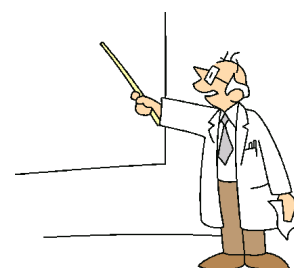


最新のGen4 NVMe SSD  
をFPGAに直結!



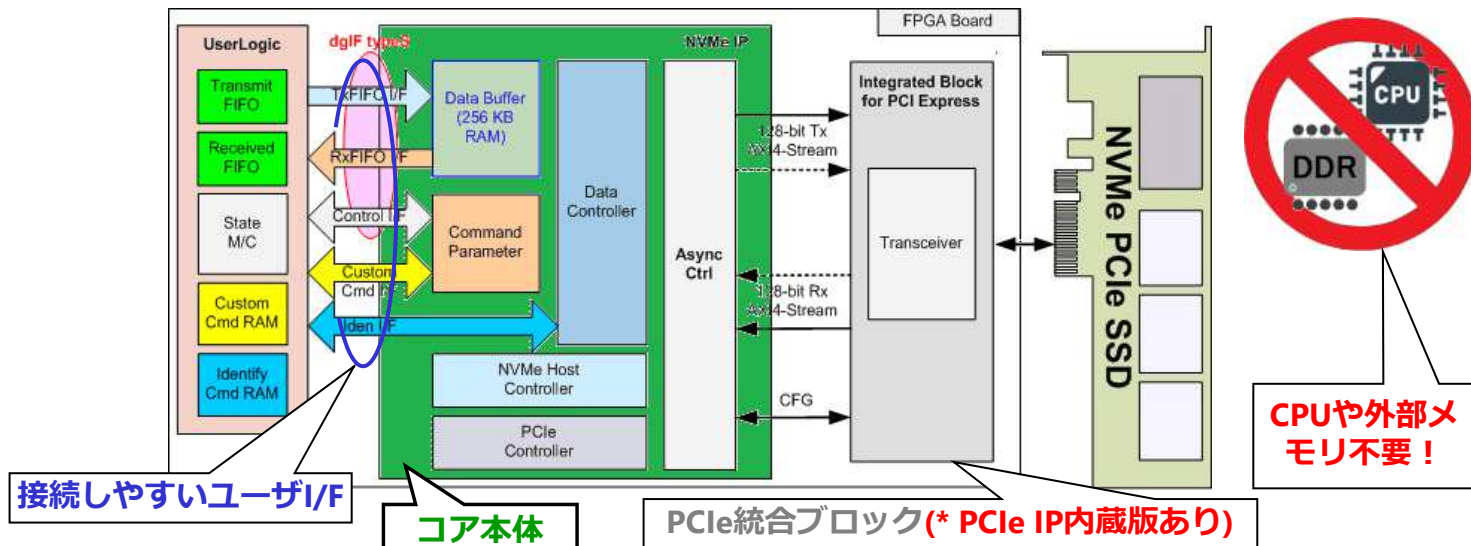
## 超高速小型レコーダの最適解

- NVMe-IP説明
  - 概要、ラインナップ、特長
  - 特長1:パフォーマンスとコア・サイズ
  - 特長2:ユーザ・インターフェイス
  - 特長3:豊富な機能
  - 特長4:検証環境/リファレンス・デザイン
- オプション製品(exFAT-IP)紹介
- アプリケーション・イメージ



# NVMe-IPとは

- 概要: NVMe SSDとFPGAを直結しRead/Writeを自動実行
- 特長: CPUや外部メモリ不要, 最新のPCIe Gen4プロトコルに対応
- アプリ: 超高速小型のデータ収録/再生システムに最適
- メリット: SSDストレージ・システムが短期間に開発可能



接続しやすいユーザ/IF

コア本体

PCIe統合ブロック (\* PCIe IP内蔵版あり)

CPUや外部メモリ不要!

# NVMe-IPラインナップ

- 豊富な派生ラインナップ
  - PCIeソフトIP内蔵版/外部スイッチ対応/複数ポート版

コア種類	説明
標準NVMe-IPコア	PCIe統合ブロックを利用する標準版
NVMeG4-IPコア	PCIeソフトIP内蔵版, 4-Lane Gen4対応
NVMeG3-IPコア	PCIeソフトIP内蔵版, 4-Lane Gen3対応
NVMeSW-IPコア	外部PCIeスイッチ経由で複数SSD接続可能
raNVMe-IPコア	ランダム・アクセス対応版
muNVMe-IPコア	マルチユーザ(複数ポート)対応版, 同時R/W可

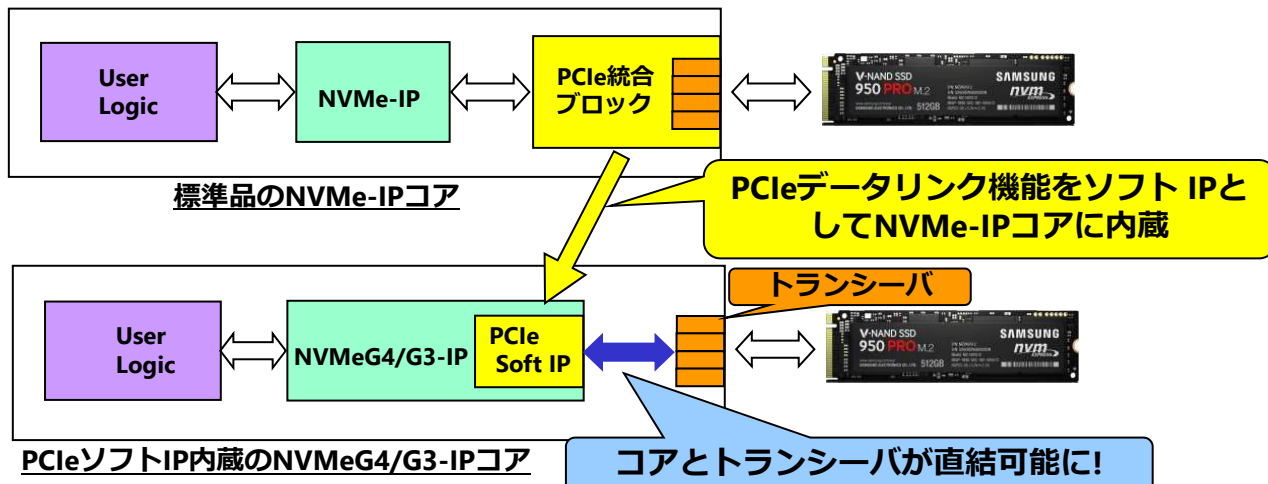
## NVMe-IPコア・ラインナップ

(NVMeSW-IPコア詳細につきましては弊社まで直接お問い合わせください)

# PCIeソフトIP内蔵版コア

## • NVMeG4-IPコア/NVMeG3-IPコア

- PCIe統合ブロック(FPGA内蔵のPCIeハードIP)不要
- データリンク層をコア内に実装しPCIe Gen4/Gen3モードで接続
- 接続SSD数がデバイスのPCIe統合ブロック数に制限されない!



# PCIeソフトIP内蔵版コア (続き)

## NVMeG4-IPコア/NVMeG3-IPコア・ラインナップ

対応PCIe プロトコル	IPコア製品型番	対象デバイス・ ファミリ	対応する トランシーバ	実機評価環境
Gen4 4Lane	NVMeG4-IP-VUP-GTY	Virtex-UltraScale+	GTY	VCU118
	NVMeG4-IP-KUP-GTY	Kintex-UltraScale+	GTY	KCU116
	NVMeG4-IP-ZUP-GTH	Zynq-UltraScale+	GTH	ZCU102/ZCU106
Gen3 4Lane	NVMeG3-IP-VUP-GTY	Virtex-UltraScale+	GTY	VCU118
	NVMeG3-IP-KUP-GTY	Kintex-UltraScale+	GTY	KCU116
	NVMeG3-IP-ZUP-GTH	Zynq-UltraScale+	GTH	ZCU102/ZCU106
	NVMeG3-IP-KU-GTH	Kintex-UltraScale	GTH	KCU105

UltraScale+ファミリと一部のUltraScaleファミリに対応

### 製品ラインナップ

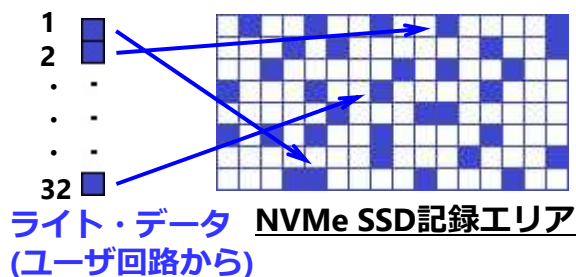
全ての製品で実機評価環境を用意

# ランダム・アクセス対応版

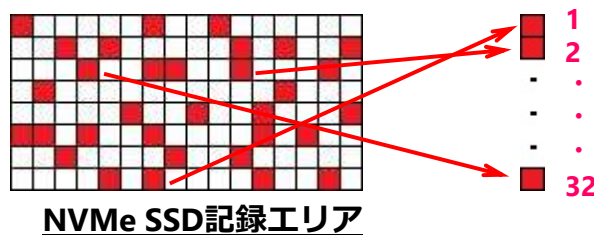
## • raNVMe-IPコア

- ライト又はリードいずれかで最大32コマンドを並列同時に実行
- 1コマンド当りのデータ量はライト・リードとも4Kバイト固定
- ハイ・パフォーマンス **Write=592KIOPs**、**Read=226KIOPs**

□ 4Kバイト・データ



32ライト・コマンドの並列実行



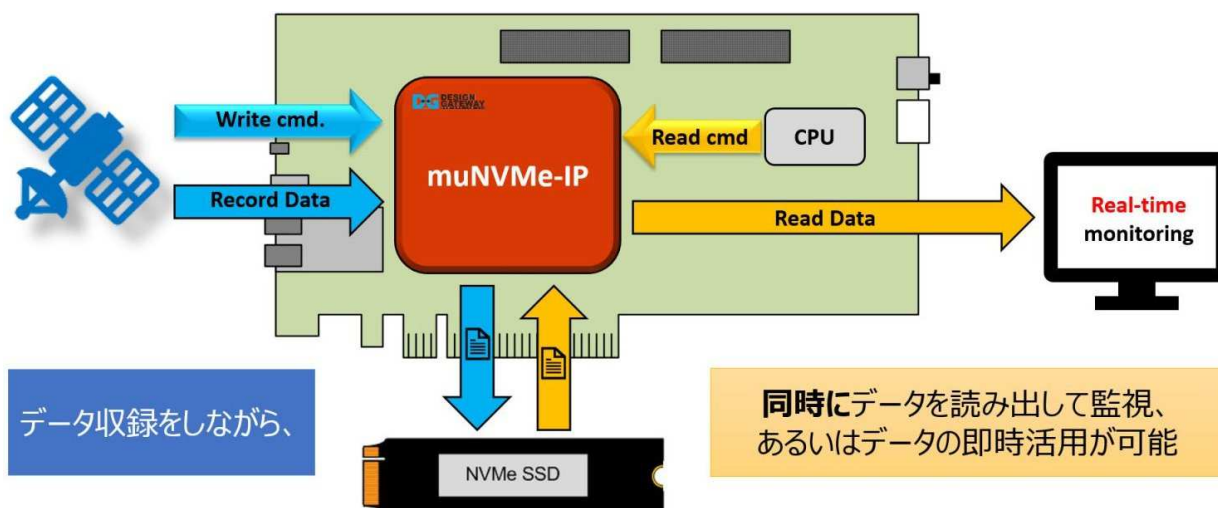
32リード・コマンドの並列実行

raNVMe-IPコアによるコマンド並列実行イメージ

# マルチユーザ(複数ポート)対応版

## • muNVMe-IPコア

- 複数ユーザ・ポートから単一SSDへ同時にRead/Write可能
- SSDへ記録しながら同時に読み出すアプリケーションに最適



muNVMe-IPコアによる同時収録再生システム例

# NVMe-IPの特長

- 1. 高性能：ハイ・パフォーマンスかつコンパクト**
  - Write=5696MB/s、Read=6396MB/s (Gen4版,VCK190による実測値)
  - PCIe GEN4対応 (Virtex-UltraScale+でGEN4実機動作検証済み)
  - コア単体サイズ=4170CLBRegs, 必要メモリ=59BRAM Tile (Gen3版コア)
- 2. インターフェイス：接続容易なユーザI/F**
  - ユーザI/F：制御はパラメータ+要求パルス、データはFIFO接続
  - CPUや外部DDR不要 (データ・バッファに内部BRAMメモリ使用)
- 3. 多機能：リード/ライトに加えて各カスタムコマンドをサポート**
  - SMART/FLUSH/Shutdownなどカスタム・コマンドを実装
  - SSDの大容量化に対応した4Kセクタ・フォーマットに対応
- 4. 環境：Xilinx評価ボードでの試作開発環境**
  - 実機動作するリファレンス・デザインをコアに添付



## 特長1：パフォーマンス

- コア(PCle Gen4対応版)の実測値**
  - 異次元のライト/リード・パフォーマンス!

```

+++ Write Command selected +++
Enter Start Address (512 Byte) : 0 - 0xE8E088AF => 0
Enter Length (512 Byte) : 1 - 0xE8E088B0 => 0x4000000
Selected Pattern [0]Inc32 [1]Dec32 [2]A11_0 [3]A11_1 [4]LFSR=> [2]
5.674 [GB]
11.347 [GB]
17.088 [GB]
22.760 [GB]
28.499 [GB]
34.171 [GB]
Output performance
Total = 34.359 [GB] , Time = 6032[ms] , Transfer speed = 5696[MB/s]
    
```

ライト実測パフォーマンス: 5696MB/s

```

+++ Read Command selected +++
Enter Start Address (512 Byte) : 0 - 0xE8E088AF => 0
Enter Length (512 Byte) : 1 - 0xE8E088B0 => 0x4000000
Selected Pattern [0]Inc32 [1]Dec32 [2]A11_0 [3]A11_1 [4]LFSR=> [2]
6.393 [GB]
12.790 [GB]
19.188 [GB]
25.586 [GB]
31.984 [GB]
performance
Total = 34.359 [GB] , Time = 5371[ms] , Transfer speed = 6396[MB/s]
    
```

リード実測パフォーマンス: 6396MB/s

評価条件：  
 FPGAボード：VCK190  
 評価SSD: Addlink S95 2TB  
 ライト評価：  
 省メモリ・モード (バッファ256KB)  
 リード評価：  
 高パフォーマンス・モード (バッファ1MB)

### NVMe-IPコア・Gen4SSD実機パフォーマンス評価結果例

# 特長1：コンパクト

## コア消費リソースを最小化

- NVMe SSD制御に特化・最適化した制御ロジックを実装

### PCIe GEN3対応版コア コンパイル結果

Family	Example Device	Fmax (MHz)	CLB Regs	CLB LUTs	CLB	BRAMTile <sup>1</sup>	Design Tools
Kintex-Ultrascale	XCKU040FFVA1156-2E	400	4170	2724	772	59	Vivado2017.4
Zynq-Ultrascale+	XCZU7EV-FFVC1156-2E	400	4170	2670	790	59	Vivado2017.4
Virtex-Ultrascale+	XCVU9P-FLGA2104-2L	400	4170	2675	761	59	Vivado2017.4

### PCIe GEN4対応版コア コンパイル結果 (バッファ256KBの省メモリモード)

Family	Example Device	Fmax (MHz)	CLB Regs	CLB LUTs	Slice <sup>1</sup>	BRAMTile <sup>1</sup>	URAM	Design Tools
Versal AI Core	XCVC1902-VSVA2197-2MP-E-S	375	6270	3848	1050	4	8	Vivado2022.1
Alveo-U50	XCU50-FSVH2104-2-E	375	6525	3805	1093	4	8	Vivado2021.1

### NVMe-IPコア単体の消費リソース

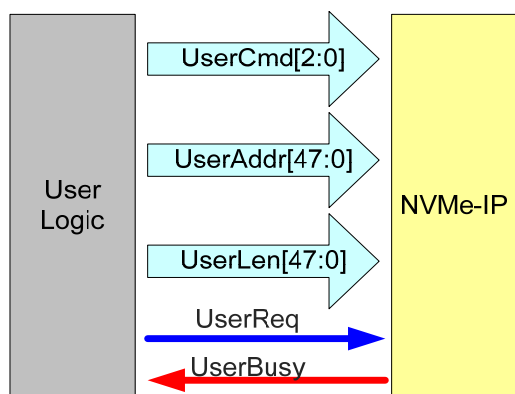
# 特長2：コマンドI/F

## 接続容易なインターフェイス

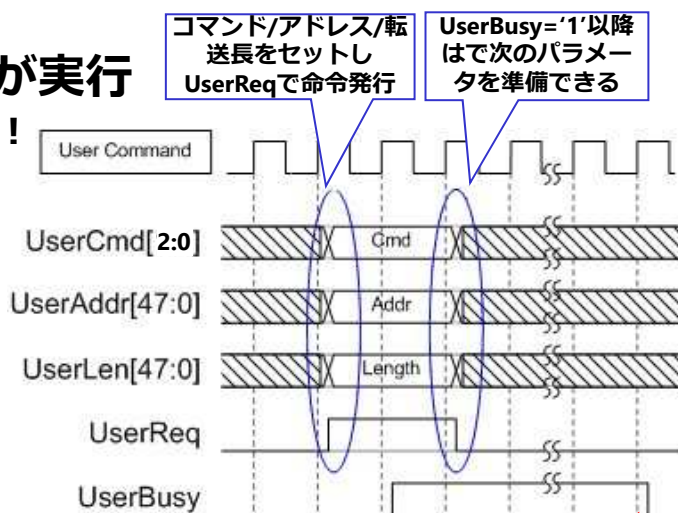
- コマンド種類/アドレス/転送長をセット
- UserReqパルスでコマンド実行開始

## SSDへのアクセス制御は全てコアが実行

- ユーザ回路はUserBusyをモニタするだけ！



コマンド基本I/Fの信号線



コアは命令を受けると UserBusy='1'で実行開始

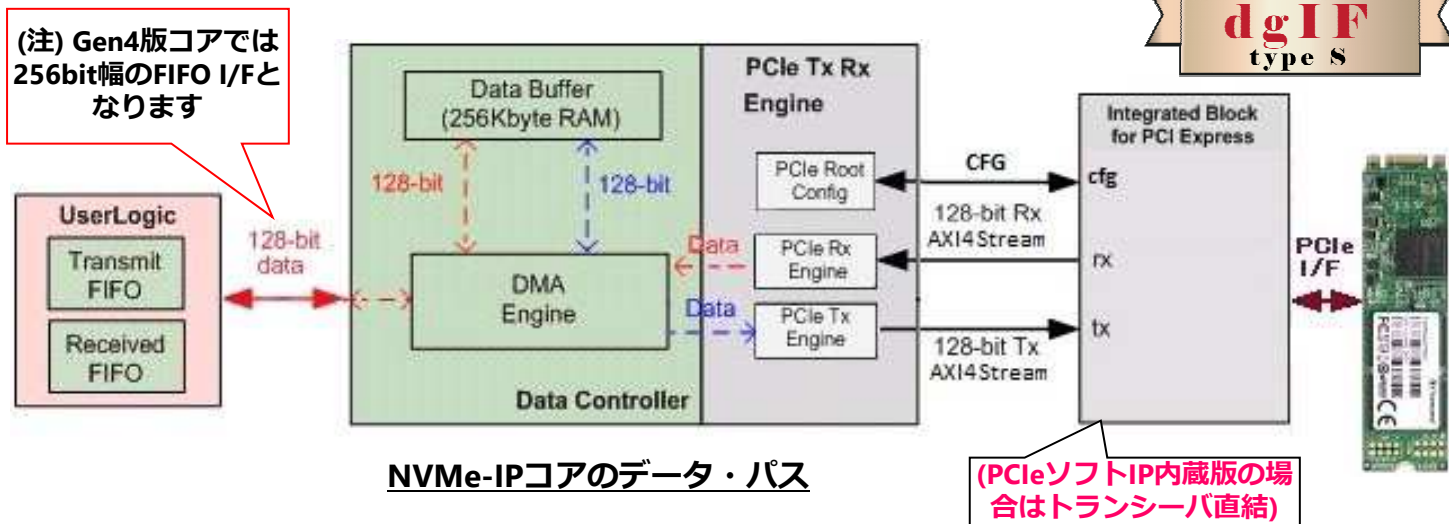
コマンド完了で UserBusy='0'

コマンドI/Fのタイムチャート

## 特長2：データI/F

- ユーザ回路I/Fはリード/ライト別の128bit(Gen4版は256bit)幅FIFO
  - FIFOはユーザが使い慣れたXilinx標準ライブラリの汎用FIFO
  - IPコア内データ・バッファに256KByte(※)のBRAM/URAMを使用

(※ Gen4版コアは1MB設定も対応可)



## 特長3：多機能

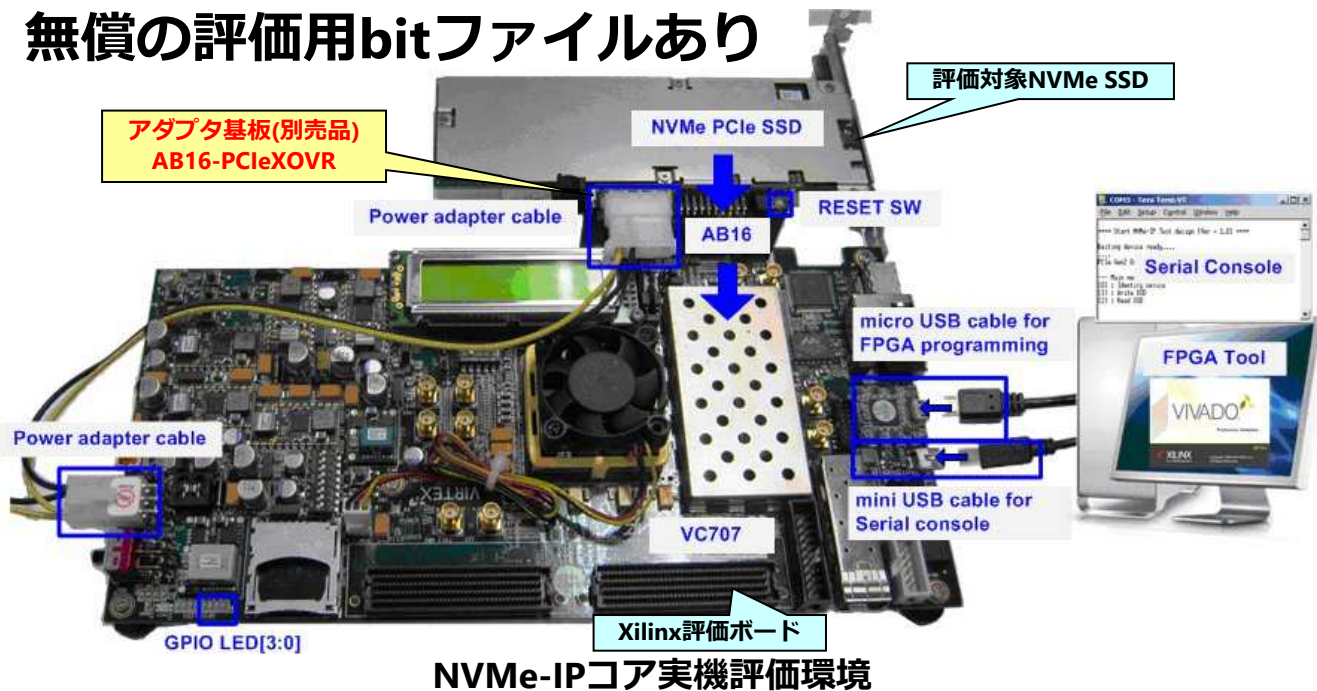
- SSDの状態を取得するSMARTコマンドに対応
  - SSD内部温度や総書き込み数などでSSDの健康状態をモニタリング
- FLUSHコマンドでキャッシュを任意のタイミングでフラッシュ
  - パフォーマンス維持と書き込みデータ退避のトレードオフをユーザが制御可
- Shutdownコマンドをコアが実行
  - 電源停止時の処理プロセスをユーザ指示でコアが実行
- 4Kセクタも対応済み
  - 今後のSSD大容量化に先駆けて4Kセクタ・フォーマットに対応
  - 従来の512バイト・セクタと4KセクタのSSDフォーマットをコアが自動判別

```
<< SMART Log Information >>
Temperature           : 32 Degree Celsius
Total Data Read       : 47469 GB
Total Data Written    : 65373 GB
Power On Cycles       : 3991 Times
Power On Hours        : 79 Hours
Unsafe Shutdowns     : 220 Times
```

**SMARTコマンドの実行結果例**

## 特長 4 : 評価環境

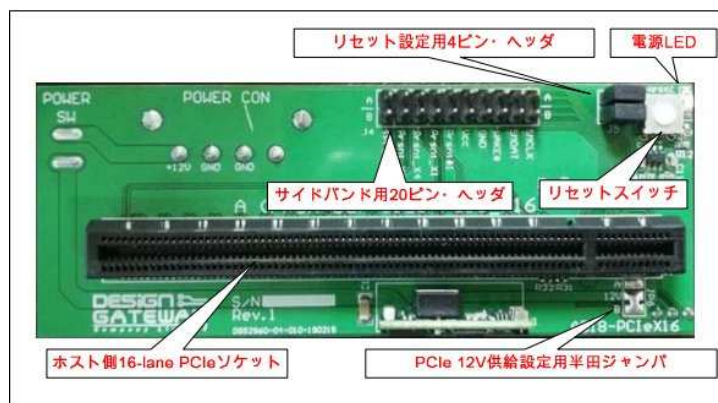
- Xilinx各種評価ボードで実機動作
- 無償の評価用bitファイルあり



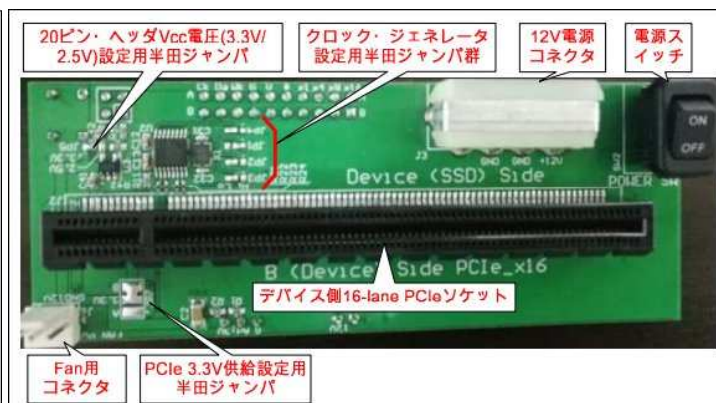
NVMe-IPコア実機評価環境

## 特長 4 : 開発支援ツール#1

- 評価用PCIeアダプタ (型番 : AB18-PCIeX16)
  - 部品面PCIeソケットとFPGA評価ボードのPCIeを接続
  - 半田面PCIeソケットにNVMe SSDを装着
  - NVMe-IPを実装したFPGAからアダプタ経由でSSDへR/Wアクセス



アダプタ部品面



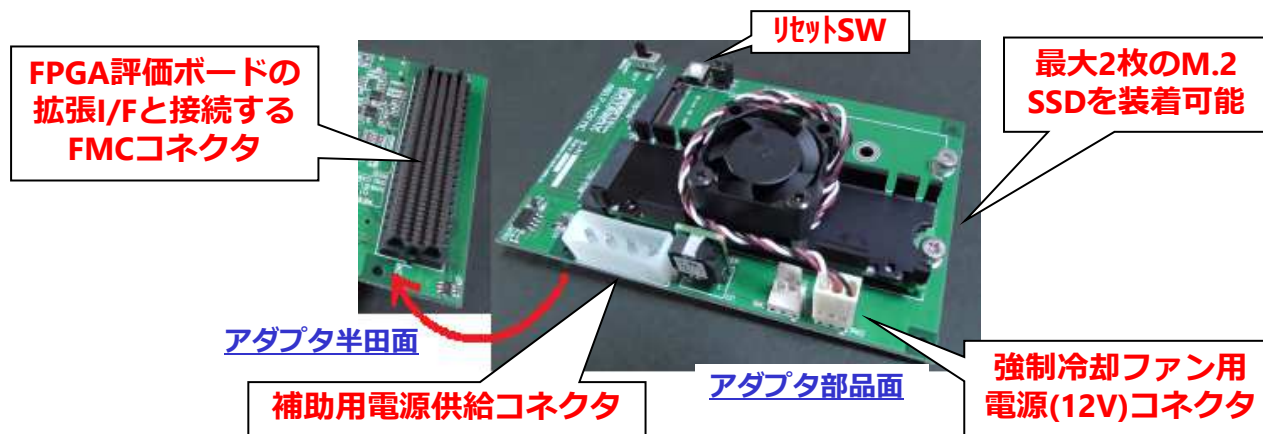
アダプタ半田面

評価用PCIeアダプタ : AB18-PCIeX16



## 特長 4 : 開発支援ツール#2

- 評価用FMCアダプタ (型番 : AB17-M2FMC)
  - 部品面に2スロット分のM.2ソケットを実装
  - 半田面にFPGA拡張I/F接続用FMC HPCコネクタを実装
  - ハイパワー対応電源(SSD1個当り3.3V電源最大5A供給可能)搭載



評価用FMCアダプタ : AB17-M2FMC

## 特長 4 : リファレンス・デザイン

- 評価用ビットファイルのVivado/EDKプロジェクト
- IPコア以外の全ソースコード(ファーム含む)を提供
- ユーザ製品の開発期間短縮に貢献
  - まず最初に元のリファレンスで実機動作を確認
  - そこからユーザ製品に向け少しずつ編集
  - 編集ごとに実機動作をStep by Stepで確認



**大きな後戻りがなく確実に短期間での製品開発が可能!**

## オプション製品：exFAT-IPコア紹介

- NVMe-IPコアのオプション製品
  - exFATファイル・システムでのデータ書込みに対応
- 記録データをそのままPCからリード・アクセス
  - PCへドライブを再接続すると記録データが直接リード可能



記録データはPCからファイルでリード・アクセス可能

## オプション製品：exFAT-IPコア紹介 (続き1)

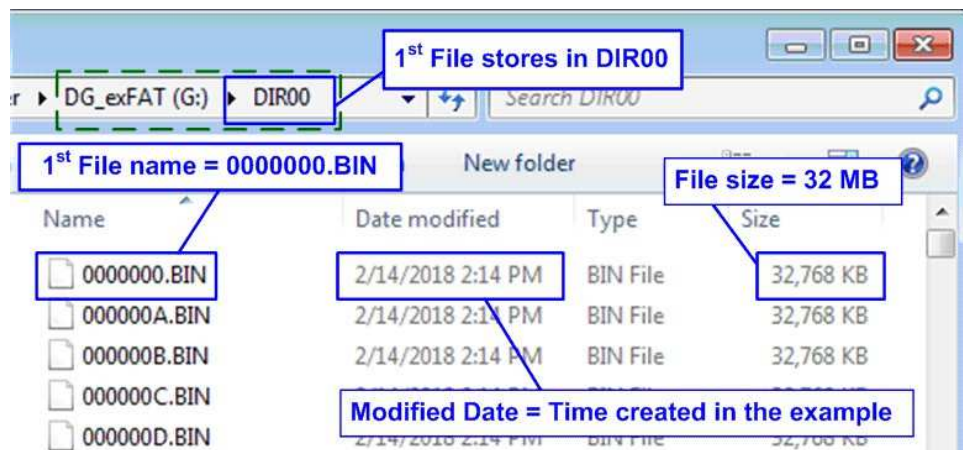
- 実装機能概略
  - フォーマット/ファイル・データ書込みをIPコアが純ロジックで実行
  - ファイル名はIPコアが自動生成
  - ファイル・データはユーザ回路からFIFO経由で直接書き込み
- 制約
  - ドライブのフォーマットはIPコアで実行(PCでのフォーマット不可)
  - ドライブにはIPコアが生成したもの以外のファイル書込み不可
  - ファイル・サイズは固定(フォーマット時に選択)で変更不可



# オプション製品：exFAT-IPコア紹介 (続き2)

## ・ 実機動作するリファレンス・デザインを用意

- テスト・ファイル作成メニューをシリアル経由で実行
- 操作後PCのPCIeに繋ぎ換えてファイルのリード互換性を確認

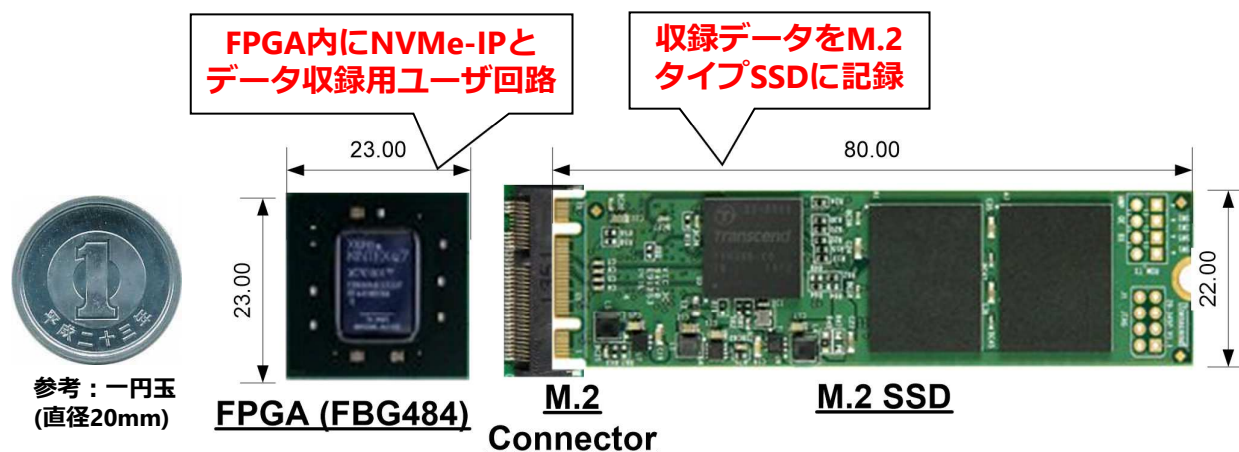


FPGA側で作成したexFATファイルをPCに繋ぎかえてリード操作を確認

# NVMe-IPアプリケーション例1

## ・ 超高速小型FPGAデータ収録システム

- 最新FPGA+M.2タイプSSD

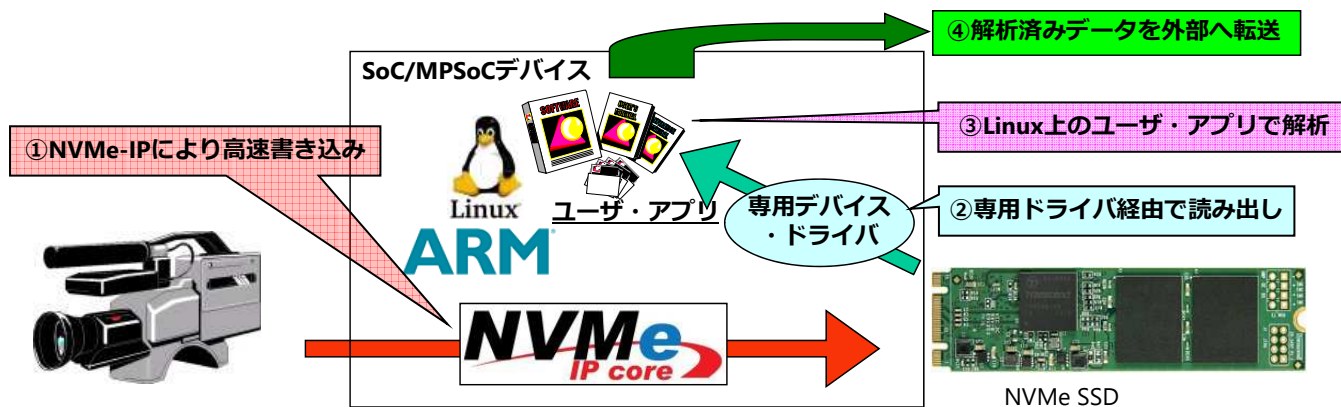


484ピンFBGパッケージのFPGAとM.2 SSDによる実装専有エリア例 (単位：mm)

# NVMe-IPアプリケーション例2

## ・ 収録解析システム

- SoC/MPSoCデバイスにLinuxとユーザ解析アプリを実装
- データ収録はNVMe-IPコアでSSDへ高速書き込み
- 専用ドライバでSSDデータを読み出し、アプリで解析

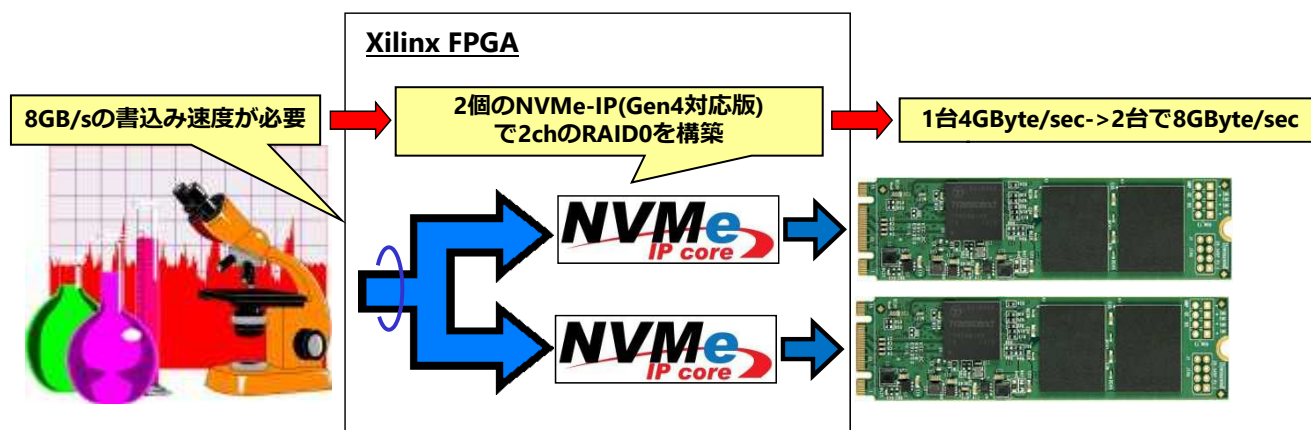


Linux収録解析システム (専用ドライバおよび参照デザインの提供可)

# NVMe-IPアプリケーション例3

## ・ 超高速データ・レコーダ

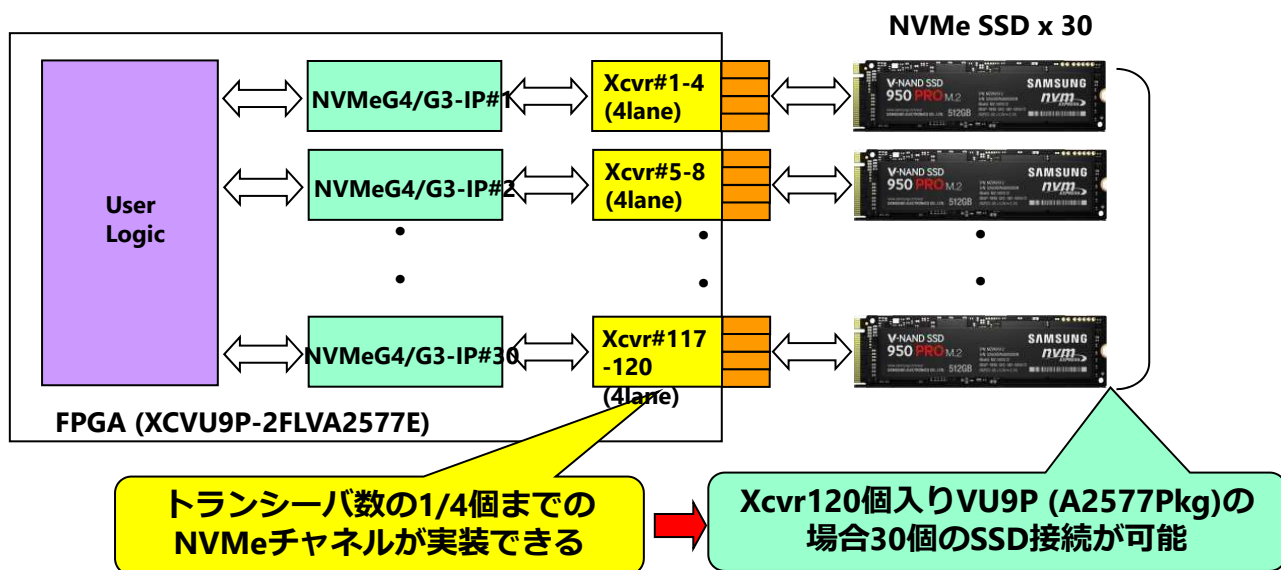
- 複数SSDによるRAID0構成で書き込み速度を倍増
- SSD2台/4台 RAIDの実機動作リファレンス・デザイン



8GByte/secの収録レートを実現するNVMe RAIDシステム

# NVMe-IPアプリケーション例4

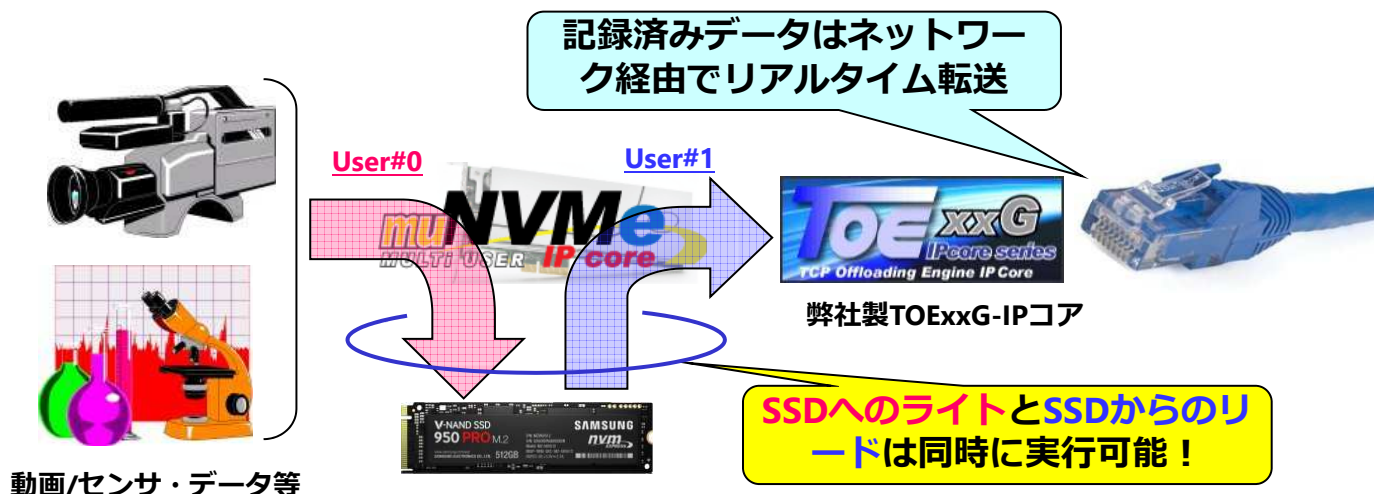
- ・ 超多チャンネルSSDアレイ (NVMeG4/G3-IPコア使用)



NVMeG4/G3-IPコアによる30個のM.2 SSDアレイ・システム

# NVMe-IPアプリケーション例5

- ・ muNVMe-IPによるデータ記録・同時再生システム  
 - User#0(ライト)/User#1(リード)両側からSSDを同時アクセス



muNVMe-IPコアによる記録・同時再生システム

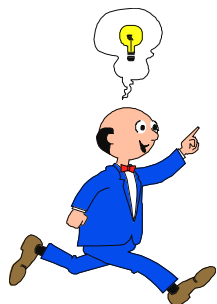
# NVMe-IP紹介：問い合わせ

- ホームページに詳細な技術資料を用意

- [https://dgway.com/NVMe-IP\\_X.html](https://dgway.com/NVMe-IP_X.html)

- 問い合わせ

- 株式会社Design Gateway
  - E-mail : [info@dgway.com](mailto:info@dgway.com)
  - FAX : 050-3588-7915



先進的IPコア開発のエキスパート

新着情報 NEWS    ギガビットIP GIGA BIT IP CORES    商品情報 PRODUCTS    技術・サービス Technology&Service    会社 COMPAT

**NVMe IPコア** 最新のPCIeSSDをFPGAと直結!!

NVMe IPコアは、SATA SSDに代わる次世代ストレージPCIe SSDを、CPUや外部メモリなしでインターフェースするIPコアです。超大容量かつ超高速のパフォーマンスを要求するアプリケーションのストレージに最適です。また従来複数SSDのRAIDで実現していた超高速転送を1ストレージで可能になるため、システムのコンパクト化にも貢献します。PCIe規格準拠のため、M.2ストレージにも対応が可能です。Xilinx社のFPGAに対応したリファレンスデザインをコア製品に標準添付しており、製品開発の短縮に役立てることができます。また、Xilinx社製FPGA評価ボード用デモファイルを準備しておりますので、購入前に本コアを実機で評価・お試しい頂けます。

～ NVMe ～ SSDに最適化された規格

NVMeとは、「NVMe Express (Non-Volatile Memory Express)」の略で、SSDのような不揮発メモリ装置に最適化されたインターフェース規格です。従来のHDDのインターフェースにSATAが広く採用されてきた経緯で、SSDでもSATAが踏襲されてきましたが、SATA規格では転送速度の上限が600M(バイト)秒で頭打ちとなり、高速化が進むSSDの性能を十分発揮できなくなりつつあります。それに対しNVMeではPCI Express (PCIe)採用により、Gen 3 x4レーンの場合約4G(バイト)秒と非常に高速な転送速度を実現可能にします。また、NVMeの大きな利点の一つとして、Linux、Windows等のOSがサポートしているため、ドライバ(の心配)が不要です。

# 改版履歴

Rev.	日時	履歴
1.0J	2016/6/9	正式リリース初期版(Rev 1.0J)リリース
1.1J	2016/6/21	GEN3 (Kintex Ultrascale)の正式サポート開始
1.2J	2016/8/24	外付けDDR4はx16bit@2400MbpsのDDR4なら1chipで対応できる修正
1.3J	2016/9/12	Zynq-7000, Kintex-7の正式サポート開始
1.4J	2016/11/8	PCIe GEN3対応Virtex-7デバイスの正式サポート開始
1.5J	2016/12/21	データ・バッファを内部BRAMとし外部メモリを不要とするコア改良
1.6J	2017/6/7	ブリッジ回路をコアに内蔵しPCIe統合ブリッジと直結するコア改良
1.7J	2017/11/2	Linuxドライバ・アプリおよび2ch RAID0リファレンス・デザインを追加
1.8J	2018/7/18	4Kセクタ対応/SMARTコマンド/FLUSHコマンド/Shutdown機能を追加
1.9J	2019/1/7	オプション製品のFAT32-IP/exFAT-IP(開発中)紹介を追加
2.0J	2019/9/24	PCIeソフトIP内蔵版のNVMe-IPコア拡張製品リリース
2.1J	2020/2/1	Gen4対応のPCIeソフトIP内蔵版コア(NVMeG4-IP)リリース
2.2J	2020/8/27	ランダムアクセス対応のraNVMe-IPコアを新規ラインナップとして追加
2.3J	2020/12/1	NVMeG3-IP/NVMeG4-IPの情報を更新/修正
2.31J	2021/1/6	Page6のNVMeG4-IP-ZUP-GTHにて対応トランシーバをGTHに修正
2.4JX	2022/10/29	muNVMe-IPコアのラインナップ追加