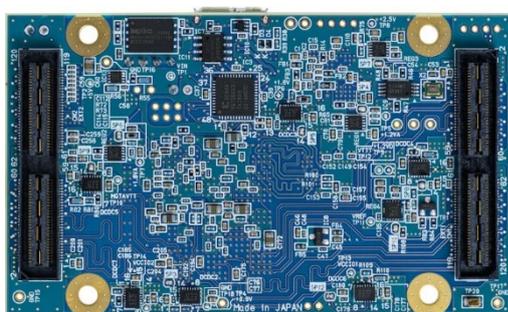


## 1 概要

ザイリンクス製 FPGA (Artix ultrascale+) と高速通信が可能な USB3.0 を採用したシステム開発ボードです。 外部システムとの接続には FPGA の I/O 機能を有効活用できるように、メザニンコネクタ (ハイスピードコネクタ) を採用し、高速性と柔軟性を確保しています。

計測・制御機器等の開発プロジェクトで、試作段階でのシステム評価・検証後に、そのまま最終製品に組み込んで利用できる製品です。



<AU-Card 外観>

## 2 特長

### ✓ “Artix Ultrascale+”搭載の小型基板

- 名刺 1 枚分の大きめで、最終製品への組込が容易
- 高速ADC/DACとのLVDS-IFやJESD204B接続が可能
- ザイリンクス製ソフトCPUコア “MicroBlaze”や最新IPのMicroBlaze Vも搭載可能

### ✓ USB 3.0 (Super Speed) インタフェース搭載

- 実効データ転送レート：約350MB/s (平均値)
- デバイスドライバ、DLL、オープンソース・リファレンス制御アプリを標準添付。購入してすぐに利用できます。

#### ✓ 高速・多機能 I/O ポート

- FPGA のI/O ピン154本をハイスピード・コネクタ2個に収容、1.2V~3.3Vの信号インタフェースに対応
- FPGAのI/O機能設定により、Max.48chのLVDS（差動）インタフェースが可能
- シングルエンド信号 50Ωのインピーダンス整合済み
- 高品質な信号設計により、コネクタ接続による信号速度低下や品質劣化がありません

#### ✓ 高速かつ柔軟性に富んだメモリシステム

- 2Gバイト（2G x 8bit） 2.1GB/s DDR4 メモリ
- 8Kバイト FRAM（不揮発性メモリ、SPI）

### 3 製品モデル構成

---

製品発注コード

#### **AU-Card/15E1** ￥お問い合わせください

（XCAU15P-1FFVB676E搭載 LC数:170K ユーザI/O本数 103本 内訳；HPバンク51本、HDバンク52本）

#### **AU-Card/25E1** ￥お問い合わせください

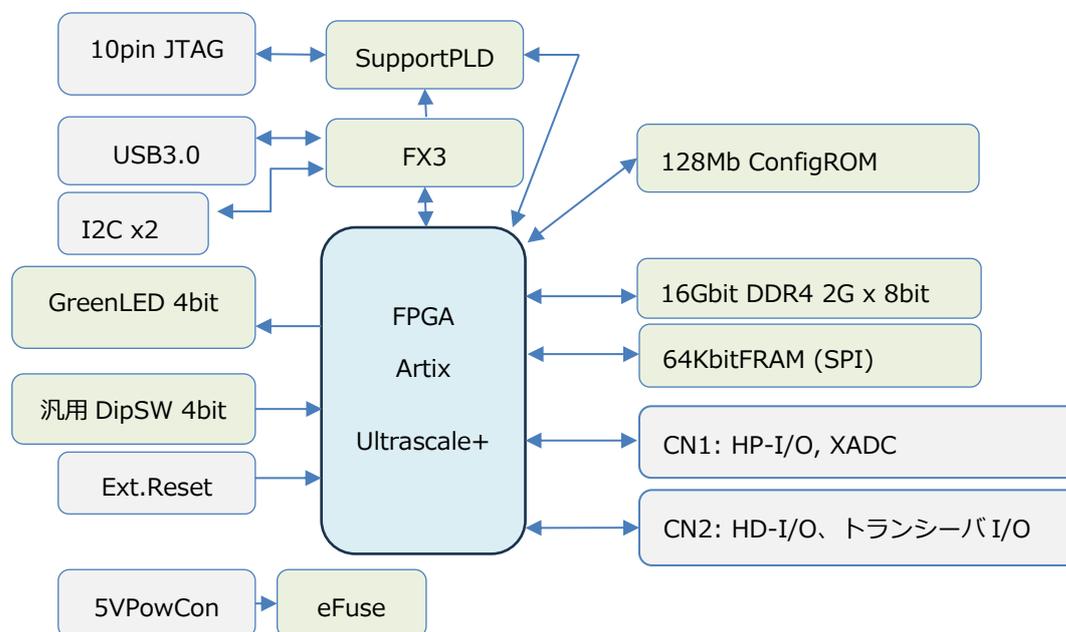
（XCAU25P-1FFVB676E搭載 LC数:308K ユーザI/O本数 154本 内訳；HPバンク102本、HDバンク52本）

<添付品>

- ✓ USB3.0対応 ケーブル（MicroB-A） 1本
- ✓ USB デバイスドライバ、DLL、API 仕様書、ボード回路図、USB ファームウェア（オンボード）、USB インタフェース部タイミングチャート、フローチャート等のデータを収録したDVD-ROM 1枚

AU-Cardボードはすべて鉛フリー仕様で国内製造しています。ボード上のハンダによるショートパターンなどを変更する際には、鉛フリー対応の機器をご使用ください。

## 4 ハードウェア仕様



<ブロック図>

### 1. FPGA 部

#### XCAU15P-1FFVB676E または、 XCAU25P-1FFVB676E

トランシーバ回路内蔵の AMD 社 Artix Ultrascale+、スピードグレード"1"のデバイスを採用することで、低消費電力で高速動作が可能な回路を構成できます。

(内蔵メモリ (FIFO 構成の場合) アクセス速度 max.645MHz、LVDS(DDR SERDES)1.6Gbps)

USB 制御 IC (FX3) とは 32bit のデータ、6 本の制御線でインタフェースします。このとき 100MHz のクロックに同期してデータ転送を行います。サンプルプロジェクトを利用するとカスタマイズが容易です。

FPGA 開発ツールは、無償の Vivado ML webpack が利用できます。

### 2. USB インタフェース

USB3.0 (Super Speed) に準拠した USB 制御 IC (Cypress 社製 FX3 デバイス) を搭載しています。この制御 IC と FPGA が接続しています。FPGA には USB 制御 IC とのインタフェース回路が用意されているので、購入後すぐに PC と USB を使った通信ができます。この USB インタフェースは Smart-USB Sigma システムコア (注 1)を採用しているため、高速なデータ転送が可能です。USB 転送は以下の 2 種類をサポートしています。

- コントロール転送
- バルク転送

USB コントロール転送は、FPGA 内に構成したハードウェア・レジスタなどへのアクセスに使用します。USB バ

ルック転送は、PC との大規模なデータを転送するときに便利です。バルク転送時の実データ転送レートは平均 350MByte/s を実現しています。

※USB2.0 ポートでも動作しますが、転送レートは低下します。

注1) USB システムコア : USB に必要な全てのデータをパッケージ。ユーザシステムにドロップインで利用できるシステム IP です。

### 3. FPGA コンフィギュレーション

#### USB コンフィギュレーション

USB 経由により、FPGA へのコンフィギュレーションを瞬時に（約 0.03 秒以下）完了します。メーカー純正のダウンロードケーブルでは開発ツールを起動させておかなければならず、JTAG 経由のため低速で時間がかかります。AU-Card ボードでは添付のリファレンス・アプリケーション起動時、自動的に FPGA コンフィグする機能があります（オートコンフィグ機能）。また、USB 経由のコンフィグを利用すると、複数の FPGA コンフィグデータを用意し、実現する機能に応じて即座に FPGA を書き換えることができます。

#### 専用コンフィグ ROM

専用のコンフィグ ROM (128Mb QSPI FlashROM) を搭載しています。開発が完了した時点や、最終製品出荷時の回路データなどを格納したり、PC 無しでデモを行うようなときに便利です。また、FPGA コンフィグデータを暗号化 (AES 256bit) し、悪意のあるリバースエンジニアリングから大切なデータを保護することができます。  
\*\*\*コンフィグ ROM (マクロニクス社製 128Mbit SPI x4 : MX25U12835FZ2I-10G)

#### JTAG ポート (1.27mm 10pin)

コンフィグ ROM にプログラムする場合には JTAG ポートを利用します。この場合、ザイリンクス製ダウンロードケーブルを利用してください。このとき、JTAG 変換ケーブル(mini-J)が別途必要です。

### 4. FPGA 外部メモリ

#### DDR4 <16Gbit>

(MT40A2G8SA-062E:F 2,048M x 8bit 1個)

FPGA 開発ツールに付属する DDR4 制御 IP を利用してメモリ制御ができます。メモリ帯域は最大 2.1GB/s です。

#### FRAM <64Kbit>

(MB85RS64TPN-G-AMEWE1 8K x 8bit 1.8V 動作 SPI)

Max.10MHz の速度で SPI アクセスが可能な不揮発性メモリを備えています。パラメータの格納、小規模データの一時的な保存等に便利です。

### 5. 外部接続用コネクタ

高速コネクタ CN1 HP バンク 1.2V~1.8V 設定 (基板ハンダ面、黄枠内)

(QSH-060-01-L-D-A samtec 社製コネクタ)

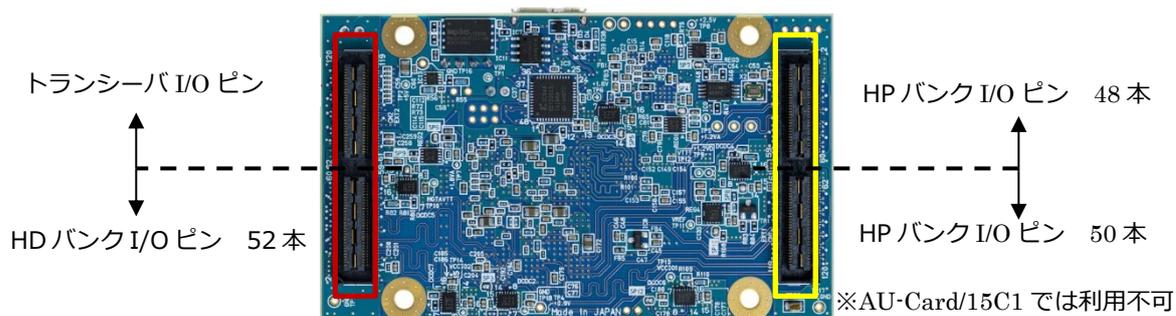
120 ピン高速コネクタ CN1 には、FPGA HP バンクの IO ピンを 102 本（または 51 本※）と、アナログ入力差動ピン 1ch(2 本)を収容しています。 オンボードのディップスイッチ設定により FPGA I/O バンクへの給電電圧を設定し、シングルエンド I/O 信号としては、1.2 / 1.5 / 1.8 (V)の LVTTTL/LVCMOS に対応し、パラレルデータを 200MHz 以上のクロックレートでインタフェースすることができます。

これらの I/O ピンの内、96 本（または 48 本※）を LVDS として設定することにより、最大 48ch の LVDS インタフェースを構成できます（LVDS 設定時の I/O バンク電圧は 1.8V です）。

LVDS インタフェースの終端をするには、FPGA-I/O 機能のオンチップ抵抗を利用できるので外部抵抗は不要です。

また、CN1 のアナログ入力ピンを除いた全ての I/O 電圧は共通です。 CN2 の I/O ピンとは異なる電圧での運用が可能です。

※ CN1 の IO 本数は、搭載する FPGA 型番により異なります。 型番が XCAU15T では、シングルエンド 51 本（差動 24ch 分）だけ利用できます。



※AU-Card15C1 では、この部分の 47 本が使用できません、シングルエンド 3 本が利用できます。

<AU-Card ハンダ面（赤・黄枠が高速コネクタ）>

### 高速コネクタ CN2 HD バンク 1.2V~3.3V 設定 (基板ハンダ面、赤枠内)

(QSH-060-01-L-D-A samtec 社製コネクタ)

120 ピン高速コネクタ CN2 には、FPGA HD バンク IO ピンを 52 本と、トランシーバ回路専用チャネル Tx:8ch、Rx:8ch リファレンスクロック 1ch を収容しています。 赤枠部分の半分がトランシーバ部の I/O ピンです。

HD バンクの I/O 信号は、主にシングルエンド I/O 信号として 52 本を 1.2V~3.3V の LVTTTL/LVCMOS で運用でき、パラレルデータを 200MHz を超えるクロックレートでインタフェースすることができます。 全ての I/O 電圧は共通です。

CN1,CN2 コネクタにかん合するコネクタは、samtec 社製 QTH-060 シリーズです。

※ CN2 の HD バンクでは LVDS 設定ができません。

## &lt;トランシーバ I/O&gt;

搭載する FPGA により、トランシーバ I/O 仕様が異なります。

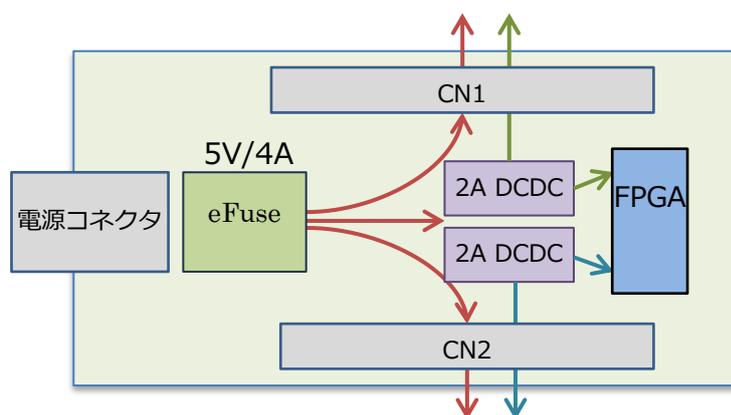
AU-Card/15E1 : GTH トランシーバ Max.12.5Gbps

AU-Card/25E1 : GTY トランシーバ Max.16.375Gbps

**高速コネクタ経由の給電について**

高速コネクタの CN1、CN2 は、GND ピンと電源ピンを含んでいます。CN1 と CN2 は異なる I/O 電圧で運用でき、それぞれ設定した I/O 電圧はコネクタを通じてボード外部に給電できます。また、それぞれのコネクタからは、ボード本体に給電する +5V 電源をそのまま接続できます。

I/O バンクへ給電する DCDC コンバータの電源容量は Max.2A なので、この電源系を外部システムで使用する場合は、FPGA I/O バンクでの消費電流と外部の消費電流に注意して下さい。電流容量に余裕がない場合には、5V 電源系から必要な電源を生成するようにして下さい。



&lt;電源経路&gt;

**6. ボードリセット**

電源電圧低下を常時監視し、低下した場合にリセット信号をイネーブルします。マニュアルボードリセットとして、タクトスイッチ (SW3) や、筐体に収容した場合などを考慮し、外部スイッチ等のリセット入力に対応できる専用ポート (2.54mm ピッチ、2 ピン) を用意しています。

**7. I2C ポート (CN4, CN5)**

USB 制御 IC の I2C ポートに接続した 2mm ピッチ 4pin 仕様のコネクタです。FPGA からの制御はできません。FPGA 回路の状態に関わりなく、USB 経由で 2.5V~5V 系 I2C (CN4) と 1.8V~5V 系 I2C (CN5) を制御できます。7bit アドレス仕様です。

IO エキスパンダ IC による IO ピンの追加や、LCD 制御、各種 I2C 対応のデバイス制御に利用できます。部品は実装していません。

## 8. UIO ポート (CN13)

FPGA HD バンクに直結した I/O ピン 4 本を 2 列 3 行 2mm ピッチ 6pin 仕様のスルーホールで配置しています。CN2 で運用する I/O 電圧と共通です。

## 9. 表示器、スイッチ

FPGA の I/O に接続したチップタイプ LED (緑) を 4 個利用できます。LED はスタティック点灯方式です。また、FPGA の I/O に直結した汎用的に使用できる 4 極ディップスイッチ (ピンセット等先の細いもので On/Off できます) を利用できます。外部プルアップ済みです。

## 10. 高精度発振器

### 100MHz 水晶発振器 :

USB 制御 IC と FPGA がインタフェースするとき使用するクロック源です。(LVCMOS 1.8V 信号クロック源)

### DDR4 用水晶発振器 :

FPGA と DDR4 がインタフェースするとき使用する 100MHz クロックです。

### 予備クロック搭載エリア①② :

ユーザ任意の水晶発振器を搭載できる予備エリア 2 ヶ所です。FPGA のトランシーバ回路用です。3.2x2.5(mm) サイズ、6 ピン、2.5V-LVDS 仕様の発振器を実装できます。

# 5 ボード仕様

**基板サイズと仕様** : 91 x 55(mm) 12 層 鉛フリー、金フラッシュ仕上げ。(一般的な名刺と大きさと同じです)

**電源電圧** : 単一 5.0V (±5%)、最大 4A 給電 4 極コネクタから給電できます。

※ 6V 以上の給電をした場合に給電を遮断する機構を備えています。

**コネクタ仕様** : ハウジング 51103-0400 (molex)、圧着端子 50351-8000 (molex)

### FAN 用電源コネクタ :

ボードに給電する 5V がそのまま FPGA の冷却ファン用のコネクタに接続しています。製品出荷時にはコネクタを実装していません。2.54mm ピッチ 2 ピン仕様です。

### ボード消費電流

USB を接続した状態で FPGA 未コンフィグの場合 ; Typ. 330 mA/5V

USB を接続した状態で FPGA コンフィグの場合(DDR4 を 2.1GB/s で USB から RD/WR) ; Typ. 525 mA/5V

DDR4 アクセス時の消費電流は、+60mA 前後。

※AMD 7 シリーズ FPGA を搭載する AX-Card7、SX-Card7、KX-Card7 に比べて低消費電力です。

※ USB3.0 の場合、ケーブル給電では 900mA/5V 供給ができます。

## 6 ソフトウェア仕様

---

### USB インタフェース概要

～平均実効データ転送速度 **350MByte/s** ～

USB3.0 インタフェースは購入したその日から利用できます。ボード専用のUSB ターゲット・デバイスドライバ、DLL、制御アプリケーションを製品に添付しています。この内、制御アプリケーションのみオープンソース化しているため、VB.net、VC++/VC#、LabVIEW、Python、ExcelVBA等を利用し、カスタマイズが可能です。また、Linux環境でのボード制御にも対応しています。

ソフトウェアをカスタマイズする際には、USB プロトコルを意識せずボードとのデータ通信が行える専用API を提供しているため、USB の専門知識がなくてもソフトウェア・プログラミング知識があれば、どなたでもUSB 制御システムを構築できます。

#### 【製品添付ソフトウェア】

1. USB ターゲット・デバイスドライバ (Windows10以降)
2. DLL (API 仕様書付き)
3. 制御アプリケーション (オープンソース、C++、VB.net、C++Builder、LabVIEW、Python)
4. USB 制御ファームウェア (ボード上のFlashROMに格納)

### 動作環境

Windows 10以降 32bit/64bit に対応

Linux (Ubuntu 20.04以降、RaspberryPi OS)

USB3.0 (Super speed) が動作するインタフェースを装備していること。

※高速な転送レートを得るには、USB3.0ネイティブ環境が必須です (PCチップセット内にUSB3.0ホスト機能が含まれていること)。

## 7 オプション

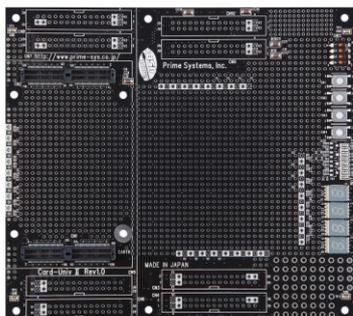
---

ユーザ I/O コネクタを変換するオプションボード『Card-UNIV2』、8ch 24bit ADC を搭載した『ADD-24B8』、高速 AD 変換ボードの『HSAD1000』を利用できます。

## コネクタ変換ボード #2

コネクタ CN1、CN2 を 30 ピン MIL コネクタ 6 個に変換し、4 桁 7 セグ、8bit-LED、DipSW、タクトスイッチを利用できます。この内 2 個のコネクタは差動信号として設定できます。

CN2 に収容する FPGA のトランシーバ回路 I/O は利用できません。



型番 : Card-UNIV2

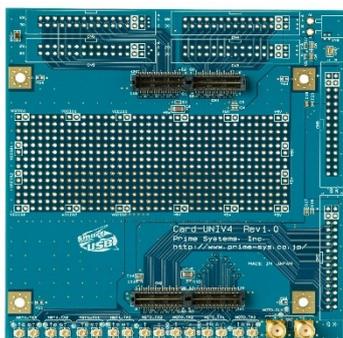
価格 : ¥22,000 (税別価格)

基板サイズ : 138 x 152(mm)

## コネクタ変換ボード #4C

コネクタ CN1、CN2 を 30 ピン MIL コネクタ 6 個に変換し、トランシーバ I/O を同軸コネクタに変換します。

AU-Card を固定するために、アクリル板が付属しています。



型番 : Card-UNIV4C

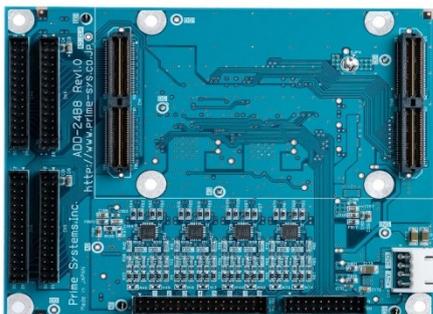
価格 : ¥25,000 (税別価格)

基板サイズ : 121 x 120 (mm)

## 8ch 高精度AD変換ボード

24bit 1.4MSps AD コンバータ 8ch を利用した同時サンプリングが可能な $\Delta$ - $\Sigma$  AD 変換ボードです。アナログ入力は最大 8Vp-p (AC 結合時) です。

また、AU-Card ボードのメザニンコネクタ 1 個を 2mm ピッチ 34pin コネクタ(DF11 シリーズ) 4 個に変換できます。



型番 : ADD-24B8

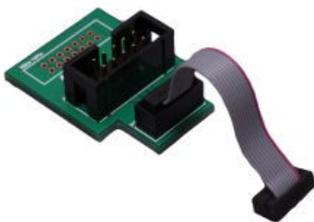
価格 : ¥98,000 (税別価格)

基板サイズ : 115 x 90(mm)

## JTAG変換ケーブル

Artix Ultrascale+ FPGA に対応した JTAG ダウンロード・ケーブルを利用する際、標準の 2mm ピッチ 14 ピンコネクタ仕様を 1.27mm ピッチ 10 ピンに変換する専用変換ケーブルです。

コンフィグ ROM へのプログラミングや、ILA 等のオンチップデバッグツールを利用する際に必要になります。



型番 : mini-J

価格 : ¥2,000 (税別価格)

## 8 お問い合わせ

開発製造販売元

有限会社プライムシステムズ TEL:0266-70-1171 FAX:0266-70-1172

E-mail: [info@prime-sys.co.jp](mailto:info@prime-sys.co.jp) URL <https://www.prime-sys.co.jp>