

TOE1G-IP 2ポート・デモ手順書 (Xilinx 版)

Rev1.1J 2016/09/01

イーサネット製品アプリケーションにおいては、データ転送と製品の制御で別ポートをアサインするのが一般的です。データ・ポートでは高い転送パフォーマンスが要求される一方、制御ポートでは速度の要求はないもののTCP 以外のプロトコル対応など柔軟な実装が求められます。このような要求に対応する実装例を示すため、DesignGateway 社では TOE1G-IP コアによるデータ転送用高速ポートと CPU ファームウェアによる制御用低速ポートの2ポートを実装したリファレンス・デザインを提供します。本ドキュメントはこのデザインを Xilinx 評価ボードで実機デモするための評価手順を示したものです。

1 動作環境

本デモ・デザインの動作環境を図 1～図 2 に示します。以下の部材をそろえてください。

- 1) Xilinx 製 FPGA 評価ボード、現在 KC705/ZC706 で本デモが可能です。
- 2) ISE (ver 14.4 あるいはそれ以降)/Vivado ツールをインストールしたパソコン
- 3) ZC706 で評価する場合のみ、SFP-RJ45 アダプタ

注: DesignGateway 社で動作確認したアダプタは以下の FCLF-8520-3 または FCLF-8521-3 です。

https://www.finisar.com/sites/default/files/downloads/finisar_fclf-8520-3_fclf-8521-3_1000base-t_copper_sfp_optical_transceiver_productspecreve1.pdf (8520/8521 どちらでも可)

- 4) ギガビット・イーサネットのポートを持つパソコン (2 のツール導入 PC と同一で問題ありません。)
- 5) PC と FPGA ボードを接続する Cat5E か Cat6 のギガビット・イーサネット・ケーブル
- 6) FPGA ボードを JTAG で Configuration するためのマイクロ USB ケーブル(FPGA ボードの付属品)
- 7) 評価用 BIT ファイルおよび合わせて提供される “send_tcp_client.exe” と “recv_tcp_client.exe” 。
※ 評価用の BIT/EXE ファイルは以下のページからユーザ登録することでダウンロードできます。

TOE1G-IP 紹介 URL: http://www.dgway.com/TOE1G-IP_X.html

- 8) FPGA ボードと PC の USB シリアルを接続するミニ USB ケーブル (FPGA ボードの付属品)

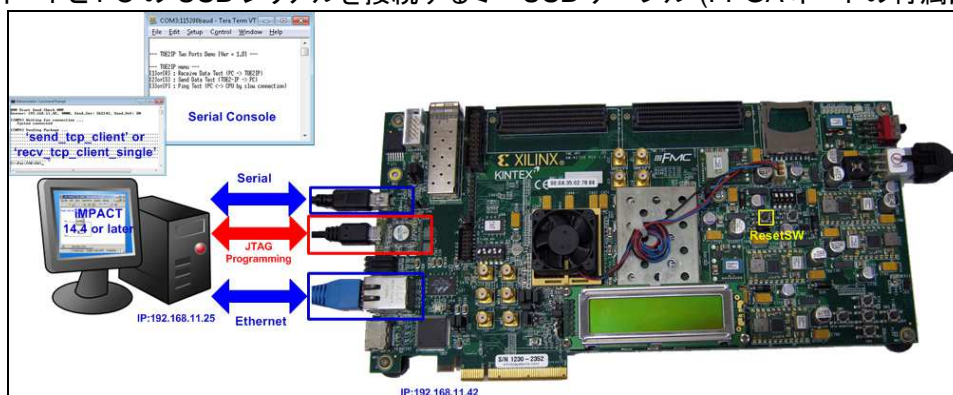


図 1: KC705 ボードでの TOE1G-IP2 ポート・デモ環境

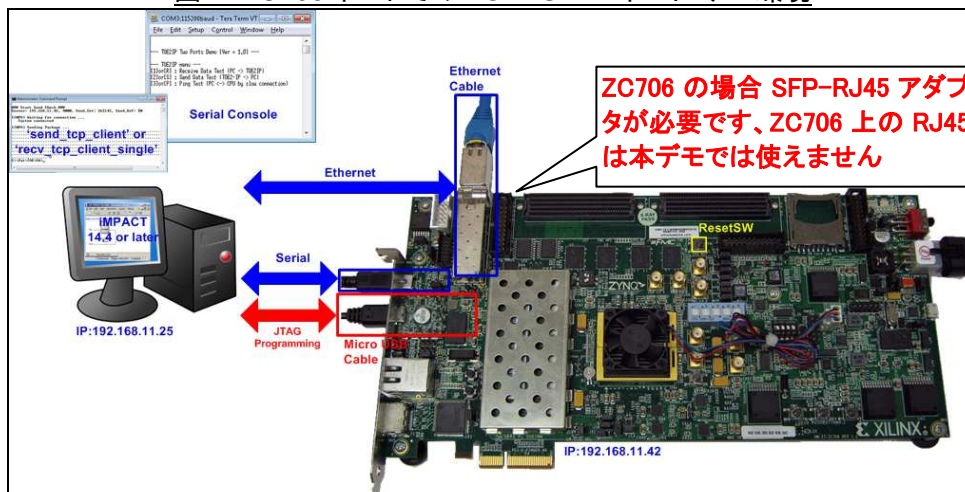


図 2: ZC706 ボードでの TOE1G-IP2 ポート・デモ環境

2 デモ内容の説明

本デモ・デザインのメイン・メニューでは3種類の動作モードが可能です、それは①高速データ受信(PC側で"send_tcp_client.exe"を起動)、②高速データ送信(PC側で"recv_tcp_client.exe"を起動)、そして③低速データ通信(PC側でPingコマンドを起動)です。それぞれの動作モードではPC側で異なるテスト・アプリケーションを使います。FPGAボード上のLEDでは下表1のように高速データ転送状態を表示します。

GPIO LED	点灯	消灯
0	データを転送中	データ転送していない
1/R	PCからの受信データがバッファ内にある	受信バッファは空の状態(*)
2/C	PCへのデータ送信中	データ転送していない
3/L	PCからのデータ受信中	データ転送していない

表 1: LED の発光パターン

注(*): GPIO LED1/LEDRはTOE1G-IPコアの受信バッファ内に、受信したデータが残っている場合に点灯します。ただ本デモではバッファに受信したデータは随時DDR3メモリへ転送されるため、実機にてLED1とLED3はほぼ同じ点灯状態となります。

3 PC側の設定について

本デモにてFPGAボードと接続するPC側では、デモに先立ってIPアドレスやネットワーク・アダプタの設定、あるいはファイアウォール/パケット監視ソフトの機能停止などの設定確認/変更が必要となります。PC側の設定詳細については以下のドキュメントを参照してください。

[文書名]	TOE1G-IP 標準デモ手順書 (Xilinx 版)
[ファイル名]	dg_toe1gip_instruction_xilinx_jp.pdf
[入手先 URL]	http://www.dgway.com/TOE1G-IP_X.html
[参照箇所]	"3. PC 設定" および "5. 制約事項・注意点"の各項目

4 評価手順

4.1 FPGA のコンフィグレーション

本デモの手順を以下に説明します。

- ZC706 ボードの場合図 3～図 4 に示すように SW11 を”00000”にセットし、JTAG からの PS コンフィグレーション・モードを指定し、さらに SW4 を”01”として JTAG を USB-JTAG インターフェイスと接続します。

SW11

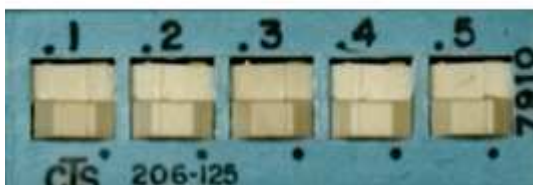


図 3: ZC706 の場合 SW11 を JTAG からの PS モードにセットする



図 4: ZC706 の場合 SW4 で USB-JTAG 接続に設定する

- FPGA ボードと PC 間を JTAG コンフィグ用マイクロ USB ケーブルで接続する。
- FPGA ボードと PC 間を USB シリアル用ミニ USB ケーブルで接続し PC のシリアル・ターミナルソフトウェア (HyperTerminal や TeraTerm 等)を立ち上げシリアル設定を、ボーレート=115,200、データ=8bit、パリティなし、ストップビット=1 とする。
- FPGA ボードと PC 間をイーサネット・ケーブルで接続し、3 章の参考に PC 側のネットワークを設定する。
- FPGA ボードの電源を立ち上げる。
- KC705 の場合、iMPACT を起動し評価用ビット・ファイルの“download_twoport.bit”で FPGA をコンフィグレーションする。コンフィグレーション後、図 5 に示すように RJ45 そばの LED (DS11)の 1000Mbit リンク LED が点灯しリンクが確立されていることを確認する

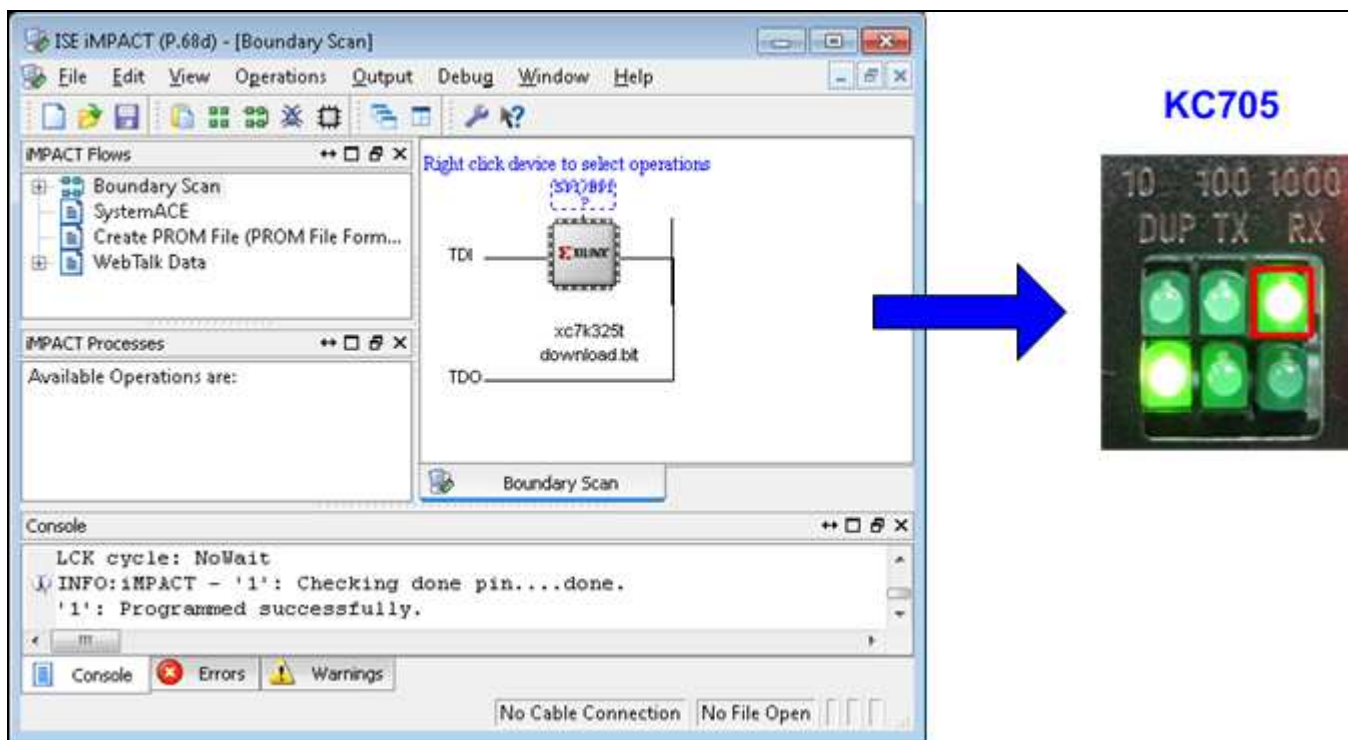


図 5: FPGA のコンフィグレーションとリンク LED の点灯

- ZC706 の場合、ISE コマンド・ラインまたは Vivado TCL シェルを開き、カレント・ディレクトリを ready_for_download に変更します、そして図 6～図 7 のように“zc706_TOE1Gip_twoport”バッチファイルを起動します。ZC706 の場合イーサネット状態 LED はないので、代わりにシリアル・コンソールのメッセージで接続を確認します。

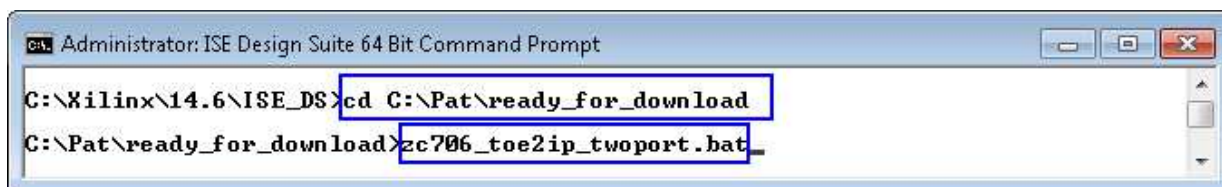


図 6: ZC706 での ISE ツールによるダウンロード・スクリプト



図 7: ZC706 での Vivado ツールによるダウンロード・スクリプト

- シリアル・コンソールにてFPGAがネットワークでPCを検出するとメイン・メニューが表示されます。コンソールで最後のメッセージが“Wait network connection”で接続が確立できない場合、接続LANケーブルやPCのネットワーク設定を確認してください。

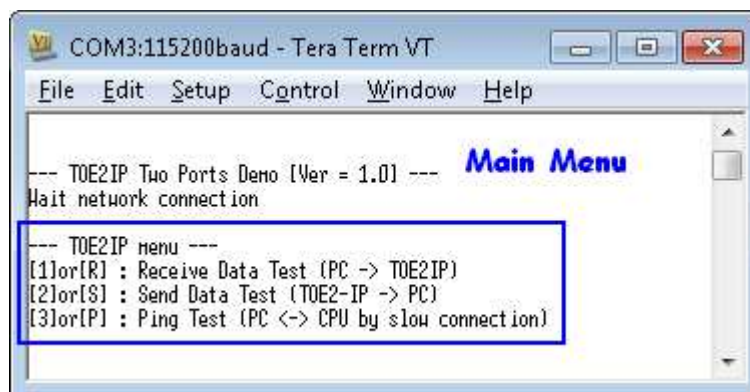


図 8: メイン・メニュー

4.2 テスト動作の実行

本デモのハードウェアとしては送信と受信の双方向転送や高速と低速の両コネクションの転送を同時に行うことができますが、本デモ・デザインはより簡易的にテストするため1つの転送モードのみ選択し実行できます。メイン・メニューでは以下の3種類の転送テストが用意されています。

- (1) データ受信テスト: このテストでは高速コネクションを使って PC から FPGA へ高速データ転送を行います。このテストで PC 側では“send_tcp_client”アプリケーションを使います。
 - (2) データ送信テスト: このテストでは高速コネクションを使って FPGA から PC へ高速データ転送を行います。このテストで PC 側では“recv_tcp_client_single”アプリケーションを使います。
 - (3) PING テスト: このテストでは低速コネクションを使って PC と FPGA の両方向の転送を行います。このテストで PC 側では DOS ウィンドウから“ping”コマンドを実行します。
- 各テスト・メニューのより詳細については以下に説明します。

4.2.1 データ受信テスト

本受信テストの手順は以下となります。

- (1) シリアル・コンソールにて[1]または[R]キーを入力し受信テスト・モードを選択します。すると下図 9 のようなメッセージが表示されます。

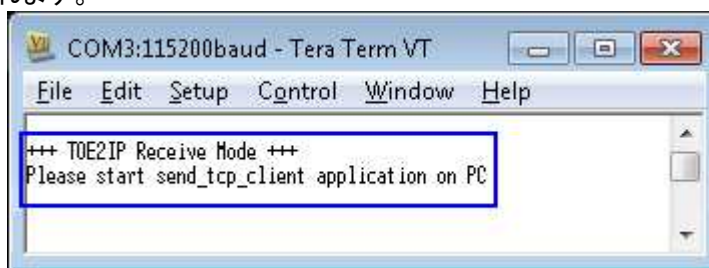


図 9: データ受信テストのメッセージ

- (2) PC 側でコマンド・プロンプトを開き図 10 のように“send_tcp_client”アプリケーションを起動します。このソフトウェアは以下4つの引数を必要とします。
 - a) 接続対象の IP アドレス、本デモでは 192.168.11.42 固定となります。
 - b) 接続対象のポート番号、本デモでの高速ポート(送信・受信とも)番号は 4000 です。
 - c) パケット数、FPGA へ送信する 16K バイト単位でのパケット数。有効な範囲は 1~262143。したがって設定可能な最大の転送長 4,294,950,912 バイト(4G バイト)となる。
 - d) テスト・データ・パターン、[0]:ダミー・データ、[1]:32ビットのインクリメンタル・パターン。[0]を指定した場合、[1]より CPU 消費リソースが小さいため転送パフォーマンスは向上します。(高性能な PC の場合、どちらもほぼ同じパフォーマンスです。)

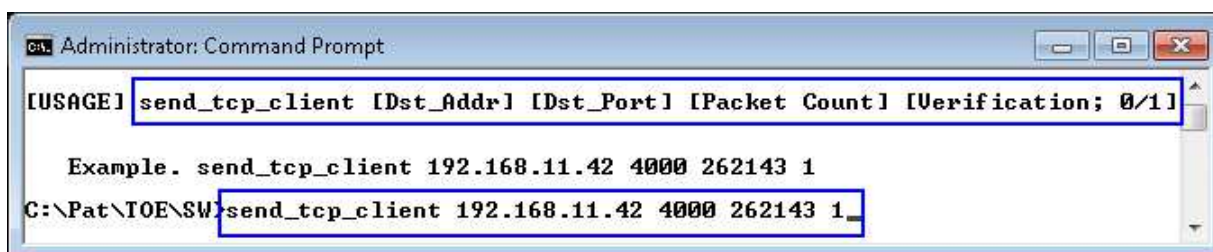


図 10: “send_tcp_client”アプリケーションを起動

注意: PC 側でのテスト・アプリケーション起動前にシリアル・コンソールで何らかのキー入力があった場合、下図 11 に示すようにデータ受信テストはキャンセルされメイン・メニューに戻ります。

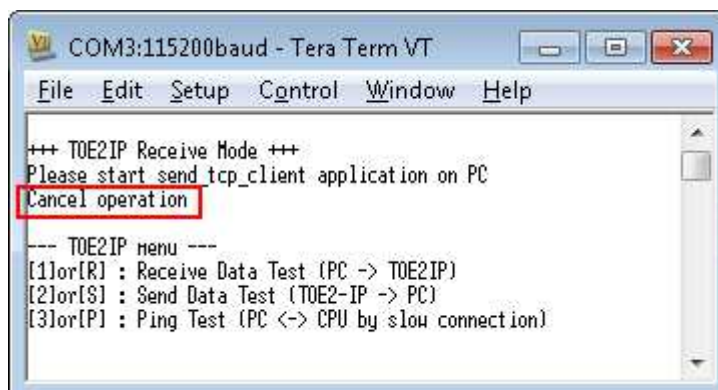


図 11: PC 側での send_tcp_client 起動前にユーザによってキー操作があった場合のキャンセル

- (3) 総転送サイズが 512MByte 以上(パケット数が 32768 以上)の場合、本デモの FPGA 側バッファ・サイズを超えるためシリアル・コンソールにはデータ・ベリファイを行うかどうかの選択メッセージは表示されません。そして図 12 に示すように総転送サイズと所要時間がシリアル・コンソール上に表示され、さらに転送パフォーマンスが表示されます。

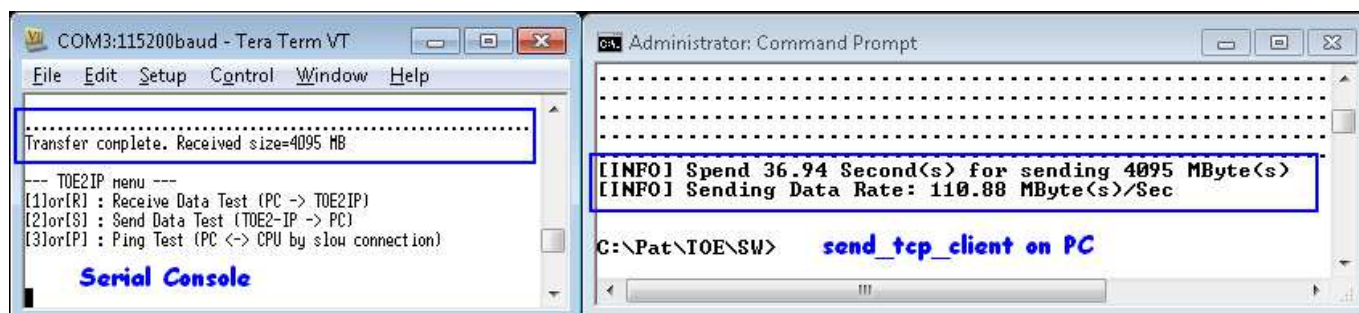


図 12: 転送サイズが 512MByte を超える場合の受信テスト結果例

- (4) 総転送サイズが 512MByte またはそれ以下の場合、転送終了時に“Press Y/N to verify data”のメッセージが図 13 に示すようにシリアル・コンソールに表示されます。ここでユーザが‘Y’または‘N’キーで FPGA でのデータ・ベリファイを実施するかスキップするかを決めることができます。データ・ベリファイを行う場合、PC 側の“send_tcp_client”で 4 番目のテスト・データ・パターン引数に[1]を指定する必要があります。この引数を 0[0] (ダミー・データ)とした場合、ここは図 14 に示すように‘N’キーにてベリファイをスキップする必要があります。

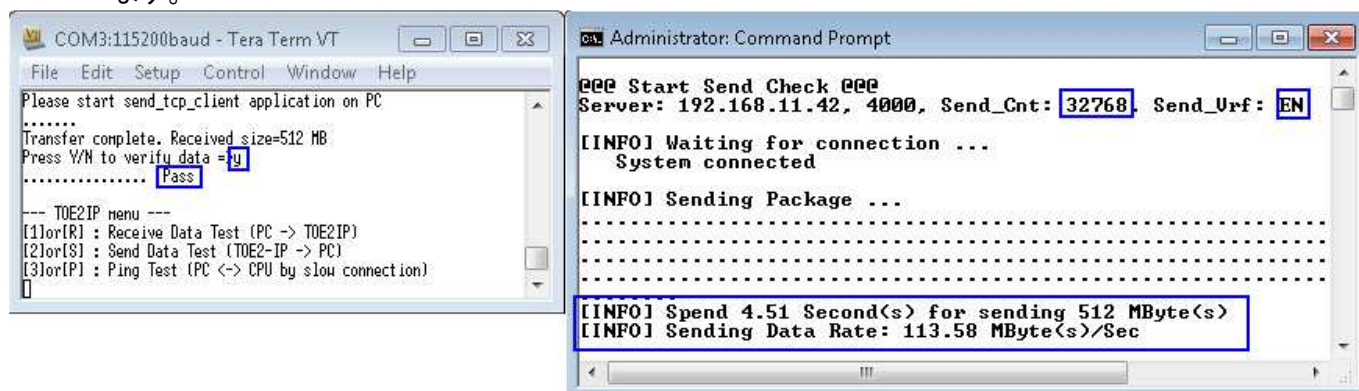


図 13: データ・ベリファイ機能を選択した場合のテスト結果

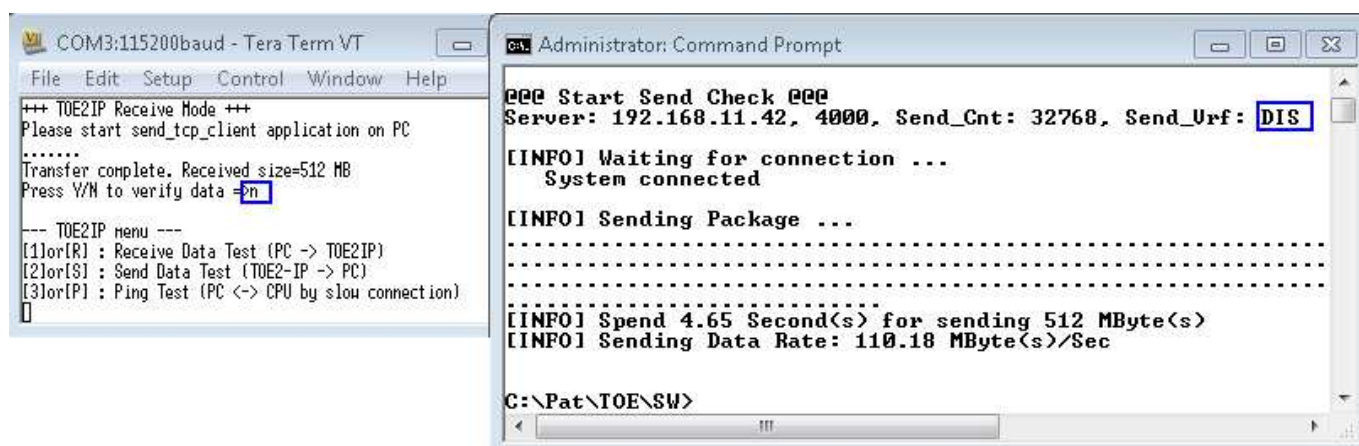


図 14: データ・ベリファイ機能を使わない場合のテスト結果

FPGA 側ではデータ・ベリファイを選択したが PC 側でダミー・データを送信した場合、FPGA 側で期待したインクリメンタル・データが受信できないため図 15 に示すようにシリアル・コンソール上にデータ不一致のメッセージが表示されます。

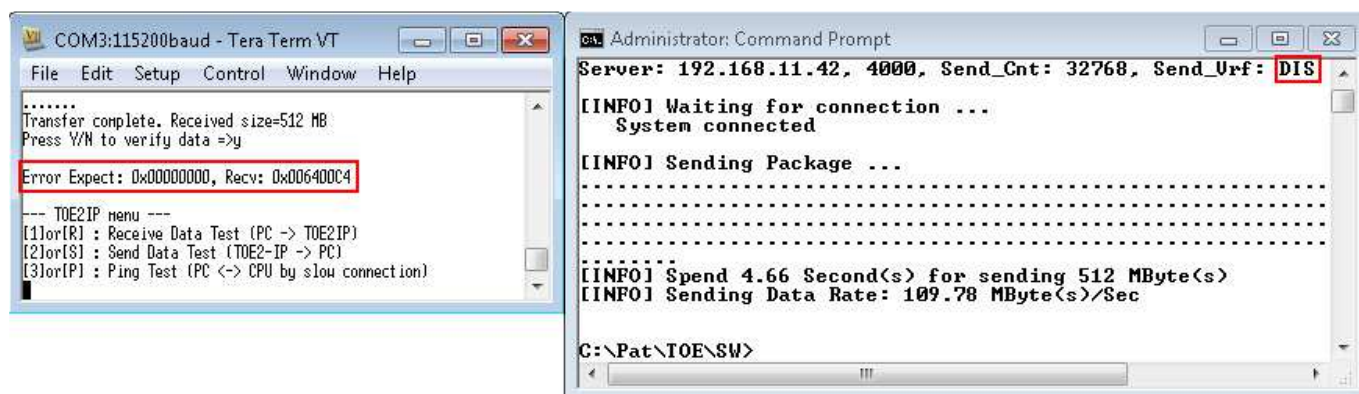


図 15: データ・ベリファイでエラーが検出された場合のエラー・メッセージ

4.2.2 データ送信テスト

本送信テストの手順は以下となります。

(1) シリアル・コンソールにて[2]または[S]キーを入力し送信テスト・モードを選択します。その後以下のように各パラメータ入力を行います。

- a) パケット・サイズ: [0]-1460 バイト(通常フレーム), [1]-8960 バイト(ジャンボ・フレーム)
- b) 総転送サイズ: 有効な値の範囲は 1 - 0xFFFFFFFF.
- c) テスト・パターンの要否: この入力項目は総転送サイズが 512MByte かそれ以下の場合のみ表示されます。'Y'の場合インクリメンタル・パターンのテスト・データを送信データとして用意し'N'の場合はダミー・データが送信データとなります。

上記の各パラメータを入力した後、図 16 または図 17 で示すようにシリアル・コンソールにてホスト PC 側で“recv_tcp_client_single”を起動するよう促します。このメッセージに従い、PC 側のコマンド・ラインで受信テスト・アプリケーション起動してください。

データ受信テストと同様、テスト・アプリケーション実行中にシリアル・コンソールでキー入力があった場合、図 18 のようにテストはキャンセルされメイン・メニューに戻ります。

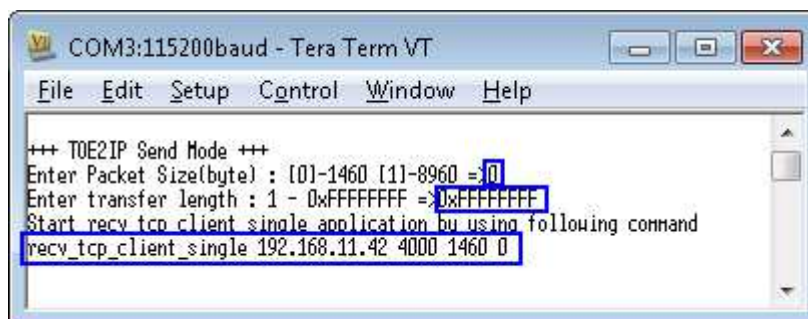


図 16: 転送長が 512MByte を超える場合のパラメータ入力

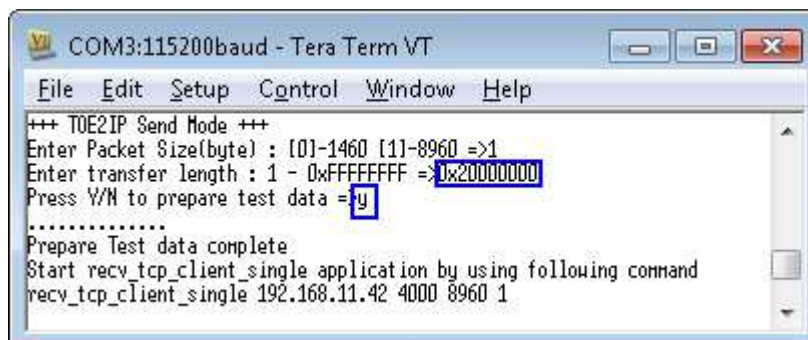


図 17: 転送長が 512MByte かそれ以下の場合のパラメータ入力

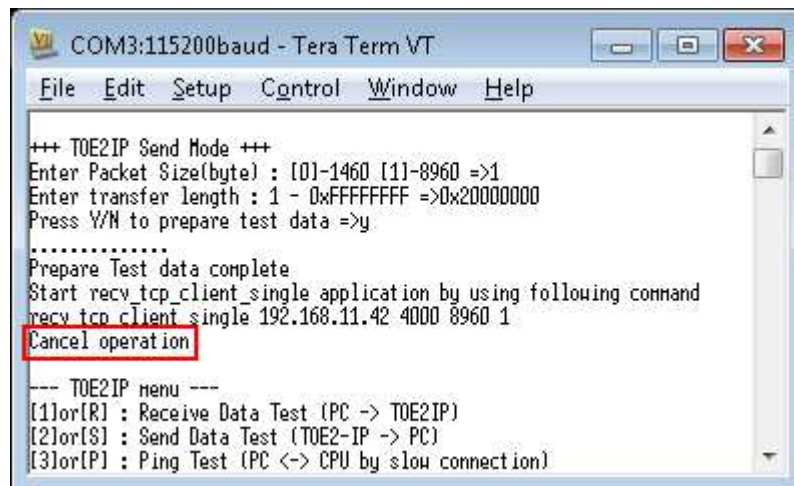


図 18: PC 側の `recv_tcp_client_single` 待機中にユーザのキー入力によるキャンセル

- (2) 接続 PC 側にてコマンド・プロンプトを開き、図 19 のように“`recv_tcp_client_single`”アプリケーションを起動します。その際に以下4つのパラメータを引数として入力します。
- 接続対象の IP アドレス、本デモでは 192.168.11.42 固定となります。
 - 接続対象のポート番号、本デモでの高速ポート番号は 4000 です。
 - 受信データ長: ここで設定する値はデータ取得を開始するしきい値となります。通常この値は FPGA 側のシリアル・コンソールで設定したパケット長と等しくします。ただし FPGA 側で設定した総転送サイズが小さい場合 (1パケット以下の場合) は総転送サイズそのものと同じ値を設定します。
 - ベリファイ有無: [0]の場合ベリファイを行わず[1]の場合ベリファイ機能を有効にします。データ・ベリファイ機能を有効とした場合、PC の能力によってはベリファイを行わない場合より転送パフォーマンスが低下します。最新の高性能 PC の場合、ベリファイの有無でパフォーマンスに差異がない場合があります。ベリファイ機能は総転送サイズが 512MByte かそれ以下の場合であり、かつ FPGA 側でインクリメンタル・データを送信した場合に使えます。

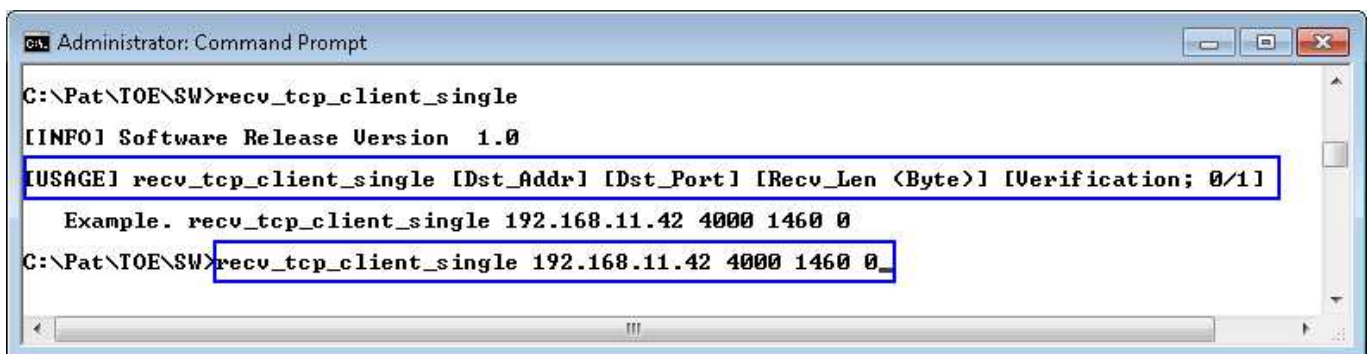
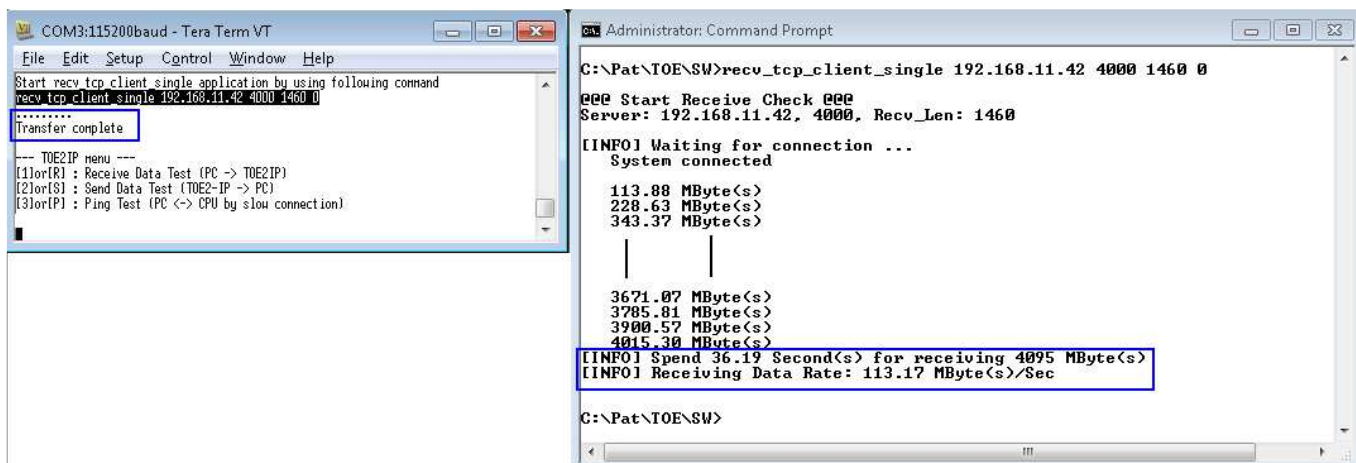


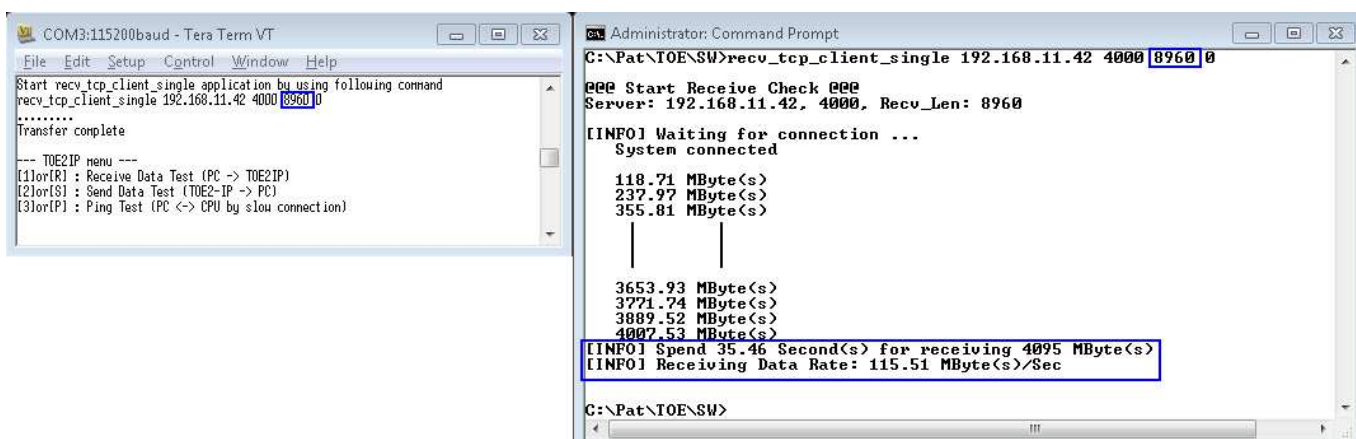
図 19: PC 側での“`recv_tcp_client_single`”アプリケーションの起動

- 図 20 と図 21 はそれぞれ総転送サイズが 4G バイトの通常フレームとジャンボ・フレームの場合でのテスト結果を示したものです。転送サイズが 4GByte のためペリファイなしのモードで起動します。ジャンボ・フレームの場合通常フレームより僅かにパフォーマンスが向上することがあります。ただし DesignGateway 社ではジャンボ・フレームでのパフォーマンス改善効果は非常に小さいことや、ジャンボ・フレームでの互換性問題(経路中にハブを介す場合のフレーム解釈の相違による問題)から、ジャンボ・フレームを実デザインで使うことは推奨しておりません。



The screenshot shows two windows. The left window is Tera Term (COM3:115200baud) showing the execution of the 'recv_tcp_client_single' application. The right window is a Command Prompt showing the output of the application. The output includes the command 'recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 1460 0', a 'Start Receive Check' section, and a list of received data sizes: 113.88 MByte(s), 228.63 MByte(s), 343.37 MByte(s), 3671.07 MByte(s), 3785.81 MByte(s), 3900.57 MByte(s), and 4015.30 MByte(s). A summary line indicates: '[INFO] Spend 36.19 Second(s) for receiving 4095 MByte(s)' and '[INFO] Receiving Data Rate: 113.17 MByte(s)/Sec'.

図 20: 通常フレーム(パケット・サイズ=1460Byte)のテスト結果例



The screenshot shows two windows. The left window is Tera Term (COM3:115200baud) showing the execution of the 'recv_tcp_client_single' application. The right window is a Command Prompt showing the output of the application. The output includes the command 'recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 0', a 'Start Receive Check' section, and a list of received data sizes: 118.71 MByte(s), 237.97 MByte(s), 355.81 MByte(s), 3653.93 MByte(s), 3771.74 MByte(s), 3889.52 MByte(s), and 4007.53 MByte(s). A summary line indicates: '[INFO] Spend 35.46 Second(s) for receiving 4095 MByte(s)' and '[INFO] Receiving Data Rate: 115.51 MByte(s)/Sec'.

図 21: ジャンボ・フレーム(パケット・サイズ=8960Byte)のテスト結果例

- 図 22 と図 23 はそれぞれ転送サイズが 512M バイトでベリファイ機能を有効と無効にした場合のテスト結果を示したものです。
- 図 24 は“recv_tcp_client_single”アプリケーションを起動する一方シリアル・コンソールではダミー・データを FPGA から出力させてわざとエラーを発生させた例です。

The screenshot shows two windows. On the left is the Tera Term window with the following text:

```
COM3:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Prepare Test data complete
Start recv_tcp_client_single application by using following command
recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 1
Transfer complete
--- TOE2IP menu ---
[1]or[R] : Receive Data Test (PC -> TOE2IP)
[2]or[S] : Send Data Test (TOE2-IP -> PC)
[3]or[P] : Ping Test (PC <-> CPU by slow connection)
```

On the right is the Administrator: Command Prompt window with the following text:

```
C:\Pat\TOE\SW>recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 1
@@@ Start Receive Check @@@
Server: 192.168.11.42, 4000, Recv_Len: 8960

[INFO] Waiting for connection ...
System connected

119.43 MByte(s)
239.09 MByte(s)
357.78 MByte(s)
475.70 MByte(s)
[INFO] Spend 4.37 Second(s) for receiving 512 MByte(s)
[INFO] Receiving Data Rate: 117.22 MByte(s)/Sec

C:\Pat\TOE\SW>_
```

図 22: ベリファイ機能をイネーブルとした 512M バイト転送のテスト結果例

The screenshot shows two windows. On the left is the Tera Term window with the following text:

```
COM3:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
+++ TOE2IP Send Mode +++
Enter Packet Size(byte) : [0]-1460 [1]-8960 =>1
Enter transfer length : 1 - 0xFFFFFFFF =>0x20000000
Press V/N to prepare test data =N
Start recv_tcp_client_single application by using following command
recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 0
Transfer complete
--- TOE2IP menu ---
[1]or[R] : Receive Data Test (PC -> TOE2IP)
[2]or[S] : Send Data Test (TOE2-IP -> PC)
[3]or[P] : Ping Test (PC <-> CPU by slow connection)
```

On the right is the Administrator: Command Prompt window with the following text:

```
C:\Pat\TOE\SW>recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 0
@@@ Start Receive Check @@@
Server: 192.168.11.42, 4000, Recv_Len: 8960

[INFO] Waiting for connection ...
System connected

119.38 MByte(s)
239.11 MByte(s)
358.85 MByte(s)
476.88 MByte(s)
[INFO] Spend 4.35 Second(s) for receiving 512 MByte(s)
[INFO] Receiving Data Rate: 117.62 MByte(s)/Sec

C:\Pat\TOE\SW>_
```

図 23: ベリファイ機能をディスエーブルとした 512M 倍と転送のテスト結果例

The screenshot shows two windows. On the left is the Tera Term window with the following text:

```
COM3:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
+++ TOE2IP Send Mode +++
Enter Packet Size(byte) : [0]-1460 [1]-8960 =>1
Enter transfer length : 1 - 0xFFFFFFFF =>0x20000000
Press V/N to prepare test data =N
Start recv_tcp_client_single application by using following command
recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 0
Transfer complete
--- TOE2IP menu ---
[1]or[R] : Receive Data Test (PC -> TOE2IP)
[2]or[S] : Send Data Test (TOE2-IP -> PC)
[3]or[P] : Ping Test (PC <-> CPU by slow connection)
```

On the right is the Administrator: Command Prompt window with the following text:

```
C:\Pat\TOE\SW>recv_tcp_client_single 192.168.11.42 4000 8960 1
@@@ Start Receive Check @@@
Server: 192.168.11.42, 4000, Recv_Len: 8960

[INFO] Waiting for connection ...
System connected

Error Expect: 0x00000000, Recv: 0x00020010, Index: 0
[INFO] Spend 0.00 Second(s) for receiving 8 kByte(s)
[INFO] Receiving Data Rate: 0.0 Byte(s)/Sec

C:\Pat\TOE\SW>_
```

図 24: ベリファイ・エラーが発生する条件でテストした場合のエラー・メッセージ

4.2.3 PING テスト

本 PING テストの手順は以下となります。

- (1) シリアル・コンソールにて[3]または[P]キーを入力し PING テスト・モードを選択します。すると下図 25 左側のような “Please start run Ping command on PC” のメッセージが表示されます。
- (2) PC 側でコマンド・プロンプトを開き図 25 右側のように以下の PING コマンドを発行します。
 >> ping 192.168.11.42
 (注意: 本デモにおいて FPGA 側の IP アドレスは 192.168.11.42. で固定されています。)
- (3) PING テストが終了するとシリアル・コンソールにてキー入力することでメイン・メニューに戻ります。

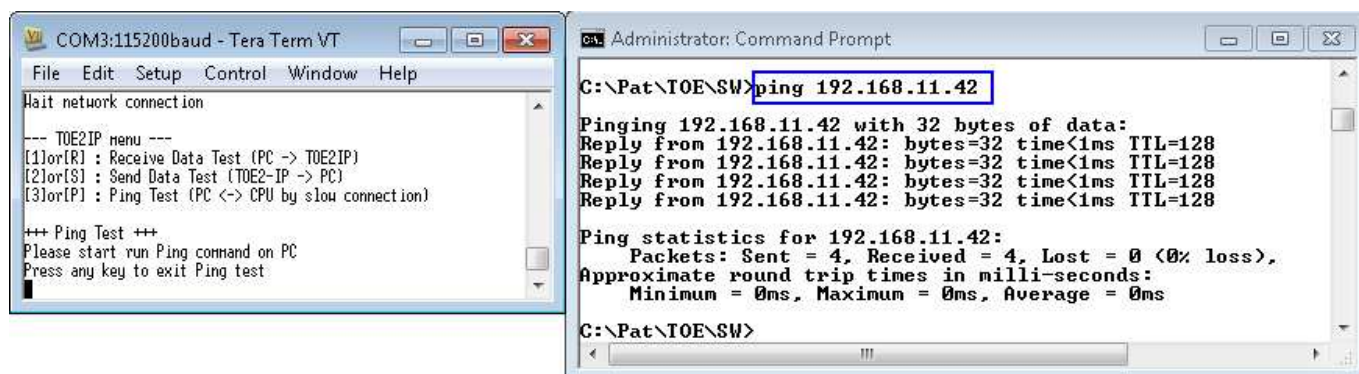


図 25: PING テストの結果例

5 改版履歴

リビジョン	日付	履歴
1.0	16-Jan-15	Initial version release
1.0J	2015/3/5	日本語訳の初期バージョン作成
1.1J	2016/9/1	製品名の変更(TOE2-IP → TOE1G-IP)

Copyright: 2014 Design Gateway Co.,Ltd.