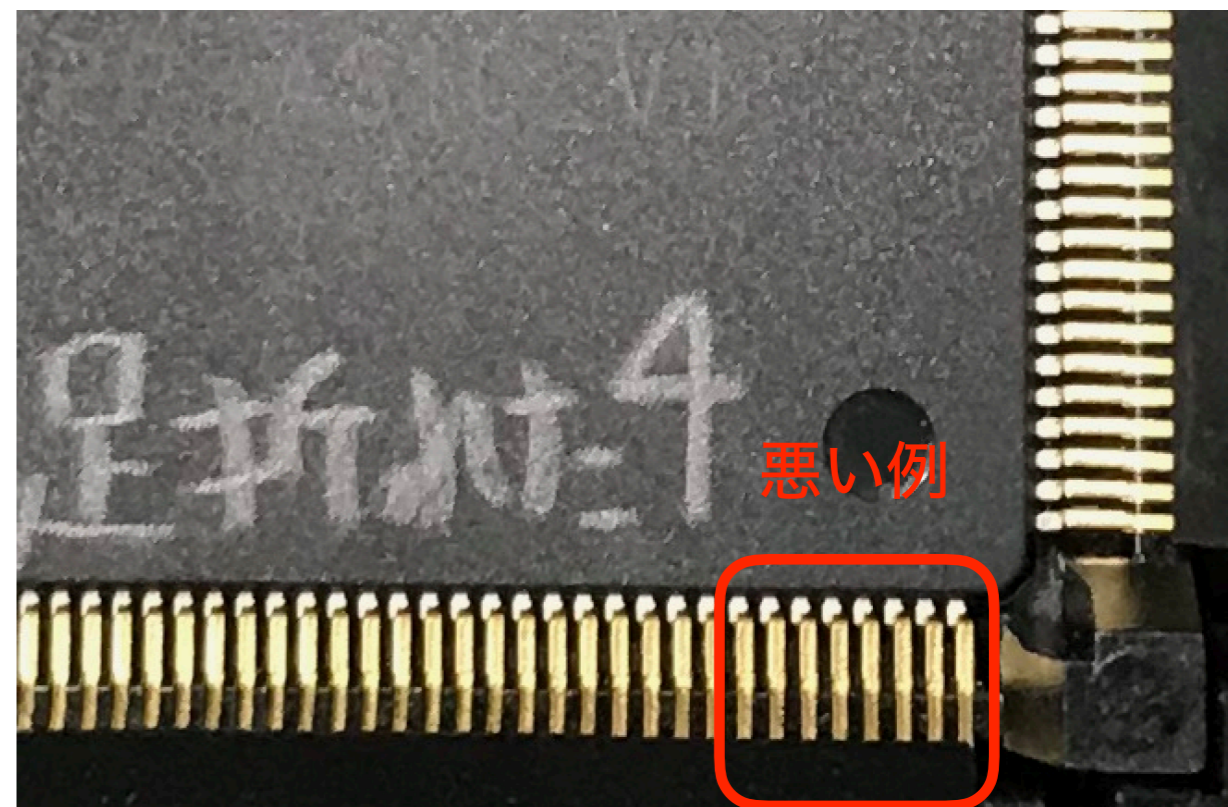
ソケットには個性がありそう。今回使用した試験ボードのソケットでは、

PP ASICを右方向に押し当てた状態でソケットを閉じると

ASICがより中央に設置される（それでも少し左に寄る）。左図参照。

逆に、PP ASICが中央または左方向に寄っている状態でソケットを閉じると、

半ピン分くらい左に寄ってしまう。テンションがかかる可能性あり。右図参照。



PP ASIC VIに対して、2つの修正点に関する以下の検証を行った。

- PP ASICからマイコンへSPI通信で送ったデータが、期待通りの値を持つことを確認した。
- 10枚のチップに対して、遅延セルあたりの遅延時間を測定した。各チップに対して、近い値（V0より小さな遅延）が得られた。

誤って、チップ4の複数の足を折ってしまった。

ソケットへの設置時に、コツと力があるので、試験時は注意。