

EZ-USB[®] FX3[™]による USB 3.0 スループットの最適化

著者: Manaskant Desai, Karthik Sivaramakrishnan

関連プロジェクト: あり

関連製品ファミリ: EZ-USB FX3

ソフトウェア バージョン: FX3 SDK v1.3.3

関連アプリケーション ノート: 完全な一覧については、[こちらをクリックしてください](#)。

本アプリケーション ノートの最新版または関連プロジェクトファイルは、
<http://www.cypress.com/go/AN86947> にアクセスしてください。

USB 3.0 は、5G ビット/秒 (SuperSpeed) の信号速度を使用しており、前世代の製品より大幅な性能向上を提供します。ただし、最大達成可能なスループットは、ホスト PC コントローラーのタイプ、オペレーティング システム、USB 設計 (転送タイプとバッファ サイズ) などの重要な要素にも依存します。本アプリケーション ノートでは、USB 3.0 のデータ転送を最大化するために EZ-USB[®] FX3[™] コントローラーを使用する技法について説明します。USB SuperSpeed のサンプル コードの完全なリストは、<http://www.cypress.com/?rID=101781> をご覧ください。

目次

1	はじめに	1	9	AUTO DMA チャネルにおける GPIF から USB への転送の性能	12
2	関連リソース	2	10	ホストコントローラーの性能比較	14
2.1	EZ-USB FX3 ソフトウェア開発キット	2	11	オペレーティング システムの性能比較	14
2.2	GPIF II Designer	3	12	スループットに影響を与えるその他の要因	15
3	テスト セットアップ	3	13	他のリソース	15
4	性能要約	5	14	まとめ	16
5	動作説明	6			
6	アイソクロナス転送	6			
7	バルク転送	9			
8	割込み転送	11			

1 はじめに

サイプレスの EZ-USB FX3 は、高度に集積化された柔軟な機能を提供し、あらゆるシステムに USB 3.0 機能を追加できるようにする次世代 USB 3.0 周辺機器コントローラーです。USB 3.0 の信号速度は 5G ビット/秒であり、USB 2.0 の 10 倍の速度です。FX3 デバイスは、USB 3.0 仕様がサポートする理論上の最大値に近いスループットを実現します。

FX3 はすべての SuperSpeed 転送タイプ (コントロール、アイソクロナス、バルク、割込み) に対応しています。ただし、コントロール転送は大量のデータを移動するにはお勧めできません。したがって、本アプリケーション ノートではアイソクロナス、バルクおよび割込みの転送タイプのための最大スループットに達成するためのガイドラインを示します。

FX3 は通常、USB3.0 ホストとイメージ センサー、ASIC、FPGA などの外部デバイス間でデータを転送するブリッジデバイスとして使用されます。FX3 ベースのアプリケーションによって得られるデータ スループットは、次の複数の要因に依存します。それらは USB の転送タイプ、バースト サイズや FX3 デバイス内で使用されるバッファ データ量などの転送パラメーター、および使用されるホストコントローラーと OS プラットフォームです。

本アプリケーション ノートは、FX3 の開発基板を使用して、各種ホストとオペレーティング システムで転送方法をテストし、比較します。簡単な FX3 ファームウェアの例を使用し、それぞれの要因がどのようにスループットに影響を与えるかを調べます。特定のアプリケーションの性能最適化ガイドラインを記述し、まとめとして USB 3.0 スループットを最大化するための FX3 コンフィギュレーションを詳しく説明します。

注: 本アプリケーション ノートは FX3 内部で生成されたデータのみを使用して USB 3.0 のスループット値を一覧にします。データが GPIF II を介して外部デバイスから FX3 に転送された場合、USB 3.0 スループット値は低くなります。FPGA が FX3 にデータを書き込む場合のスループット値については、AN65974 を参照してください。

2 関連リソース

サイプレスは www.cypress.com に豊富なデータを掲載しており、これによってユーザーが対象とするデザインに対して適切なデバイスを選択し、迅速かつ効率的にデバイスをデザインに統合する手助けをしています。リソースの包括的なリストについては、知識ベース記事「[KBA87889, How to Design with EZ-USB FX3 and FX3S™](#)」を参照してください。

- **概要:** USB ポートフォリオ、USB ロードマップ
- **USB 3.0 製品セレクト:** FX3、FX3S、CX3™、HX3、West Bridge® Benicia™
- **アプリケーション ノート:** サイプレスは、基本レベルから上級レベルまでのさまざまなトピックを網羅する USB アプリケーション ノートを提供しています。以下は FX3 入門用の推奨アプリケーション ノートです。
 - [AN75705](#) – EZ-USB® FX3™ 入門
 - [AN76405](#) – EZ-USB® FX3™/FX3S™ ブートオプション
 - [AN70707](#) – EZ-USB® FX3™ スレーブ FIFO インターフェースを使った設計
 - [AN65974](#) – Designing with the EZ-USB FX3 Slave FIFO Interface
 - [AN75779](#) – USB ビデオクラス(UVC) フレームワーク内で EZ-USB FX3 を使用してイメージセンサーインターフェースを実装する方法
 - [AN86947](#) – Optimizing USB 3.0 Throughput with EZ-USB FX3
 - [AN84868](#) – サイプレスの EZ-USB FX3 を使用した USB 経由での Xilinx FPGA コンフィギュレーション
 - [AN68829](#) – Slave FIFO Interface for EZ-USB FX3: 5-Bit Address Mode
 - [AN73609](#) – EZ-USB FX2LP™/ FX3 Developing Bulk-Loop Example on Linux
 - [AN77960](#) – Introduction to EZ-USB FX3 High-Speed USB Host Controller
 - [AN76348](#) – Differences in Implementation of EZ-USB FX2LP and EZ-USB FX3 Applications
 - [AN89661](#) – USB RAID 1 Disk Design Using EZ-USB FX3S
- **サンプルコード:**
 - [USB Hi-Speed](#)
 - [USB Full-Speed](#)
 - [USB SuperSpeed](#)
- **テクニカル リファレンス マニュアル (TRM):** [EZ-USB FX3 Technical Reference Manual](#)
- **開発キット (DVK):**
 - [CYUSB3KIT-003](#), EZ-USB FX3 SuperSpeed Explorer Kit
 - [CYUSB3KIT-001](#), EZ-USB FX3 Development Kit
- **モデル:** IBIS

2.1 EZ-USB FX3 ソフトウェア開発キット

サイプレスは、FX3 が SuperSpeed USB をいかなる組込みアプリケーションにも簡単に統合するための完全なソフトウェアとファームウェア スタックを提供しています。[ソフトウェア開発キット \(SDK\)](#) は、アプリケーション開発を加速させるツール、ドライバーやアプリケーション例を含みます。

2.2 GPIF II Designer

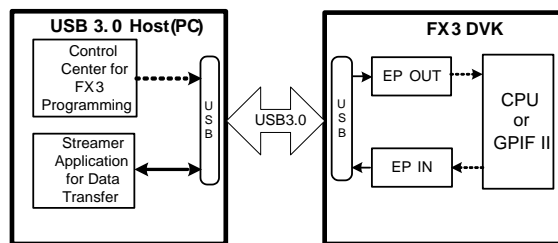
GPIF II Designer は、EZ-USB FX3 USB 3.0 デバイス コントローラーの GPIF II インターフェースを設定できるようにするグラフィカル ソフトウェアです。このツールでは、サイプレスが提供する 5 つのインターフェースのうちの 1 つを選ぶか、独自の GPIF II インターフェースを最初から開発することができます。サイプレスは同期と非同期スレーブ FIFO、同期 SRAM、非同期 SRAM などの業界標準インターフェースを提供します。あらかじめ定義されたこれらのインターフェースのいずれかを、既にシステム内に備えている場合、バス幅 (x8、x16、x32)、エンディアン、クロック設定など一連の標準パラメーターからインターフェースを選択してコンパイルすることができます。

カスタマイズ インターフェースを必要とする場合、ツールは合理化された 3 段階の GPIF インターフェース開発プロセスを提供します。これにより、ユーザーはまずピン コンフィギュレーションおよび標準パラメーターを選択できます。次に、設定可能な操作で仮想ステート マシンを設計します。最後に、出力タイミングが期待通りになるかを確認できます。この 3 段階のプロセスが終わると、このインターフェースをコンパイルし、FX3 と統合します。

3 テスト セットアップ

図 1 は、本アプリケーション ノート用のテスト セットアップを示します。すべてのテストは、USB 3.0 コネクタを介して PC ホストに接続されている FX3 DVK を使用して実行されます。

図 1. テスト セットアップ



Control Center アプリケーションは、ファームウェア イメージを FX3 の内部 RAM にダウンロードするために使用されます。ダウンロード後、FX3 は Streamer アプリケーションを使用してデータ転送を実行する準備ができています。ユーザーに便利のように、Control Center、C++ Streamer アプリケーション バイナリ、およびサイプレスの USB 3.0 ドライバー (CyUSB3.sys) も付属して提供されています。付属で提供されている Streamer アプリケーションは、最高の性能値を実現できるように設定されています。

最新の FX3 SDK は、www.cypress.com/?rID=57990 よりダウンロードしてください。

Streamer アプリケーションの C++バージョンは、SDK をインストールした後に次のパスを参照してください:

`C:\Program Files\Cypress\EZ-USB FX3 SDK\1.3\application\cpp\streamer\x86\Release`

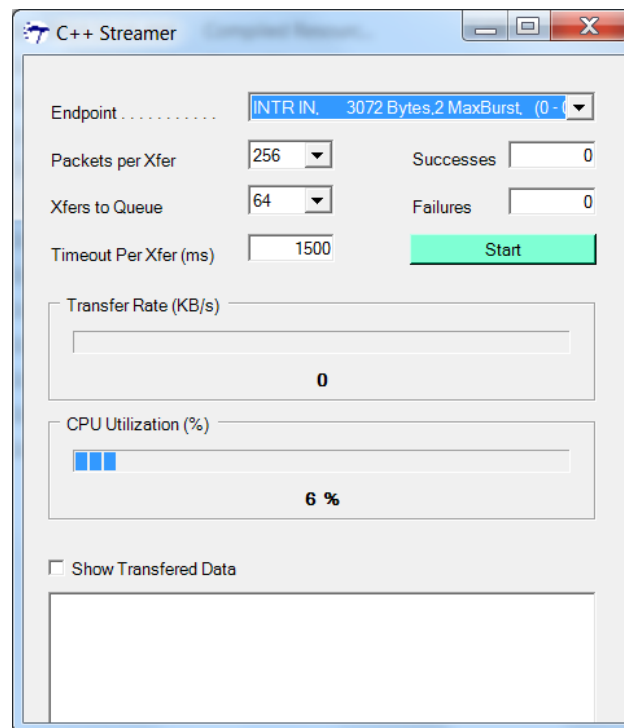
注: 64ビットの Windows マシンでは、「Program Files」ディレクトリは「Program Files (x86)」となります。

表 1 は 4 つの転送テストの一覧を示します。図 2 に示す Streamer アプリケーションはこれらのテストをサポートしており、「スループット メーター」として機能します。本アプリケーション ノートでは、Streamer アプリケーションの C++バージョンを使用して 3 つの転送タイプ (アイソクロナス、バルク、割込み) の性能を測定します。アプリケーションとドライバー レベルのオーバーヘッドが原因で、C#バージョンはより低いスループットとなることに注意してください。

表 1. 4 つの転送テストのコード イメージ

テスト	FX3 コード イメージ	説明
1	USBIsSourceSink	EP1-IN は ISO データ用の一定のソース; EP1-OUT は ISO データ用の一定のシンク。GPIF II の接続なし
2	USBBulkSourceSink	テスト 1 と同様であるが、バルク転送を使用
3	USBIntrSourceSink	テスト 1 と同様であるが、割り込み転送を使用
4	GpifToUsb	GPIF II は、PC へのバルク転送を実行する EP-IN に最大速度で転送するために使用。これは、 図 1 に示した GPIF II から EP1-IN への点線のパスを使用する唯一のテスト

図 2. C++ Streamer



Streamer アプリケーションのユーザー インターフェースは以下のものを含みます。

- **Endpoint:** このドロップダウン リストより、異なる転送タイプとエンドポイント バッファの数を選択できます。
- **Packets per Xfer:** 転送は 1 つのデータ セットに対するパケットの集まりです。転送ごとのパケット数が多いほど、USB オーバーヘッドが低減され、より高いデータレートが得られます。
- **Xfers to Queue:** この設定により、複数の転送を開始して、それらをタスク キューに追加することができます。これはホスト アプリケーション側の連続転送間の待ち時間を減らします。そのため、より多くの転送をキュー行列に入れることは、より高いデータ転送速度を与えます。
- **Successes:** ストリーミング テスト中に転送が正常に完了したパケットの総数をインクリメントすることによって示します。
- **Failures:** バッファの転送でエラーが報告されるたびにインクリメントします。1 つの考えられるエラーはデバイスからのデータがない場合です。
- **Transfer Rate:** 選択されたエンドポイントを介して USB バスと EZ-USB FX3 の現在のスループット性能をリアルタイムに更新します。
- **CPU Utilization:** USB 経由でストリーミングを行っているときのコンピューターの CPU 利用率をグラフで示します。

- **Timeout Per Xfer:** タイムアウト値以内にデバイスからのデータがない場合、転送は失敗です。デフォルト値は 1500ms です。

表 1 は、帯域幅のテスト用に FX3 DVK にダウンロードされた 4 つのコード イメージ (.img ファイル) を示します。これらのモジュールは、本アプリケーション ノートに添付されている.zip ファイルから利用可能です。

- **USBIsoSourceSink** の例は、SuperSpeed アイソクロナス転送の性能を測定するために使用されます。この例では、FX3 デバイス側で ISO (アイソクロナス) データを連続してソースまたはシンクする 1 組の IN と OUT のエンドポイントを使用します。
- **USBBulkSourceSink** の例は、SuperSpeed バルク転送の性能を測定するために使用されます。この例では、バルクデータを連続してソースまたはシンクする 1 組の IN と OUT のエンドポイントも使用します。
- **USBIntrSourceSink** の例は、SuperSpeed 割込み転送の性能を測定するために使用されます。
- **GpifToUsb** の例は、GPIF から USB へのバルク データ転送の性能を測定するために使用されます。この例では、最も基本的な GPIF II インターフェースからデータを連続的に読み出して、ファームウェアの介入なしに IN エンドポイントを経由して USB ホストに送信します。

注: これらのテスト転送の FX3 側では、FIFO 内のデータを処理する、またはオフチップ データを移動するなどのオーバーヘッドを導入しません。オーバーヘッドの処理はアプリケーションに依存しており、本アプリケーション ノートで測定されるスループットを低下させることがあります。スループットの低下を最小限に抑えるために、FX3 GPIF II と DMA の機能を正しい方法で使用してください。本アプリケーション ノートの 12 節では、FX3 スループット性能を最大化するためのヒントを提供します。

すべてのサンプル コードで、命令キャッシュが有効であり、データ キャッシュが無効になっています。ファームウェアアプリケーションが通常の実行を実行する必要がない限り、データ キャッシュをオフのままにすることをお勧めします。

これらの例は、Intel C216 チップセット ファミリー USB 3.0 eXtensible ホスト コントローラー (XHCI) を使用した PC ホストに直接接続している FX3 DVK によってテストされます。使用されるオペレーティング システムは 64 ビットの Windows 7 であり、Intel ホストドライバのバージョンは 1.0.5.235 です。

4 性能要約

表 2 で、3 つの SourceSink ファームウェア バージョンを使用した 3 つの転送タイプの性能をまとめます。表中の「バースト長」¹は、USB ディスクリプタでホストに報告され、ファームウェアで設定されるバースト サイズを意味し、「パケット数」はサービス間隔ごとに転送されるアイソクロナス パケット数を意味します。このパラメーターはアイソクロナス転送と割込み転送のみに適用されます。割込み転送の場合、パケット数は常に 1 です。詳細なスループット解析については、6、7、8、9 節を参照してください。

表 2. 性能をまとめた結果

転送	バースト長	パケット数	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)
アイソクロナス	16	3	48	2	382,700
バルク	16	該当なし	48	2	454,300
割込み	3	1	3	1	23,900

¹ USB 3.0 は、パケット間のハンドシェイクを必要とせずに、エンドポイントを介して特定のデータ パケット数を転送することを可能にするデータ バーストを提供します。個別のエンドポイントは、特定のエンドポイントに関連付けられている SuperSpeed Endpoint Companion ディスクリプタを介してそのバースト能力 (すなわち、バーストごとの最大のパケット数) をホストに伝えます。

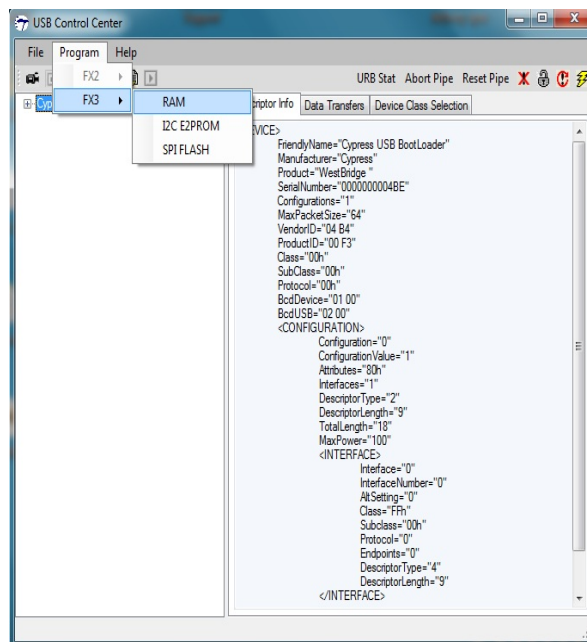
5 動作説明

初めて FX3 DVK を使用する場合、アプリケーション ノート「AN75705 – Getting Started with EZ-USB FX3」を参照してください。以下の手順を行うことによって上述のすべての転送タイプに対応するスループットを測定できます。

1. 本アプリケーション ノートに添付されているファームウェア、Control Center、C++ Streamer アプリケーション、およびサイプレス USB 3.0 ドライバーを含む.zip ファイルをダウンロードします。
2. 添付ファイルで提供されている USB Control Center (図 3 に示す) を使用して、4 つのイメージ ファイルのいずれかをダウンロードします。これは FX3 SDK の一部としてもインストールされます (<install directory>\Cypress\EZ-USB FX3 SDK\1.3\application\c_sharp\controlcenter\bin\Release)。
3. 添付ファイルにある C++ Streamer アプリケーションを開き、図 2 に示したようにパラメーターを選択して、**Start** ボタンをクリックします。

データスループットは KB/s 単位で表示されます。

図 3. USB Control Center



6 アイソクロナス転送

アイソクロナス転送タイプは、オーディオやビデオなどのデータ ストリーミング アプリケーションに適しています。アイソクロナス転送は、SuperSpeed バス上で保証されたデータ帯域幅を備えていますが、ハンドシェイクやリトライを含みません。

SuperSpeed アイソクロナス エンドポイントは、最大 1024 バイトまでのデータ パケット ペイロード サイズに対応しています。データの生産率は、指定されたバースト サイズが完了するまで ACK を待機する必要がないため、バースト トランザクションはデータ転送速度を向上させます。FX3 デバイスは、USB 仕様で指定された最大 16 までのバースト サイズに対応しています。ただし、USB 3.0 仕様によると、各 SuperSpeed アイソクロナス エンドポイントは同じサービス間隔²で最大 3 つのバースト トランザクション (アイソクロナス パケット) まで要求できます。

² 割込みとアイソクロナス エンドポイントの場合、エンドポイントがホストに処理されなければならない指定の間隔は、「サービス間隔」として知られています。割込みまたはアイソクロナス パイプ用のサービス間隔は、エンドポイント ディスクリプタを介して指定されます。

アイソクロナス転送はサービス間隔を $[2^{(bInterval-1)} \times 125\mu s]$ と指定し、ここで $bInterval$ の範囲は 1~16 です。SuperSpeed アイソクロナス転送タイプは、サービス間隔あたり $[1024 \times 16 \times 3]$ バイトまで転送することができます。最小のサービス間隔を $125\mu s$ とし、SuperSpeed アイソクロナス転送の理論上の最大帯域幅は次の式で計算されます: 最大パケット サイズ \times バースト サイズ \times アイソクロナス パケット数 / サービス間隔)。これは、 $[1024 \times 16 \times 3 / 125] \mu$ バイト/秒、すなわち 375Mbps (3Gb/s) になります。

FX3 上の SuperSpeed アイソクロナス エンドポイントのスループットを測定するために、USBIsoSourceSink のファームウェア例を使用してください。そのスループットは、使用されるバースト長、バッファ サイズ³、アイソクロナス パケットおよび DMA バッファ数に依存します。

`cyfxisosrcsink.h` ヘッダ ファイルでの定義を使用してこれらのパラメーターを変更できます。

- アイソクロナス エンドポイントのバースト長は `CY_FX_ISO_BURST` 定義で設定されます。
- サービス間隔あたりの ISO パケット バースト数は `CY_FX_ISO_PKTS` 定義で設定されます。
- 転送に使用される各 DMA バッファのサイズは `CY_FX_ISOSRCSINK_DMA_BUF_SIZE` 定義で設定されます。
- 各エンドポイントで使用される DMA バッファの数は `CY_FX_ISOSRCSINK_DMA_BUF_COUNT` 定義で設定されます。

`CY_FX_ISO_BURST` と `CY_FX_ISO_PKTS` パラメーターは、それぞれが 15 と 3 に初期設定されています。この設定に必要な転送帯域幅に対応できず、コンフィギュレーションを選択できない USB ホストもあります。この場合、それらのパラメーターのいずれかの値を減らすことで帯域幅に対する要求を軽減できます。

いずれかのパラメーターを変更した後、アプリケーションを再コンパイルする必要があります。得られたファームウェアのバイナリ (`USBIsoSourceSink.img`) は FX3 の RAM にロードされ、Streamer アプリケーションは転送性能を測定するために使用されます。

バースト長、アイソクロナス パケットおよびバッファを変更することによって得られたアイソクロナスのスループット結果は表 3 と表 4 に示されます。それらの結果から、FX3 はアイソクロナス エンドポイントを使用して理論上の帯域幅に近い性能を提供できることが明らかです。このため、SuperSpeed アイソクロナスのスループットは主にバースト長とアイソクロナス パケット数に依存します。

注: バースト長が 16 の IN 転送のスループットは、バースト長が 15 の転送のスループットよりも大幅に低いです。これは、USB ホストによってスケジューリングされた低速要求のためです。FX3 デバイスが対応しているデータ速度の変化によるものではありません。これは、デバイス側でバースト長が 16 のエンドポイント コンフィギュレーションはそのまま、エンドポイントディスクリプタがバースト長を 15 とするように変更することで検証できます。

表 3. アイソクロナス IN エンドポイントのスループット結果

バースト長	アイソクロナス パケット	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)	理論値 (KB/s)
8	1	8	1	63,900	64,000
8	3	24	1	191,900	192,000
12	1	12	1	96,000	96,000
12	3	36	1	287,900	288,000
15	3	15	1	119,800	360,000
15	3	15	2	239,500	360,000
15	3	45	2	359,900	360,000
16	3	48	2	139,400	384,000

³ FX3 ファームウェアで DMA チャンネルを初期化する場合に FX3 の DMA バッファ用に設定されます。

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

表 4. アイソクロナス OUT エンドポイントのスループット結果

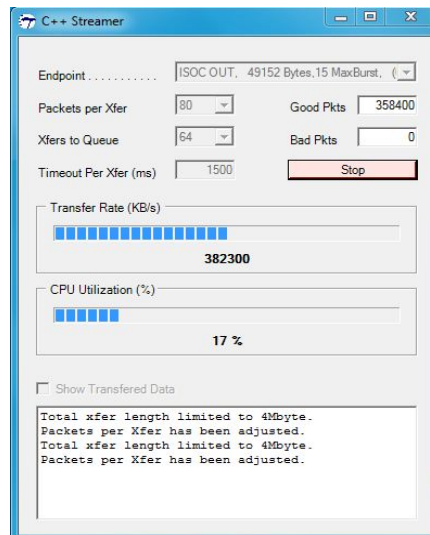
バースト長	アイソクロナス パケット	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)	理論値 (KB/s)
8	1	8	1	63,900	64,000
8	3	24	1	191,900	192,000
12	1	12	1	96,000	96,000
12	3	36	1	287,900	288,000
15	3	45	2	359,900	360,000
16	3	48	1	382,700	384,000
16	3	16	2	251,200	384,000

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

これらの結果から分かるように、最適な結果を得るためには、1 サービス間隔に相当するデータを保持するには十分な大きさの DMA バッファを使用することをお勧めします。各 DMA バッファに対する FX3 ファームウェア処理時間は約 40µs であり、サービス間隔の期間よりもはるかに短いです。サービス間隔中に転送されるすべてのデータが 1 つの DMA バッファに収容できる場合は、最適な転送速度を得るには単一の DMA バッファで十分です。

アイソクロナス スループットを示す Streamer アプリケーションは図 4 に示されます。図示されたとおりに、Packets per Xfer と Xfers to Queue オプションで最大許容値を選択すると、最高性能が得られます。

図 4. アイソクロナス OUT エンドポイントのスループット



7 バルク転送

バルク転送は、変化する速度で大量のデータを通信する必要があるデバイスにより適しています。このような場合に、転送は利用可能な帯域幅のすべてを使用することができます。SuperSpeed バルク転送は、空き帯域幅でバスを使用し、データ転送とデータの整合性を確実にしますが、帯域幅を保証しません。バルク転送タイプは、大容量記憶装置などのデータ転送速度が高いアプリケーションにはさらに適しています。USB ホストが必要な転送速度を維持できる場合、ビデオのデータ転送にも使用できます。

SuperSpeed バルク エンドポイントは、最大 1024 バイトまでのデータ パケット ペイロード サイズに対応しています。これらのエンドポイントは 1~16 のバースト サイズにも対応しています。(「バースト」は、受信側から個々の ACK 応答を必要としない一連のバルク パケットです。)

バルク転送に割り当てられる帯域幅が固定されていないため、理論上の最大スループットは判定できません。これは、同じ USB ホストに接続されている他のすべてのデバイスに割り当てられる帯域幅を考慮した後の使用可能な空き帯域幅に依存します。帯域幅全体が単一のバルク転送用に利用可能な場合、リンクとプロトコル レベルのオーバーヘッド用に可能な転送の 20%を予約した後、バルク転送の理論上の最大スループットは約 4G ビット/秒になります。

USBBulkSourceSink の例は、バースト サイズ、バッファ サイズおよびバッファの数に依存する FX3 SuperSpeed バルクのエンドポイント スループットを測定するために使用されます。

`cyfxbulksrsrcsink.h` ヘッダ ファイルでの定義を変更することでこれらのパラメーターを変更できます。

- エンドポイントのバースト長は `CY_FX_EP_BURST_LENGTH` 定義で設定されます。
- データ転送に使用される各 DMA バッファのサイズは `CY_FX_BULKSRC_SINK_DMA_BUF_SIZE` 定義で設定されます。
- 各エンドポイントで使用される DMA バッファの数は `CY_FX_BULKSRC_SINK_DMA_BUF_COUNT` 定義で設定されます。

各種のバースト長とバッファ サイズに対応して得られたバルク スループット結果は表 5 と表 6 に示されています。

表 5. バルク IN エンドポイントのスループット結果

バースト長	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)
8	16	1	263,100
8	16	2	448,300
12	24	1	305,000
12	24	2	450,000
16	48	2	454,300
16	16	2	351,800
16	16	1	120,500

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

表 6. バルク OUT エンドポイントのスループット結果

バースト長	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)
8	16	1	249,900
8	16	2	360,100
12	24	1	289,000
12	24	2	377,000

バースト長	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)
16	48	2	405,000
16	16	2	364,900
16	16	1	153,800

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

上記の結果から見ると、最良の場合（バス帯域幅を共有する他の接続した USB デバイスがない）、バルク転送はアイソクロナス転送より優れたスループットを提供できることが分かります。各表は、SuperSpeed バルク エンドポイントのスループットが、使用されるバースト長、バッファ サイズおよび DMA バッファ数に依存することを示します。

アイソクロナス転送の場合と同様に、複数のデータ バーストが保持できる大きな DMA バッファを使用すると、性能が向上します。バッファ サイズへのスループット依存性は、以下の計算を用いて説明できます。

バースト サイズが 16 の場合、得られる最高のスループットは 454,300KB/s です。

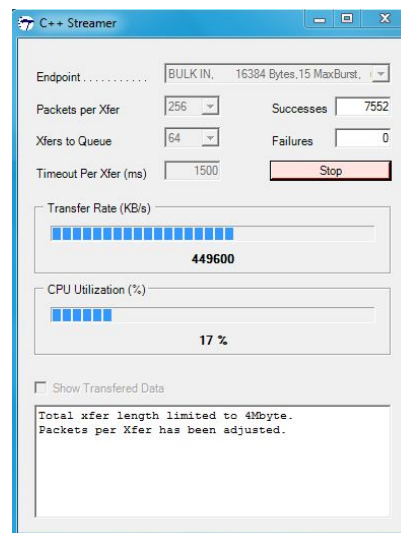
- 1 秒ごとに処理される 16KB バーストの数 = 28,400
- 16KB のデータ転送に要する平均時間 = 35 μ s
- 32KB のデータ転送に要する平均時間 = 70 μ s

各 DMA バッファは、1 組の CyU3PDmaChannelGetBuffer と CyU3PDmaChannelCommitBuffer の API 呼び出しを使用してファームウェア アプリケーションによってターンアラウンドされます。性能のベンチマーク手法は、1 組の GetBuffer と CommitBuffer の API 呼び出しが CPU 時間の約 40 μ s を要することを示しています。

表 5 および表 6 から、それぞれの DMA バッファを 1 つのバースト (16KB) 以下に制限すると、ファームウェア処理がスループット制限を設定する原因になることが分かります。各バッファのサイズを 32KB (16KB のバーストが 2 つ) に増加させることで、1 バッファの平均転送時間が 1 バッファのファームウェア平均処理時間より大きいことを確保できます。このような設定では、ファームウェアの介入がある場合にバルク データ転送の最適な性能が得られます。

バルク IN エンドポイントの最大スループットは 454,300KB/秒または 3.7G ビット/秒であり、バルク OUT エンドポイントのスループットは 405,000KB/秒または 3.31G ビット/秒です。バルク スループットを示す Streamer アプリケーションは図 5 に示されます。

図 5. バルク IN エンドポイントのスループット



8 割り込み転送

割り込み転送タイプは、保証された最大サービス間隔で少量のデータに対してデータの高い信頼性を必要とするデバイスにより適しています。SuperSpeed 割り込み転送は、ハンドシェイクとリトライを使用して保証されたサービス間隔とデータ転送を提供します。割り込み転送タイプは、マウスやキーボードなどの HID デバイスに適用可能であり、一般的にスループットが重要なアプリケーションでは使用されません。

SuperSpeed 割り込みエンドポイントは、最大 1024 バイトまでのデータ パケット ペイロード サイズに対応しています。USB 3.0 仕様によると、SuperSpeed 割り込み転送は最大 3 パケットだけのバースト サイズに対応しています。さらに、サービス間隔ごとに 1 つのバースト トランザクションのみをサポートします。割り込み転送のサービス間隔はアイソクロナス転送の場合と同じように定義されています。1 マイクロフレーム (125 μ s) のサービス間隔を使用する SuperSpeed 割り込み転送の理論上の最大帯域幅は、[最大パケット サイズ * バースト サイズ / サービス間隔] のように計算でき、[1024 x 3 / 125 μ] バイト/秒、つまり 23.43Mbps です。

USBIntrSourceSink の例は、FX3 の SuperSpeed 割り込みエンドポイントのスループットを測定するために使用されます。アイソクロナス転送の場合と同様に、DMA バッファはサービス エンドポイントごとに転送されるデータ量に等しくなるように選択されます。最大のスループットを得るには単一の DMA バッファで十分です。

割り込みエンドポイントのバースト サイズは、*cyfxintrsrcsink.h* ヘッダ ファイルにある `CY_FX_INTR_BURST_SIZE` 定義で設定されます。

割り込み転送で得られたスループットは理論的限界値に近く、IN と OUT 両方のエンドポイントで同じです。表 7 には、各種のバースト サイズの設定で割り込み転送で得られたスループットを示します。

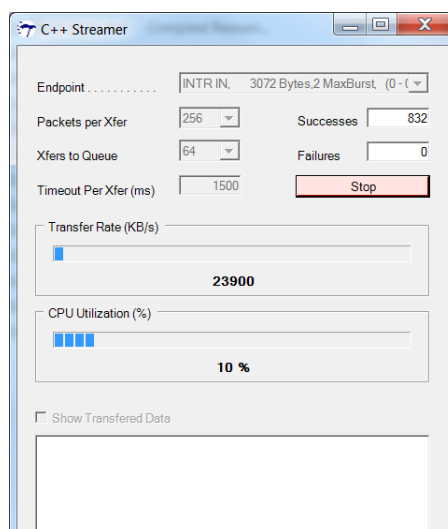
表 7. 割り込み IN/OUT エンドポイントのスループット結果

バースト長	バッファ サイズ (KB)	バッファ数	スループット (KB/s)	理論値 (KB/s)
1	1	1	7900	8000
2	2	1	15,900	16,000
3	3	1	23,900	24,000

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

割り込みスループットを示す Streamer アプリケーションは図 6 に示されます。

図 6. 割り込み IN エンドポイントのスループット



9 AUTO DMA チャンネルにおける GPIF から USB への転送の性能

前述のすべての例で得られた転送性能はファームウェアの実行に影響され、DMA バッファのサイズが大きく確保される場合は良い結果をもたらします。本アプリケーション ノートに添付されている GpifToUsb ファームウェア例では、データ転送の性能がエンドポイント バーストの設定および DMA バッファのサイズと数によってどのように変化するかを評価します。

この例では、DMA バッファが GPIF 側で利用可能になるたびにデータを連続的に書き込む最小限の GPIF ステート マシンを使用します。このステート マシンは任意の信号を駆動するために外部デバイスを必要とせず、可能な最速で満杯の DMA バッファをコミットします。このステート マシン用の GPIF II Designer プロジェクトは、*continuous_read.cydsn* フォルダ内のアプリケーション ノートに添付されています。

GPIF II データは、AUTO DMA チャンネルを介してバルク IN エンドポイント経由で USB ホストに送信されます (ファームウェアの介入を必要としません)。この例ではデータ バスにファームウェアの関与がないため、これらの結果は、転送スループットがバースト サイズ、バッファ サイズおよびバッファ数にどのように影響されるかを判定するために使用されます。

これらのパラメーターは *the cyfxgpiftousb.h* ヘッダ ファイルにある定義で変更されます。

- エンドポイントのバースト サイズは `CY_FX_EP_BURST_LENGTH` 定義で設定されます。
- 使用される各 DMA バッファのサイズは `CY_FX_DMA_BUF_SIZE` 定義で設定されます。
- 使用される DMA バッファ数は `CY_FX_DMA_BUF_COUNT` 定義で設定されます。

理論上の最大の可能な性能は GPIF インターフェースのデータ速度によって決定されます。この場合には、GPIF インターフェースは 32 ビット幅のデータ バスで 100.8MHz のクロック速度で動作します。これにより、最大の可能なデータ速度は 403.2MB/s になります。

図 7 は、使用される DMA バッファの異なる量に対応するバースト長設定に応じて転送性能がどのように変化するかを示すグラフです。グラフのそれぞれの曲線は、1 つのデータ バーストを保持する単一バッファから 3 つのフル バーストを保持する 4 つのバッファまでで合計した DMA バッファの異なる量を示します。

USB 転送が実行している間に GPIF 転送が一時停止し、逆に、GPIF 転送が実行している間に USB 転送が一時停止するため、単一の DMA バッファで得られた性能は一貫して低いです。グラフは、転送性能が 8KB のバースト長まではバースト長とともに向上し、それ以上は横ばいになることを示しています。またグラフは、合計 4 バースト転送まではバッファ サイズとともに転送性能が向上し、それ以上は横ばいになることを示しています。

このグラフから見ると、GPIF-USB バルク ベースのアプリケーションに対して最適な設定はバースト長が 8KB で、合計したバッファが約 32KB であることが分かります。バースト長とバッファのさらなる増加はわずかな性能向上を実現しますが、その分だけ RAM の使用量が増えてしまいます。

図 7. バースト サイズに伴う USB 性能の変化

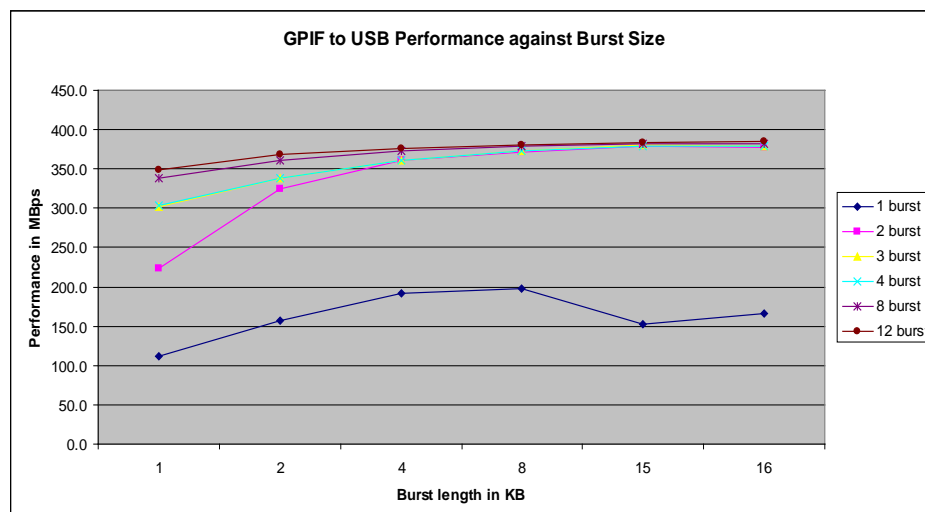


表 8 は、エンドポイント バースト長、DMA バッファ サイズおよび DMA バッファ数のさまざまな値に対応してこのファームウェア アプリケーションを使用して得られたスループットを示します。この表は、GPIF から USB への転送性能が個々の DMA バッファ サイズと各種のバースト長によってどのように変化するかを示します。どんな場合にも 4 つの DMA バッファが使用され、個々の DMA バッファのサイズのみが変化します。

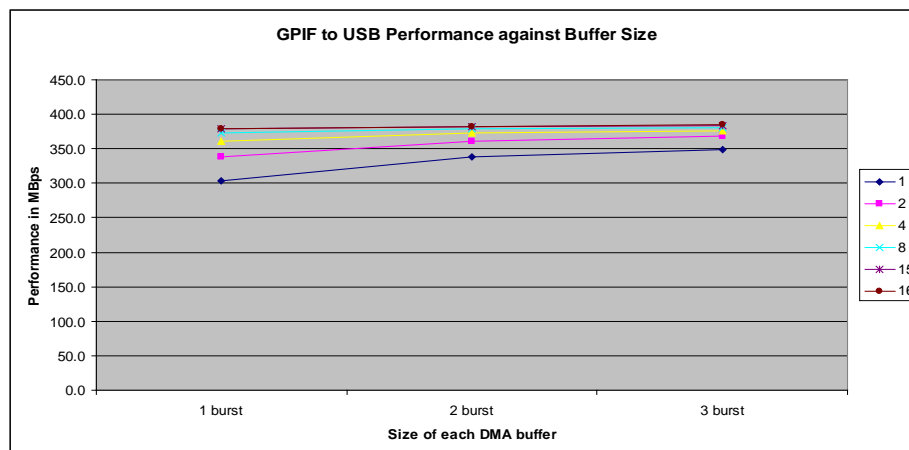
図 8 は、2 つのデータ バースト転送を保持できる DMA バッファが、1 つのデータ バースト転送を保持できるバッファより大幅に優れた性能を提供することを示します。バッファ サイズをさらに増加してもメリットがほとんど、もしくは全くありません。このグラフから分かるように、理想的な DMA バッファのサイズはエンドポイントのバースト長の 2 倍です。

表 8. GPIF から USB へのバルク転送のスループット結果

バースト長 (KB)	各 DMA バッファのサイズ	1 個の DMA バッファの場合の性能 (KB/s)	2 個の DMA バッファの場合の性能 (KB/s)	3 個の DMA バッファの場合の性能 (KB/s)	4 個の DMA バッファの場合の性能 (KB/s)
1	1 バースト	115,200	229,000	308,500	310,800
1	2 バースト	-	-	-	346,700
1	3 バースト	-	-	-	356,800
2	1 バースト	160,600	333,100	346,000	347,100
2	2 バースト	-	-	-	369,600
2	3 バースト	-	-	-	377,300
4	1 バースト	196,000	368,800	369,600	370,100
4	2 バースト	-	-	-	381,900
4	3 バースト	-	-	-	385,600
8	1 バースト	202,100	380,700	382,100	382,100
8	2 バースト	-	-	-	387,700
8	3 バースト	-	-	-	389,500
16	1 バースト	170,700	386,900	387,700	388,600
16	2 バースト	-	-	-	391,200
16	3 バースト	-	-	-	394,000

注: これらのスループット値は、Streamer アプリケーションで「Packets per Xfer」に 256 を、「Xfers to Queue」に 64 を選択することで測定されます。添付ファイルの Streamer アプリケーションを使用する場合は、これらの設定はあらかじめ選択されています。

図 8. DMA バッファ サイズに伴う USB 性能の変化



10 ホストコントローラーの性能比較

得られた USB データ スループットは使用される USB ホストの機能にも依存します。この依存関係を説明するために、他のすべてのテスト パラメーターをそのまま維持する一方、SuperSpeed バルク IN スループットを異なる USB 3.0 ホストコントローラーで測定します。テストは、Windows 7 で動作している複数のマシン上に USBBulkSourceSink の例を使用して実行されました。

表 9 は 4 個の内蔵 USB 3.0 ホスト コントローラーのスループットを比較しています。表に示されるように、Intel のホストコントローラーの性能は他の USB 3.0 ホスト コントローラーより約 20%上回っています。一般的に、USB 3.0 アドオン カードでのスループットは内蔵 USB 3.0 ホスト コントローラーに比べて低い値です。

表 9. ホストコントローラーに対応するバルク IN スループット

USB 3.0 ホスト コントローラー (内蔵)	スループット (KB/s)	ドライバ バージョン	PC の情報	OS	アプ リ ケー ション	バース ト 長	最大 パケッ ト サイズ (バイト)	転送ご との パケッ ト数	待機中 の 転送数
Intel® USB 3.0 eXtensible ホスト コントローラー	450,400	1.0.9.254	Intel Core™ i5-3210M CPU、Intel 7 シリーズ/ c216 チップセット ファミ リ、 2.5GHz、4GB RAM、 サービス パック 1	Win 7 64 ビット	C++ Streamer	16	1024	256	64
Renesas Electronics USB 3.0 ホスト コントローラー	352,100	2.0.34.0	Intel Core i7 CPU、チッ プ セット: Intel 3400 シリ ーズ、4GB RAM、サービ ス パック 1	Win 7 64 ビット	C++ Streamer	16	1024	256	64
ASMedia ホスト コントローラー	370,200	1.12.5.0	AMD FX™-4100 クアッド コ ア プロセッサ、8GB RAM、 3.60GHz、サービス パッ ク 1	Win 7 64 ビット	C++ Streamer	16	1024	256	64
AMD USB 3.0 ホスト コントローラー	362,900	1.1.0.153	AMD A6-3670 APU、 2.70GHz、8GB RAM、 サービ ス パック 1	Win 7 64 ビット	C++ Streamer	16	1024	256	64
NEC Electronics USB 3.0 ホスト コントローラー	300,200	1.0.19.0	Intel Core i5-2540M CPU、2.60GHz、4GB RAM、サービス パック 1	Win 7 64 ビット	C++ Streamer	16	1024 バ イ ト	256	64

11 オペレーティング システムの性能比較

USB スループットは、USB ホストで動作しているオペレーティング システムとソフトウェアにも依存します。

他のすべてのテスト パラメーターをそのまま維持する一方、SuperSpeed バルク IN スループットを異なるオペレーティング システムで測定します。このテストは、最大のデータ転送速度を提供するコンフィギュレーションを使用して USBBulkSourceSink アプリケーションで行われます。Intel 3.0 ホストはすべてのオペレーティング システム (Windows、Mac OS、Linux) で使用されています。

SuperSpeed アイソクロナス IN スループットは異なるオペレーティング システムで測定されます。このテストは、最大のデータ転送速度を提供するコンフィギュレーションを使用して USBIsoSourceSink アプリケーションで行われます。Intel 3.0 ホストはすべてのオペレーティング システムで使用されています。

オープン ソースの libusb ライブラリに基づいたコンソール アプリケーションは、Linux と Mac OS のオペレーティング システムでのスループットを測定するために使用されます。このコンソール アプリケーションを使用するために、www.cypress.com/?rID=57990 から Linux 向け FX3 SDK および Mac OS 向け FX3 SDK をダウンロードしてください。

性能の比較は表 10 と表 11 に示されています。結果から見ると、Linux でのアイソクロナス スループットが Windows と Mac OS X に比べ低いことを確認できます。理由は、Linux カーネルが USB 転送のサイズを 32KB 以下に制限しているからです。したがって、バースト サイズと ISO-Mult は USB 転送が 32KB を超えないように設定する必要があります。

表 10. オペレーティング システムに対応するバルク IN スループット

オペレーティング システム	Windows 7 (Intel ホスト)	Windows 8 (Intel ホスト)	Windows 10 (Intel ホスト)	Mac OS X v10.10 (Intel ホスト)	Linux (カーネル 3.11.0-12, Intel ホスト)
スループット (KB/s)	454,300	453,500	454,400	420,100	425,400

表 11. オペレーティング システムに対応するアイソクロナス IN スループット

オペレーティング システム	Windows 7 (Intel ホスト)	Windows 8 (Intel ホスト)	Windows 10 (Intel ホスト)	Mac OS X v10.10 (Intel ホスト)	Linux (カーネル 3.11.0-12, Intel ホスト)
スループット (KB/s)	359,800	359,900	359,900	356,400	256,000

12 スループットに影響を与えるその他の要因

前述のとおり、スループットはホスト コントローラーとオペレーティング システム両方によって変化します。複数の USB デバイスを同じホストに接続すると、スループットが低下することがあります。最良の結果を得るために、USB-IF 認定の USB ケーブルを使用することをお勧めします。ホスト アダプタ カードに接続された USB デバイスは内蔵の USB ホスト コントローラーに比べて低いスループットを提供します。

データが GPIF II インターフェースを介して接続された外部デバイスの入力ないし出力へ転送されているアプリケーションでは、スループットは、GPIF II データ転送速度および CPU 処理時間(データ処理の必要がある場合)にも依存します。

このような転送用にバルク エンドポイントを使用する場合、DMA バッファの数を最大化してください。これは、USB ホスト側でデータ転送の長時間にわたる一時停止によるスループットへの影響を抑えるのに役立ちます。

アイソクロナス転送を使用する場合、各 DMA バッファが 1 つのサービス間隔相当のデータを保持できるようにすることをお勧めします。この場合、ホストが転送の帯域幅を保証しているため、多数のバッファは必要ではありません。

データ操作が FX3 ファームウェアによって実行されていない場合、ファームウェア設計による性能の制限を回避するために AUTO DMA チャンネルを使用します。ファームウェアに基づいたデータ操作が必要な場合、スレッドからデータを移動するよりも、DMA コールバックを使用してデータを移動した方が早いです。例としては、ヘッダ情報がファームウェアによってデータブロックに追加される USB Video Class のアプリケーションが挙げられます。さらに、デバッグ メッセージを削除することで重要なデータ処理コードを最小限に保つことを強くお勧めします。ファームウェアが UVC を実装する方法の例については、「AN75779 – How to Implement an Image Sensor Interface with EZ-USB FX3 in a USB Video Class (UVC) Framework」を参照してください。

FX3 API と RTOS ライブラリのリリース バージョンを使用することをお勧めします。コンパイラ最適化レベルを「-O2」または「-O3」に設定します。

13 他のリソース

「AN65974 – Designing with the EZ-USB® FX3 Slave FIFO Interface」は、スレーブ FIFO インターフェースの詳細を説明し、スレーブ FIFO アプリケーション用の性能測定を含んでいます。スレーブ FIFO アプリケーションを使用して測定されたスループットについては、「Steps in streaming transfers」の節を参照してください。

システムのスループットに影響を与える USB リンク レベル要因の詳細は、FX3 SDK トラブルシューティング ガイドの 2.4 節を参照してください。この文書は、C:\Program Files\Cypress\EZ-USB FX3 SDK\1.3\doc フォルダ配下の FX3 SDK インストールの一部です。USB SuperSpeed プロトコルの詳細については、USB 3.0 仕様 (<http://www.usb.org/developers/docs/>) を参照してください。

14 まとめ

本アプリケーション ノートは、EZ-USB FX3 を使用して最適な USB 3.0 スループットを実現するためのガイドラインを提供しました。それぞれの転送タイプに対して最も重要なパラメーターを判定するために、各種の転送パラメーターに起因するスループットの変化を分析しました。さらに、ホスト コントローラーとオペレーティング システムのスループットも比較して、USB スループットに影響を与える要因を説明しました。

改訂履歴

文書名: AN86947 - EZ-USB® FX3™による USB 3.0 スループットの最適化

文書番号: 001-98029

版	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	4802514	HZEN	07/10/2015	これは英語版 001-86947 Rev. *A を翻訳した日本語版 001-98029 Rev. **です。
*A	5801321	AESATMP8	07/06/2017	更新されたロゴと著作権。
*B	6500585	YSAT	03/05/2019	これは英語版 001-86947 Rev. *D を翻訳した日本語版 001-98029 Rev. *B です。

セールス、ソリューションおよび法律情報

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューションセンター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、[サイプレスのロケーションページ](#)をご覧ください。

製品

Arm® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック & バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT (モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmxc
タッチ センシング	cypress.com/touch
USB コントローラ	cypress.com/usb
ワイヤレス	cypress.com/wireless

PSoC®ソリューション

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6 MCU](#)

サイプレス開発者コミュニティ

[コミュニティ](#) | [Projects](#) | [ビデオ](#) | [ブログ](#) | [トレーニング](#) | [Components](#)

テクニカル サポート

cypress.com/support

本書で言及するその他すべての商標または登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。



CYPRESS
 EMBEDDED IN TOMORROW™

Cypress Semiconductor
 198 Champion Court
 San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2013-2019. 本書面は、Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社（以下「Cypress」という。）に帰属する財産である。本書面（本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア（以下「本ソフトウェア」という。）を含む）は、アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し、本段落で特に記載されているものを除き、その特許権、著作権、商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず、かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意がない場合、Cypress は、(1) 本ソフトウェアの著作権に基づき、(a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためののみ、かつ組織内部でのみ、本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと、並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためののみ、（直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで）本ソフトウェアをバイナリコード形式で外部エンドユーザーに配布すること、並びに (2) 本ソフトウェア（Cypress により提供され、修正がなされていないもの）が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためののみ、本ソフトウェアの作成、利用、配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス（サブライセンスの権利を除く）を付与する。本ソフトウェアのその他の使用、複製、修正、変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても、明示又は黙示を問わず、いかなる保証（商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない）も行わない。いかなるコンピューティングデバイスも絶対に安全ということはない。従って、Cypress のハードウェアまたはソフトウェア製品に講じられたセキュリティ対策にもかかわらず、Cypress は、Cypress 製品への権限のないアクセスまたは使用といったセキュリティ違反から生じる一切の責任を負わない。加えて、本書面に記載された製品には、エラーと呼ばれる設計上の欠陥またはエラーが含まれている可能性があり、公表された仕様とは異なる動作をする場合がある。適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、別途通知することなく、本書面を変更する権利を留保する。Cypress は、本書面に記載のある、いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報（あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む）は、参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計、プログラム、かつテストすることは、本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は、兵器、兵器システム、原子力施設、生命維持装置若しくは生命維持システム、蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム、汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用、又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害、死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用（以下「本目的外使用」という。）のために設計、意図又は承認されていない。重要な構成部分とは、その不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ、若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求、損害又はその他の責任についても、Cypress はその全部又は一部を問わず一切の責任を負わず、かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本来目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求、費用、損害及びその他の責任（人身傷害又は死亡に基づく請求を含む）から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ, Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ, WICED, PSoC, CapSense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は、米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは、cypress.com を参照すること。その他の名称及びブランドは、それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。