

*Application Note***USB 3.2 Gen 2x2 向け TUSB1044A の新機能**

Brian Zhou

**概要**

USB 3.2 Gen 2x2 は、USB 接続技術のさらなる進化を示す先進的な USB 規格です。この規格は USB Implementers Forum (USB-IF) によって定義されており、より高速なデータ転送と優れたユーザ体験を提供することを目的としています。このアプリケーション ノートは、USB 3.2 Gen 2x2 を包括的に紹介し、TI TUSB1044A デバイスで 20Gbps の転送 レートを実現する方法を意図しています。

**目次**

<b>1 はじめに</b> .....	2
<b>2 USB 3.2 Gen 2x2</b> .....	2
2.1 USB 3.2 Gen 2x2 とは？ .....	2
2.2 TUSB1044A の概要.....	3
2.3 TUSB1044A を用いた USB 3.2 Gen 2x2 アプリケーション .....	4
<b>3 まとめ</b> .....	5
<b>4 参考資料</b> .....	5

**図の一覧**

図 2-1. TUSB1044A を使用した代表的な USB 3.2 Gen 2x2 アプリケーション .....	4
---	---

**表の一覧**

表 2-1. USB 3.2、USB 3.1、USB 3.0 のバージョンと速度.....	2
表 2-2. TUSB1044A 構成レーンの選択.....	3

**商標**

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 はじめに

USB 3.2 Gen 2x2 は新しいホストおよびデバイス向けのマルチレーン動作に対応しており、最大 2 本の 10Gbps レーンを使用して理論上 20Gbps のデータ転送速度を実現します。

USB 3.2 Gen 2x2 はデバイス間でより高速なデータ転送を可能にし、下位互換性も備えているため、古い技術との互換性に関する懸念にも対応しています。下位互換性は、新しいドライブが既存の USB 仕様をサポートしていることを意味します。

USB Type-C コネクタには、データの転送と受信を行うレーンとして機能する 4 組の金属ピンがあります。USB 3.2 Gen 1 (5Gbps) および USB 3.2 Gen 2 (10Gbps) は、コネクタの構造に基づき、1 本の TX レーンと 1 本の RX レーンを使用します。USB 3.2 Gen 2x2 は、4 本すべてのレーンを活用することで、理論上最大 20Gbps の転送速度を実現します。

## 2 USB 3.2 Gen 2x2

### 2.1 USB 3.2 Gen 2x2 とは？

USB 4 は最新かつ最速の規格ですが、パソコンや周辺機器で最も一般的に使われているのは、バージョン番号に「3」が含まれる USB ポートであり、具体的には USB 3.2、USB 3.1、または 3.0 です。仕様書を見る際は、USB 3.2 や 3.1 の後に「世代番号」が付いていることに注意してください。たとえば、USB 3.2 Gen 1、USB 3.2 Gen 2、さらに USB 3.2 Gen 2x2 などがあります。バージョン番号が異なるポートの中には、実際には同じ速度を持つものもあります。表 2-1 に、USB 3 の各種バージョンと速度を示します。

**表 2-1. USB 3.2、USB 3.1、USB 3.0 のバージョンと速度**

USB バージョン	速度	代替名	コネクタの種類	同等仕様
USB 3.2 Gen 1	5Gbps	SuperSpeed	Type-A、Type-C、Type-B、マイクロ	USB 3.1 Gen 1、USB 3.0
USB 3.2 Gen 2/ Gen 2x1	10Gbps	SuperSpeed + 10Gbps	Type-A、Type-C	USB 3.1 Gen 2
USB 3.2 Gen 2x2	20Gbps	SuperSpeed + 20Gbps	Type-C	該当なし
USB 3.1 Gen 1	5Gbps	SuperSpeed	Type-A、Type-C、Type-B、マイクロ	USB 3.1 Gen 1、USB 3.0
USB 3.1 Gen 2	10Gbps	SuperSpeed + 10Gbps	Type-A、Type-C	USB 3.1 Gen 2
USB 3.0	5Gbps	SuperSpeed	Type-A、Type-C、Type-B、マイクロ	USB 3.1 Gen 1

20Gbps の速度は、2 つの 10Gbps レーンを使用して 20Gbps の速度を実現することから、USB 3.2 Gen 2x2 と名付けられています。あまり使用されていないバージョンとして、USB 3.2 Gen 1x2 があります。これは 10Gbps の速度で、USB 3.2 Gen 2 とほぼ同等です。違いは、USB 3.2 Gen 2 は 10Gbps の単一データレーンを使用するのに対し、USB 3.2 Gen 1x2 は 5Gbps のレーンを 2 本使用して合計 10Gbps の速度を実現している点です。

5Gbps と 10Gbps の両方の速度が、USB Type-A または USB Type-C コネクタで利用できます。USB Type-A ポートは従来の長方形のコネクタで、差し込む向きが一方に向かっています。USB Type-C ポートは、より小型で、楕円形、リバーシブルです。

ただし、USB 3.2 Gen 2x2 (20Gbps) を使用する場合は、USB Type-C が使用されます。Type-A ポートの上限は 10Gbps です。また、まれに、USB 3.2 Gen 1x2 (これも 10Gbps) は USB Type-C のみを使用できます。

USB 3.2 Gen 2 ポートを使用する場合、10Gbps の速度を活かすには、10Gbps に対応したケーブルとペリフェラルを使用する必要があります。20Gbps の速度が必要な場合は、ポート、ペリフェラル、ケーブルの 3 つのすべてがその速度をサポートしている必要があります。

## 2.2 TUSB1044A の概要

TI TUSB1044A は、最大 10Gbps のデータレートに対応する USB Type-C® オルタネートモードリドライバスイッチです。このデバイスは、USB Type-C 規格で、VESA® DisplayPort™ 代替モードの C、D、E、F 構成に使用します。リドライバは、チャネル損失を補償するイコライゼーションを適用して入力データを回復し、高い差動電圧で信号を駆動します。各チャネルには、ゲイン設定を選択できるレシーバイコライザーが搭載されています。アップストリームおよびダウンストリーム側ポートのイコライゼーション制御は、それぞれ UEQ[1:0] および DEQ[1:0] ピンを使用して、または I2C インターフェイスにより設定できます。

TUSB1044A は、USB 3.2 データレートに対応しており、USB 3.2 Gen 2x2 モード (USB32\_BY2\_EN = 1) では最大 20Gbps、USB 3.2 Gen 2x1 モード (USB32\_BY2\_EN = 0) では最大 10Gbps のデータレートをサポートします。

TUSB1044A は、ホストと USB-C レセプタクルの間、または USB デバイスと USB-C レセプタクルの間に配置されることを想定しています。TUSB1044A は、インターフェイスが USB 3.2 Gen 2x2 または x1 で動作しているかどうかを自動的に検出します。USB インターフェイスが USB 3.2 Gen 2x1 で動作していると判定された場合、未使用のレーンを無効化して電力を節約します。

TUSB1044A を USB 3.2 Gen 2x2 モードで構成した場合、リンクが USB 3.2 Gen 2x2 で動作しているか、または USB 3.2 Gen 2x1 で動作しているかを判別します。リンクが USB 3.2 Gen 2x2 の場合、TUSB1044A は一方のポートを USB 3.2 Gen 2x1 ポートとして動作させ、もう一方のポートはそのポートの動作に追従します。USB 3.1 Gen 2x1 ポートとして機能するポートは、構成レーンと呼びます。構成レーンを決定するのは Type-C の向きのみです。通常の向き (FLIP = L) の場合、ポート 1 が構成レーンです。反転方向 (FLIP = H) では、ポート 2 が構成レーンです。構成レーンの選択を、[表 2-2](#) に示します。

**表 2-2. TUSB1044A 構成レーンの選択**

反転	レーンを設定し	非構成レーン
L	DRX1-URX1	DRX2-URX2
	UTX1-DTX1	UTX2-DTX2
H	DRX2-URX2	DRX1-URX1
	UTX2-DTX2	UTX1-DTX1

## 2.3 TUSB1044A を用いた USB 3.2 Gen 2x2 アプリケーション

図 2-1 に、TUSB1044A デバイスの代表的なアプリケーションを示します。このデバイスは、GPIO ピンまたは I2C インターフェイスのいずれかを使用して構成できます。

GPIO モードでは、以下のすべての条件を満たす場合に TUSB1044A が USB 3.2 Gen 2x2 モードで有効になります：  
DIR1 ピン = H, Dir0 ピン = L または H, CTL0 ピン = H かつ CTL1 ピン = H

I2C モードでは、USB 3.2 Gen 2x2 モードはデフォルトで無効になっています。I2C モードでは、次のいずれかの条件を満たす場合に USB 3.2 Gen 2x2 モードが有効になります：

オフセット 0xA で、USB32\_BY2\_EN ビット = 1'b1、CTLSEL\_1:0 ビット = 2'b01。

オフセット 0xA で、CTLSEL\_1:0 ビット = 2'b11、オフセット 0xC では DIR\_SEL ビット = 2'b10 または 2'b11

次の例では、Type-C PD コントローラまたはマイコンを使用して、I2C インターフェイス経由でデバイスを構成します。I2C モードでは、各レシーバのイコライゼーション設定を I2C レジスタを通じて個別に制御できます。

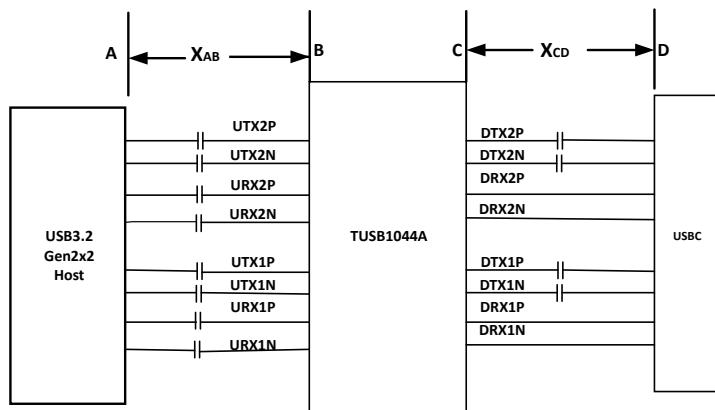


図 2-1. TUSB1044A を使用した代表的な USB 3.2 Gen 2x2 アプリケーション

プリチャネル A から B までの PCB パターン長  $X_{AB}$  の場合、FR4 における 5GHz 時のパターン挿入損失の目安は、およそ 1 インチあたり -1dB です。 $X_{AB}$  が 8 インチの場合、TUSB1044A の SSEQ は -8dB に設定する必要があります。

### 3 まとめ

USB 3.2 Gen 2x2 は、Type-C コネクタの 4 本すべてのレーンを活用し、20Gbps のデータ転送速度によって USB ストレージの性能を大幅に向上させます。このアプリケーションノートでは、各 USB リビジョンおよび速度の違いを説明し、TI の TUSB1044A を使用した代表的な USB 3.2 Gen 2x2 アプリケーションを紹介しました。

### 4 参考資料

- テキサス インスツルメンツ、[TUSB1044A USB TYPE-C 10Gpbs マルチプロトコル双方向リニアリドライバ、データシート](#)。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の默示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または默示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

TIは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Webツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の默示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または默示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したもので、(1)お客様のアプリケーションに適したTI製品の選定、(2)お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3)お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているTI製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TIはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TIや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TIおよびその代理人を完全に補償するものとし、TIは一切の責任を拒否します。

TIの製品は、[TIの販売条件](#)、[TIの総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#)またはTI製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TIがこれらのリソースを提供することは、適用されるTIの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TIがカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TIの製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TIはそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025年10月