

RS-232C Monitor and Analyzer

Model : AKM-RSM-100

実験レポート 6:

各種 USB-シリアル変換ケーブルで

動作する通信速度の調査

2018 年 7 月 2 日

・このレポートは、弊所製品である AKM-RSM-100 の活用範囲を広げるべく、弊所が独自に行った実験の結果を公開するものです。

・この実験の内容に関するお問い合わせに対し、アドバイスは行いますが、サポートの責は負いません。

・このレポートで紹介している結果やコメントにより、万一何らかの問題が発生しても弊所では責任を負いません。

【登録商標】

- Windows、Windows Vista は米国 Microsoft Corporation の米国および/またはその他の国における登録商標です。
- その他、FTDI、FTDI チップ、Prolific、Prolific チップなど、このレポートに記載されている会社名、商品名は、各社の登録商標または商標です。

1. はじめに

今回の実験は、前回の「実験 5: USB-シリアル変換ケーブルで 921600bps は どの程度動作するのか」の延長線上的な実験です。

下記の主要な USB-シリアル変換チップと、弊所で準備できた下記の UART による標準シリアルポートについて、その通信速度で動作することができるのか、できる限り調査してみました。

【調査対象】（現時点で主要なチップを搭載しているものとして選定しました）

メーカー（ケーブル名）	チップ	タイプ	電圧レベル	デバイスドライバー
Arvel (SRC06USB)	FT232	USB-シリアル変換	RS-232C	FTDI 2.12.24.0
秋月電子通商 (M-02746)	PL2303	USB-シリアル変換	RS-232C	Prolific 3.4.25.218
秋月電子通商 (AF-FT232HL)	FT232HL	USB-シリアル変換	CMOS	FTDI 2.12.24.0
SINFORCON (sn-062346 ※改)	PL2303HXD	USB-シリアル変換	CMOS	Prolific 3.8.18.0
? (HL-340)	CH340	USB-シリアル変換	TTL	Wcn.cn 3.4.2014.8
UTC (-)	75232L	標準シリアル	RS-232C	Microsoft 10.0.17134.1

※ Arvel SRC06USB は、ほぼ Buffalo BSUSRC06 と同じだと思います。(BSUSRC06 は SRC06USB の後継)

※ [改] は改造版を意味します。

電圧レベルについて:

シリアルポートには、一般的に、3 種類の電圧レベルがあります。

- (1) RS-232C レベル : +5V~+15V (0/スペース/オン) / -5V~-15V (1/マーク/オフ)
- (2) TTL レベル : +5V (0/スペース/オン) / 0V (1/マーク/オフ)
- (3) CMOS レベル : 0V (0/スペース/オン) / +3.3V (1/マーク/オフ)

USB-シリアル変換装置（ケーブル）においても、「RS-232C レベル」という明記がない限り、どの電圧レベルなのか、テスター等で調べる必要があります。

電圧レベルが異なる装置を接続してしまうと、通信ができないだけでなく、最悪の場合、装置を破損してしまう可能性があります。

RS-232 も RS-422 も RS-485 も、電圧レベルには、十分注意してください。

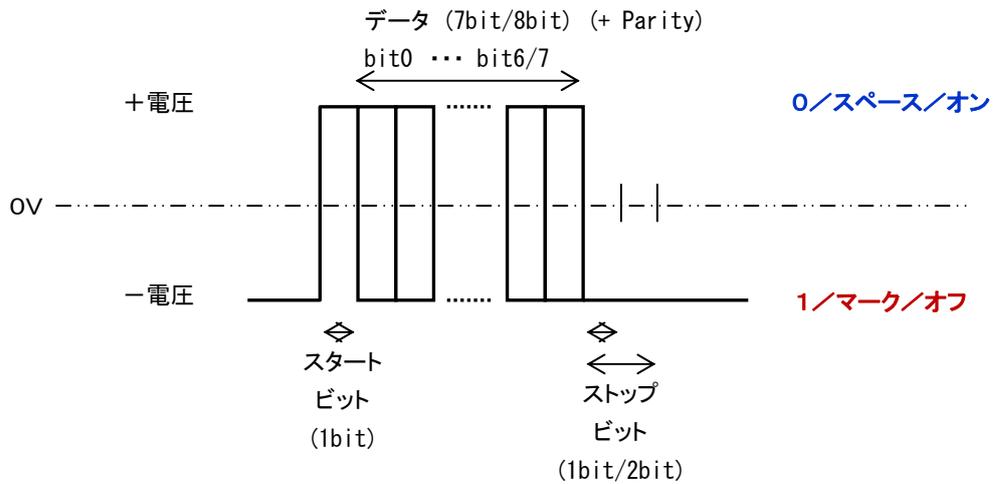
今回も、仕様の上限を超えた動作をさせることを含む実験であり、かつ、弊所の評価環境で勝手に行った実験ですので、その結果や考察については、あくまでも「参考情報」としてご覧ください。

このレポートが、技術者の皆様の何らかの一助になれば幸いです。

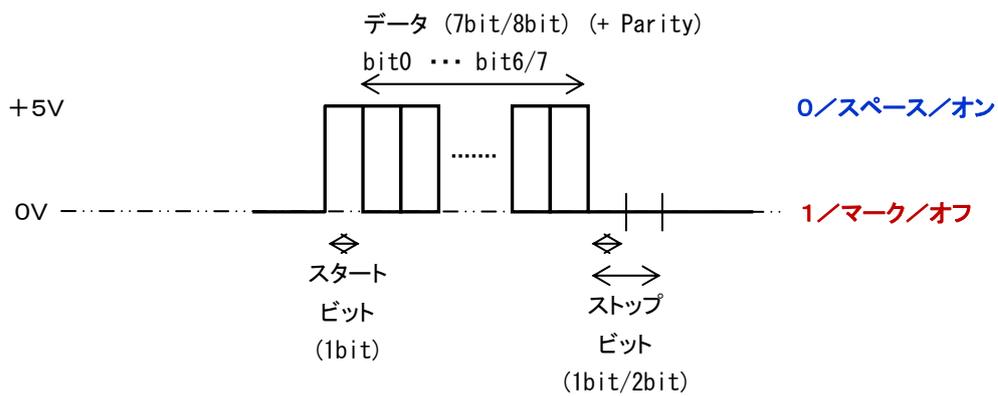
一方で、メーカー様、ディーラー様、お気に障ることもございませうが、これは、あくまでも実験ですので、諸々広いお心で、ご容赦ください。

電圧レベルの図解:

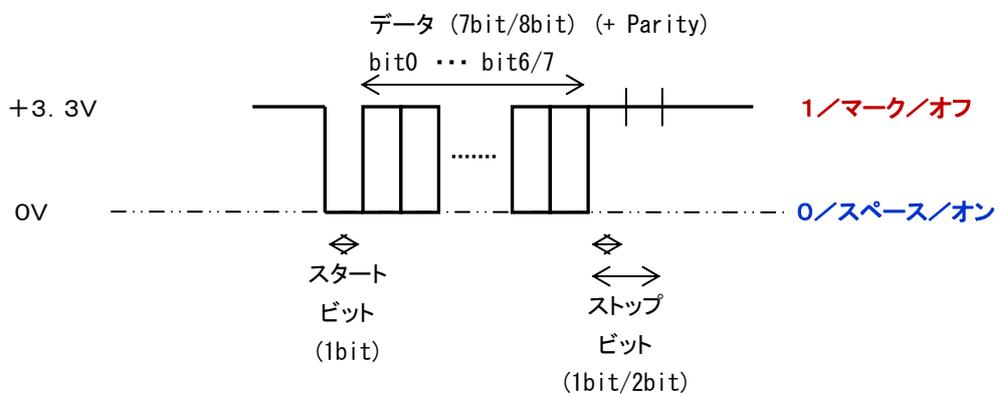
【RS-232C レベル】



【TTL レベル】



【CMOS レベル】



2. 注意事項

評価環境（OS やデバイスドライバーを含む）や、使用する USB-シリアル変換ケーブルの個体差などにより、実験結果が変わる可能性は否定できません。

このため、この実験結果について、秋山製作所では、何ら責任を負うことができませんので、あくまでも参考情報としてご活用ください。

この実験結果やコメントの一部（または全部）の内容を基にして、USB-シリアル変換ケーブルのメーカー様やディーラー様へ、何らかの問い合わせを行うことは、絶対にしないでください。

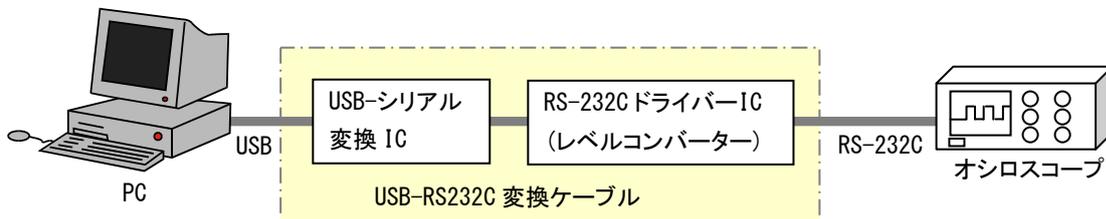
この実験レポートは、「無茶を承知」で実行したものです。

この実験結果については、メーカー様やディーラー様に、何ら関係や責任はございません。

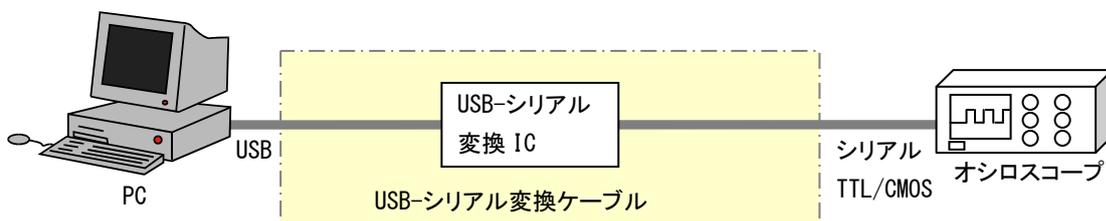
3. 調査構成

今回の調査は、下図のような構成で、実施しました。

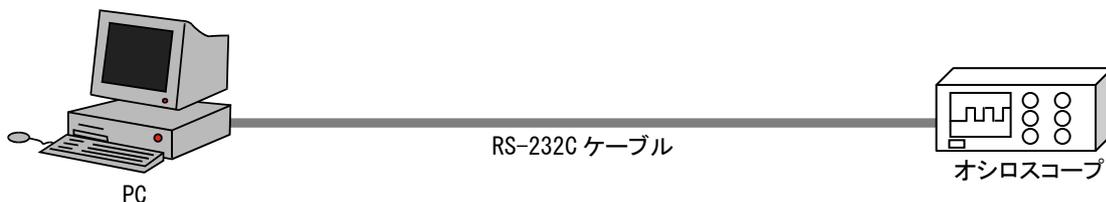
【USB-RS232C 変換】



【USB-シリアル(TTL または CMOS) 変換】



【標準シリアルポート (RS-232C)】



【PC】

CPU: Intel Core2 Quad Q9550
MEM: 8GB
OS : Windows 10 Pro (1803)

【オシロスコープ】

OWON SDS1102

【使用チップ】

チップメーカー	チップ名	ケーブル名/ モジュール名	電圧レベル
Prolific	PL2303	M-02746	RS-232C
	PL2303HxD	(sn-062346 [改造版])	CMOS
FTDI	FT232	SRC06USB	RS-232C
	FT232HL	AF-FT232HL	CMOS
WCH	CH340	HL-340	TTL
UTC	75232L	PC内蔵の標準シリアル	RS-232C

4. 実験結果

調査した通信速度の詳細については、後述の一覧表をご参照ください。

4.1 Prolific チップ

Prolific チップ自体は、チップの種類によって、下記の範囲で動作するようです。

PL2303 : 75bps ~ 5000000bps (5Mbps)
PL2303HXD: 75bps ~ 12000000bps (12Mbps)

但し、Prolific チップの特徴として、動作する速度は連続ではありません。
例えば 1600bps に設定した場合、1800bps で動作するというような挙動になります。

また、例えば 7680bps に設定した時、デバイスドライバーのバージョンが 3.4.25.218 の場合は 9600bps で動作しますが、デバイスドライバーのバージョンが 3.8.18.0 の場合はちゃんと 7680bps で動作するといった、**デバイスドライバー依存**の挙動もあります。

チップ自体（つまり CMOS レベル）では、上記のような挙動なのですが、RS-232C レベルの場合、RS-232C ドライバー（レベルコンバーター）の性能により、速度の上限が決まってしまうます。

今回使用した USB-RS232C ケーブル（PL2303）の場合、921600bps より高速にすると、信号の波形が崩れてしまい、通信が行えませんでした。

【参考】

自身では 12Mbps まで動作する PL2303HXD を搭載していても、RS-232C ドライバー IC（レベルコンバーター）の性能が低かったために、460800bps までしか動作しなかった USB-RS232C 変換ケーブルが実在しました。

RS-232C レベルは、本当に RS-232C ドライバー IC（レベルコンバーター）の性能次第ということですね…。

まとめると…

PL2303 (CMOS レベル) : 75bps ~ 5000000bps (5Mbps)
PL2303 (RS-232C レベル): 75bps ~ 921600bps

PL2303HXD (CMOS レベル) : 75bps ~ 12000000bps (12Mbps)

※ 但し、範囲内の全ての速度が使用できるわけではない。(後述の一覧表を参照)

※ また、RS-232C レベルの場合、最高速度は RS-232C ドライバー IC (レベルコンバーター) の性能により左右される。(この特性は、PL2303 でも PL2303HXD でも同じだった)

ということになります。

【その他の実験情報】

PL2303HXD で 1000000bps (1Mbps) 以上の速度にすると、1 バイト毎に 1 ビット追加されるようです。(デバイスドライバー依存の挙動かもしれません)

→ キャラクター長 8bit, パリティあり, ストップビット 2 でデータを連続送信した時、12 ビット (1+8+1+2) のはずが、オシロスコープ上、13 ビットに見えました。

4. 2 FTDI チップ

FTDI チップ自体は、チップの種類によって、下記の範囲で動作するようです。

FT232 : 192bps ~ 3000000bps (3Mbps)
FT232HL : 192bps ~ 12000000bps (12Mbps)

Prolific チップとは異なり、速度範囲のほぼ全域で連続的に動作させることができます。
(そのメカニズム (計算式) は、FTDI 社の技術情報でも開示されています)

※ FT232HL の場合、192bps~6000000bps (6Mbps) + 8000000bps (8Mbps) + 12000000bps (12Mbps)

この特性は、RS-232C Monitor and Analyzer に最適です。

192bps より遅い速度を使用している可能性がある場合以外は、FTDI チップを搭載した USB-シリアル変換ケーブルがお勧めです。

なお、Prolific チップとは異なり、デバイスドライバー依存の挙動はないようです。

デバイスドライバーの .inf ファイルを書き換えることにより、デバイスマネージャーでのポートのプロパティに表示される速度一覧を書き換えることはできるようですが、RS-232C Monitor and Analyzer のように、速度を直接設定するアプリケーションの場合、それは無関係です。

チップ自体 (つまり CMOS レベル) では、上記のような挙動なのですが、RS-232C レベルの場合、RS-232C ドライバー (レベルコンバーター) の性能により、速度の上限が決まってしまう。

今回使用した USB-RS232C ケーブル (FT232) の場合、921600bps より高速にすると、信号の波形が崩れてしまい、通信が行えませんでした。

この信号の波形が崩れる現象は、RS-232C ドライバー IC (レベルコンバーター) の性能に依存するため、今回は用意できませんでしたが、FT232HL を搭載した RS-232C レベルの USB-シリアル変換ケーブルでも同様の挙動になるものと思われます。

まとめると・・・

FT232	(CMOS レベル)	: 192bps ~ 3000000bps (3Mbps)
FT232	(RS-232C レベル)	: 192bps ~ 921600bps
FT232HL	(CMOS レベル)	: 192bps ~ 12000000bps (12Mbps)
FT232HL	(RS-232C レベル)	: 192bps ~ 921600pps (※ 推測)

※ 基本的に速度範囲内で連続的な設定が可能だが、FT232HL の場合、6Mbps より高速の設定は 8000000bps (8Mbps) または 12000000bps (12Mbps) のどちらかしか設定できない。

※ また、RS-232C レベルの場合、最高速度は RS-232C ドライバー IC (レベルコンバーター) の性能により左右される。(この特性は、FT232 でも FT232HL でも同じと思われる)

ということになります。

4.3 CH340 チップ

CH340 チップ自体は、下記の範囲で動作するようです。

CH340 : 50bps ~ 3000000bps (3Mbps)

Prolific チップとは異なり、速度範囲のほぼ全域で連続的に動作させることができるようです。

この特性は、RS-232C Monitor and Analyzer に適しています。

192bps より遅い速度を使用している可能性がある場合は、CH340 チップを搭載した USB-シリアル変換ケーブルを使用することも検討の余地有ります。

但し、弊所では、CH340 チップを搭載した RS-232C レベルの USB-シリアル変換ケーブルを見たことがありません。今回の調査で使用したケーブルも TTL レベルです。

ターゲット装置が TTL レベルのシリアル通信の場合に有効でしょう。

なお、Prolific チップとは異なり、デバイスドライバー依存の挙動はないように見えました。

チップ自体 (つまり CMOS レベル) では、上記のような挙動なのですが、RS-232C レベルの場合、RS-232C ドライバー (レベルコンバーター) の性能により、速度の上限が決まってしまうようです。

信号の波形が崩れる現象は、RS-232C ドライバー IC (レベルコンバーター) の性能に依存するため、今回は用意できませんでしたが、CH340 を搭載した RS-232C レベルの USB-シリアル変換ケーブルがあったとしても、高速になるほど信号の波形が崩れてしまうので、RS-232C レベルの場合には 921600bps が限界かと推測します。

まとめると・・・

CH340	(TTL レベル)	: 50bps ~ 3000000bps (3Mbps)
CH340	(RS-232C レベル)	: 50bps ~ 921600bps (※ 推測)

※ RS-232C レベルの場合、最高速度は RS-232C ドライバー IC (レベルコンバーター) の性能により左右されると思われる。

ということになります。

【その他の実験情報】

CH340 で 1000000bps (1Mbps) 以上の速度にすると、1 バイト毎に 1 ビット追加されるようです。(デバイスドライバー依存の挙動かもしれません)

→ キャラクター長 8bit, パリティあり, ストップビット 2 でデータを連続送信した時、12 ビット (1+8+1+2) のはずが、オシロスコープ上、13 ビットに見えました。

4. 4 75232L (PC 内蔵の標準シリアルポート) (RS-232C レベル)

75232L チップ自体は、下記の範囲で動作するようです。

75232L : 50bps ~ 115200bps (仕様上、120Kbps まで)

但し、動作する速度は連続ではありません。

なお、このチップは、(おそらく 16550A 互換の) UART で、元々 RS-232C レベルです。

デバイスドライバーは、Microsoft の「通信ポート」ドライバーが設定されます。

まとめると・・・

75232L (RS-232C レベル): 50bps ~ 115200bps

※ 但し、範囲内の全ての速度が使用できるわけではない。(後述の一覧表を参照)

ということになります。

5. チップ毎に動作可能な Speed 一覧表

この一覧表は、「全ての速度」ではなく、「試した速度」の一覧表です。

※ ○：動作可能， ×：動作しない ※この一覧は、あくまでも、秋山製作所の独自見解です。

Speed	Prolific		FTDI		WCH	標準シリアル
	PL2303 (RS-232C) 3. 4. 25. 218	PL2303HXD (CMOS) 3. 8. 18. 0	FT232 (RS-232C) 2. 12. 24. 0	FT232HL (CMOS) 2. 12. 24. 0	CH340 (TTL) 3. 4. 2014. 8	UTC 75232L (RS-232C) 10. 0. 17134. 1
50	×	×	×	×	○	○
60	×	×	×	×	○	○
64	×	×	×	×	○	○
72	×	×	×	×	○	○
75	○	○	×	×	○	○
80	×	○	×	×	○	○
90	×	×	×	×	○	○
96	×	×	×	×	○	○
100	×	×	×	×	○	○
110	×	○	×	×	○	○
120	×	×	×	×	○	○
128	×	×	×	×	○	○
134	×	×	×	×	○	○
144	×	×	×	×	○	○
150	○	○	×	×	○	○
160	×	×	×	×	○	○
180	×	×	×	×	○	○
192	×	×	○	○	○	○
200	×	○	○	○	○	○
225	×	×	○	○	○	○
240	×	×	○	○	○	○
256	×	×	○	○	○	○
288	×	×	○	○	○	○
300	○	○	○	○	○	○
320	×	×	○	○	○	○
360	×	×	○	○	○	○
384	×	×	○	○	○	○
400	×	×	○	○	○	○
450	×	×	○	○	○	○
480	×	×	○	○	○	○
512	×	×	○	○	○	○
576	×	×	○	○	○	○
600	○	○	○	○	○	○
640	×	×	○	○	○	○
720	×	×	○	○	○	○
768	×	×	○	○	○	○
800	×	×	○	○	○	○
900	×	×	○	○	○	○
960	×	×	○	○	○	○

※ ○：動作可能， ×：動作しない ※この一覧は、あくまでも、秋山製作所の独自見解です。

Speed	Prolific		FTDI		WCH	標準シリアル
	PL2303 (RS-232C) 3. 4. 25. 218	PL2303HXD (CMOS) 3. 8. 18. 0	FT232 (RS-232C) 2. 12. 24. 0	FT232HL (CMOS) 2. 12. 24. 0	CH340 (TTL) 3. 4. 2014. 8	UTC 75232L (RS-232C) 10. 0. 17134. 1
1024	×	×	○	○	○	○
1152	×	×	○	○	○	○
1200	○	○	○	○	○	○
1280	×	×	○	○	○	○
1440	×	×	○	○	○	○
1536	×	×	○	○	○	○
1600	×	×	○	○	○	○
1800	○	○	○	○	○	○
1920	×	×	○	○	○	○
2048	×	×	○	○	○	○
2304	×	×	○	○	○	○
2400	○	○	○	○	○	○
2560	×	×	○	○	○	○
2880	×	×	○	○	○	○
3072	×	×	○	○	○	○
3200	×	×	○	○	○	○
3600	○	○	○	○	○	○
3840	×	×	○	○	○	○
4096	×	×	○	○	○	○
4608	×	○	○	○	○	○
4800	○	○	○	○	○	○
5120	×	×	○	○	○	○
5760	×	○	○	○	○	○
6144	×	×	○	○	○	×
6400	×	×	○	○	○	○
7200	○	○	○	○	○	○
7680	×	○	○	○	○	○
8192	×	○	○	○	○	○
9216	×	○	○	○	○	×
9600	○	○	○	○	○	○
10240	×	○	○	○	○	×
11520	×	×	○	○	○	○
12288	×	×	○	○	○	×
12800	×	×	○	○	○	○
14400	○	○	○	○	○	○
15360	×	○	○	○	○	×
16384	×	×	○	○	○	○
18432	×	×	○	○	○	×
19200	○	○	○	○	○	○
20480	×	×	○	○	○	×

※ ○：動作可能， ×：動作しない ※この一覧は、あくまでも、秋山製作所の独自見解です。

Speed	Prolific		FTDI		WCH	標準シリアル
	PL2303 (RS-232C) 3. 4. 25. 218	PL2303HXD (CMOS) 3. 8. 18. 0	FT232 (RS-232C) 2. 12. 24. 0	FT232HL (CMOS) 2. 12. 24. 0	CH340 (TTL) 3. 4. 2014. 8	UTC 75232L (RS-232C) 10. 0. 17134. 1
23040	×	×	○	○	○	○
24576	×	×	○	○	○	×
25600	×	×	○	○	○	×
28800	○	○	○	○	○	○
30720	×	×	○	○	○	×
32768	×	○	○	○	○	×
36864	×	×	○	○	○	×
38400	○	○	○	○	○	○
40960	×	×	○	○	○	×
46080	×	×	○	○	○	×
49152	×	×	○	○	○	×
51200	×	○	○	○	○	×
57600	○	○	○	○	○	○
61440	×	×	○	○	○	×
73728	×	×	○	○	○	×
76800	×	×	○	○	○	×
81920	×	○	○	○	○	×
92160	×	×	○	○	○	×
98304	×	×	○	○	○	×
102400	×	×	○	○	○	×
115200	○	○	○	○	○	○
122880	○	○	○	○	○	×
135785	○	○	○	○	○	×
147465	×	×	○	○	○	×
153600	×	×	○	○	○	×
163840	○	○	○	○	○	×
184320	×	×	○	○	○	×
204800	○	○	○	○	○	×
230400	○	○	○	○	○	×
245760	×	×	○	○	○	×
256000	○	○	○	○	○	×
265928	○	○	○	○	○	×
294912	×	○	○	○	○	×
307200	×	×	○	○	○	×
368640	×	○	○	○	○	×
409600	○	○	○	○	○	×
460800	○	○	○	○	○	×
491520	○	○	○	○	○	×
614400	○	○	○	○	○	×
737280	×	×	○	○	○	×
819200	○	○	○	○	○	×
921600	○	○	○	○	○	×

※ ○：動作可能， ×：動作しない ※この一覧は、あくまでも、秋山製作所の独自見解です。

Speed	Prolific		FTDI		WCH	標準シリアル
	PL2303 (RS-232C) 3. 4. 25. 218	PL2303HXD (CMOS) 3. 8. 18. 0	FT232 (RS-232C) 2. 12. 24. 0	FT232HL (CMOS) 2. 12. 24. 0	CH340 (TTL) 3. 4. 2014. 8	UTC 75232L (RS-232C) 10. 0. 17134. 1
1000000	×	○	×	○	○	×
1228800	×	○	×	○	○	×
1474560	×	○	×	○	○	×
1500000	×	○	×	○	○	×
1843200	×	○	×	○	×	×
2000000	×	○	×	○	○	×
2457600	×	○	×	○	×	×
2500000	×	○	×	○	×	×
2800000	×	×	×	○	×	×
2949120	×	×	×	○	×	×
3000000	×	○	×	○	○	×
3200000	×	○	×	○	×	×
3500000	×	×	×	○	×	×
3686400	×	×	×	○	×	×
4000000	×	○	×	○	×	×
4500000	×	○	×	○	×	×
4800000	×	×	×	○	×	×
5000000	×	○	×	○	×	×
5500000	×	○	×	○	×	×
6000000	×	○	×	○	×	×
6500000	×	×	×	○	×	×
7000000	×	×	×	×	×	×
7500000	×	×	×	×	×	×
8000000	×	○	×	○	×	×
8500000	×	×	×	×	×	×
9000000	×	×	×	×	×	×
9500000	×	×	×	×	×	×
10000000	×	×	×	×	×	×
11000000	×	×	×	×	×	×
12000000	×	○	×	○	×	×

【補足】 「動作可能」は、設定した Speed で動作するという意味です。

「動作しない」には、次の 2 種類があります。

- (1) ポートが開かない
- (2) 別の Speed で動作する（例：5760bps を指定しても 9600bps で動作する）

※ チップ名の欄の数字は、デバイスドライバーのバージョン番号です。

※ PL2303 と PL2303HXD の 50bps～921600bps までの動作の違いは、デバイスドライバーの違いだと思われます。

6. まとめ

各チップについて、勝手に実験し、勝手に考察を延べ、勝手に一覧表にまとめさせていただき、大変恐縮です。

RS-232C Monitor and Analyzer の現正規ユーザー様や、これから導入をご検討されるお客様の、何らかのご参考になれば幸いです。

メーカー様、ディーラー様、弊所の実験は、ユーザー様の目線で、ユーザー様が一般的に思うであろう疑問にお応えするという目的の実験ですので、是非ご理解くださいませ。（怒らないでくださいね）
この実験レポートについて、何か問題がございましたら、秋山製作所まで、ご一報願います。

今回の実験は、ここまで。

—以上—