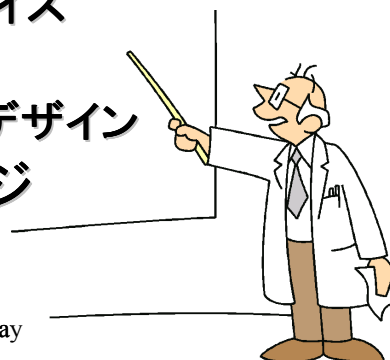




## 超高速小型レコーダの最適解

- ・ NVMe SSDについて
  - SSDの動向
  - NVMe SSDの組み込み導入メリット
- ・ NVMe-IPの特長
  - 概要説明
  - ユーザ・インターフェイス
  - パフォーマンスとコア・サイズ
  - 豊富な機能
  - 検証環境/リファレンス・デザイン
- ・ アプリケーション・イメージ



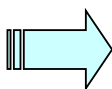
## SSDの動向1

- 最新SSDではインターフェイスのSATAがボトルネック
  - SSDのR/W速度がSATAの帯域(理論上限600MB/s)で頭打ち
- より高帯域なPCI Expressへ移行
  - PCIe GEN3 x4の場合帯域は4GB/sと高速
- 小型化に向くM.2フォームファクタやBGAタイプが登場
  - M.2: 幅22mm・長さ20/42/80/120mmの小型DIMM形状
  - BGA: 20mm x 16mm x 1.5mm、1gのパッケージ



従来の2.5インチSATA SSD

2018/7/18



最新のM.2タイプ PCIe SSD

Design Gateway



BGAパッケージSSD

Page 3

## SSDの動向2

- ホスト・コントローラ規格はAHCIからNVMeへ
  - SSDのパフォーマンスを最大限に引き出す最新の規格
  - 拡張されたキュー・サイズで最大65,536コマンドを同時処理
  - 各種OSでNVMeドライバに対応



FMS2015講演“Annual Update on Interfaces”資料より抜粋

2018/7/18

Design Gateway

Page 4

## NVMe SSDの組み込み導入メリット1

- ・ 拡張された転送帯域：2.5GB/s(Write)を越える実力
- ・ 高いコスト・パフォーマンス：SATAタイプと価格差が小さい

メーカー サムスン  
970 EVO MZ-V7E500B/IT

最安価格(税込): **¥23,782** (前週比: -7円↓)

価格帯: ¥23,782~¥27,353 (16店舗) [ショップ一覧](#) [価格推移グラフを見る](#)

メーカー希望小売価格: ¥— 発売日: 2018年5月上旬

店頭参考価格帯: **¥23,801 ~ ¥24,480** (全国の店舗) [最寄りのショップ一覧](#)

容量: 500GB 規格サイズ: M.2 (Type2280) インターフェイス: PCI-Express タイプ  
:V-NAND 3bit MLC [スペック詳細](#)

[メーカー製品情報ページ](#) [メーカー仕様表](#)

(2018/7/17時点の価格.com情報)

All	Read [MB/s]	Write [MB/s]
Seq Q32T1	3368.4	2520.1
4KB Q8T8	1040.8	1181.4
4KB Q32T1	370.4	222.0
4KB Q1T1	35.96	140.2

(MZ-V7E500B/ITのベンチマーク結果)


### M.2タイプNVMe SSD (Samsung MZ-V7E500B/IT)の価格とパフォーマンス

## NVMe SSDの組み込み導入メリット2

- ・ 様々なフォームファクタ
  - HHHL(Half-Height,Half-Length)の汎用PCIe拡張カードタイプ
  - 小型のNGFFコネクタ接続で挿抜できるM.2タイプ
  - 従来2.5"ドライブと同一サイズのU.2 (SFF-8639)
  - 基板に直接実装可能なBGAチップ

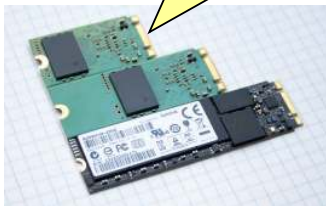
メリット

大容量




HHHL PCIeタイプ

小型&コネクタ接続



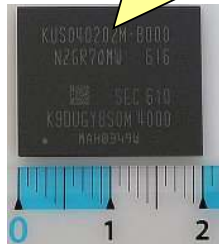
M.2タイプ(長さ規格:42/60/80mm)

活線挿抜可



U.2タイプ

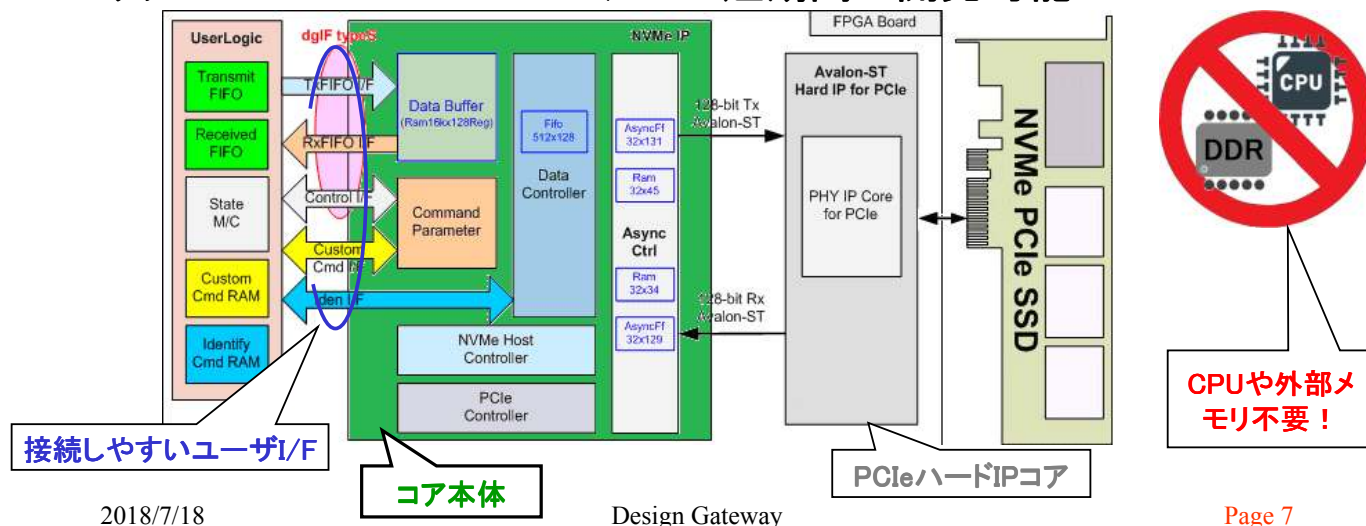
基板実装可



BGAタイプ

# NVMe-IPとは

- 概要: NVMe SSDとFPGAを直結しRead/Writeを自動実行
- 使い方: ユーザ回路とPCIeハードIP間に挿入,CPUや外部メモリ不要
- 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



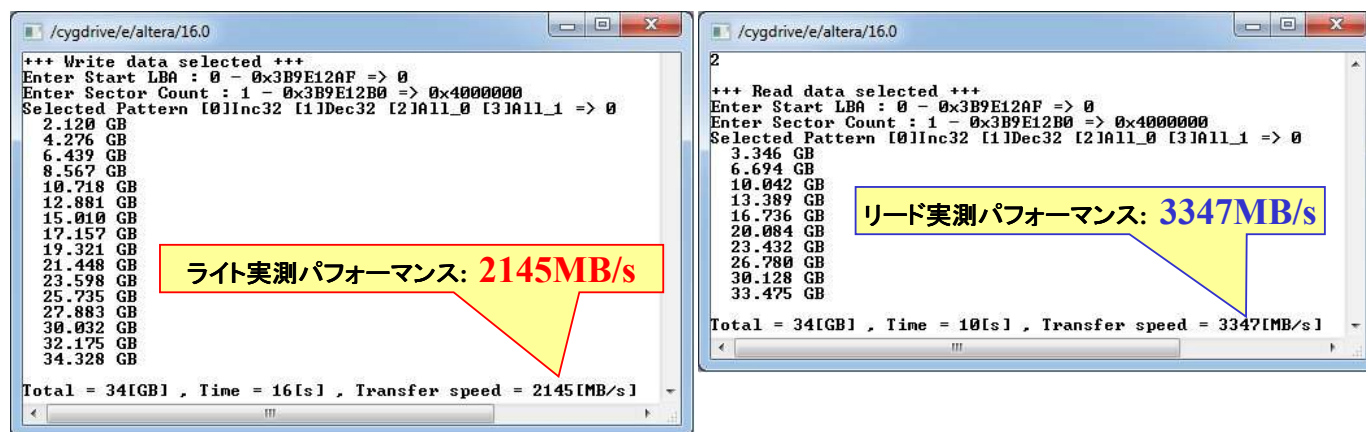
# NVMe-IPの特長

- 高性能: ハイ・パフォーマンスかつコンパクト
  - Write=2145MB/s、Read=3347MB/s (Arria10SoC実測値32GByteのR/W)
  - PCIe GEN3対応 (Arria10 SX/GXでのGEN3実機動作検証済み)
  - コアサイズ: 1820ALM, 3680DFF (Arria10SXの場合)
- インターフェイス: 接続容易なユーザI/F
  - FPGA内蔵PCIeハードIPコアと直結(追加の回路不要)
  - 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・バッファに内部ブロック・メモリ使用)
- 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
- 環境: Intel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



## NVMe-IPの特長1:パフォーマンス

- ・ NVMe SSDへのアクセス制御を完全に自動実行
  - R/Wコマンドを最速で実行するステートマシン内蔵
  - 完全同期回路により最少のオーバーヘッド



実機パフォーマンス評価結果例 (Arria10SoC)

(評価SSD: Samsung製 MZ-V6P512B)

## NVMe-IPの特長1:コンパクト

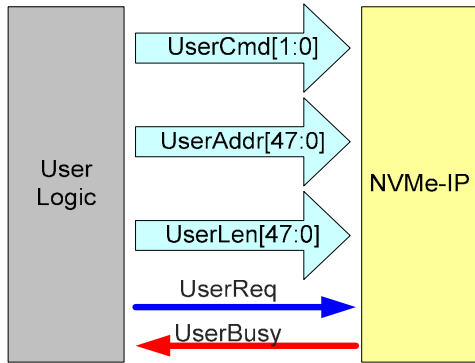
- ・ コア消費リソースを最小化
  - NVMe SSD制御に特化・最適化した制御ロジックを実装
- ・ ブロック・メモリによるデータ・バッファ
  - 内部メモリにより最小のオーバーヘッドでアクセス

Family	Example Device	Fmax (MHz)	Logic utilization (ALMs)	Registers	Block Memory bit <sup>1</sup>	Design Tools
ArriaV GX	5AGXFB3H4F35C4	212	1835	3637	2,162,688	QuartusII 16.0
Stratix V GX	5SGXMA7N2F45C2	350	1813	3682	2,162,688	QuartusII 16.0
Arria10 SX	10AS066N3F40E2SGE2	300	1820	3680	2,162,688	QuartusII 16.0

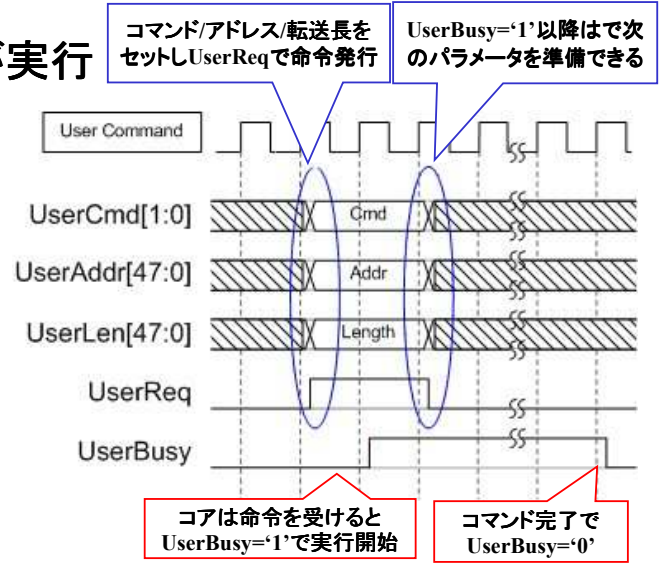
### NVMe-IPコア単体の消費リソース

# NVMMe-IPの特長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！



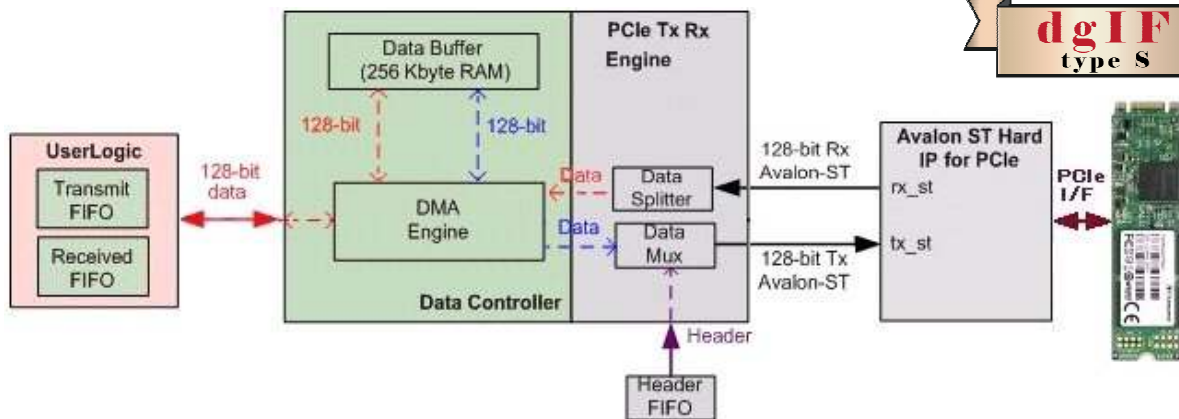
コマンド基本I/Fの信号線



コマンドI/Fのタイムチャート

# NVMMe-IPの特長2:データI/F

- ・ ユーザ回路I/Fはリード/ライト別の128bit幅FIFO
  - FIFOはユーザが使い慣れたIntel標準ライブラリの汎用FIFO
  - IPコア内データ・バッファに256KByteのブロックメモリを使用



NVMMe-IPコアのデータ・パス

## NVMe-IPの特長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    : 65973 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

## NVMe-IPの特長4: 評価環境

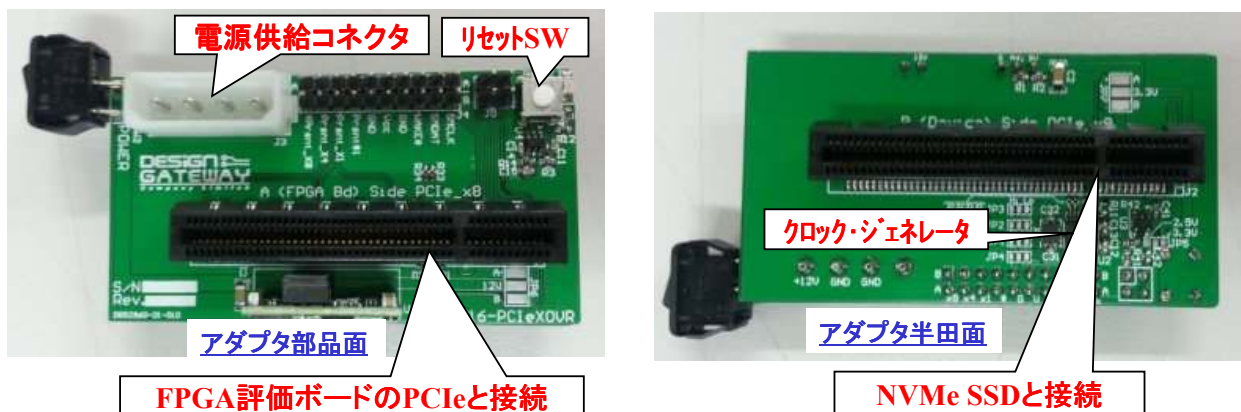
- ・ Intel各種FPGA評価ボードで実機動作
- ・ 無償の評価用SOFファイルあり



NVMe-IPコア実機評価環境

## NVMe-IPの特長4：開発支援ツール#1

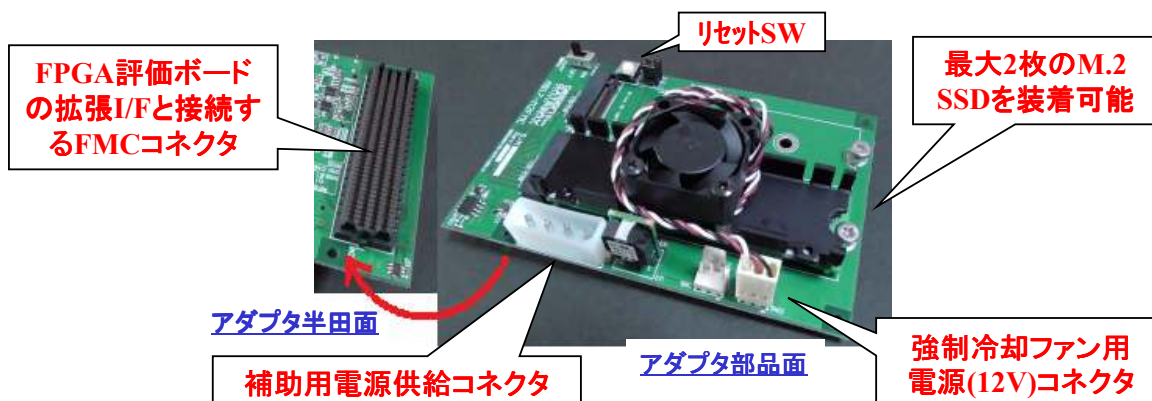
- ・ 評価用PCIeアダプタ(型番:AB16-PCIeXOVR)
  - 部品面PCIeソケットとFPGA評価ボードのPCIeを接続
  - 半田面PCIeソケットにNVMe SSDを装着
  - NVMe-IPを実装したFPGAからアダプタ経由でSSDへR/Wアクセス



評価用PCIeアダプタ:AB16-PCIeXOVR

## NVMe-IPの特長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



## NVMe-IPの特長4: リファレンス・デザイン

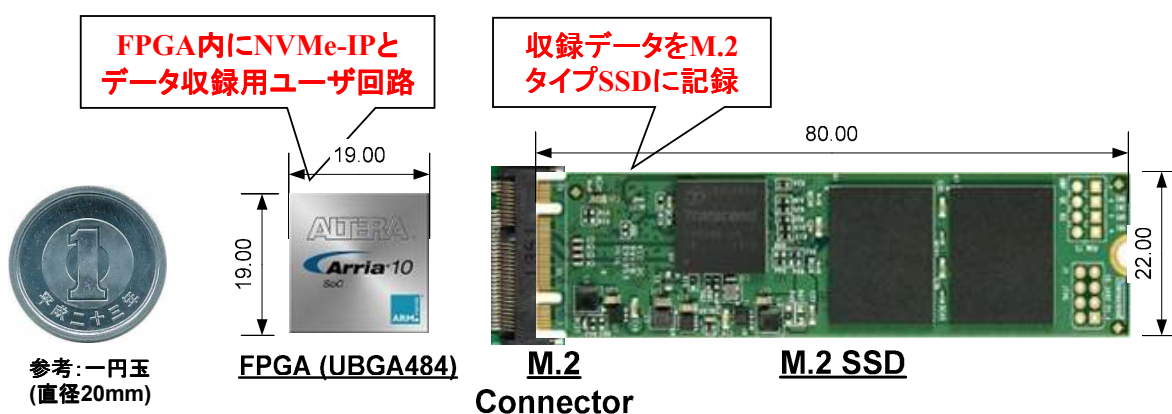
- ・ 評価用ビットファイルのQuartus/Qsysプロジェクト
- ・ IPコア以外の全ソースコード(ファーム含む)を提供
- ・ ユーザ製品の開発期間短縮に貢献
  - まず最初に元のリファレンスで実機動作を確認
  - そこからユーザ製品に向け少しずつ編集
  - 編集ごとに実機動作をStep by Stepで確認



**大きな後戻りがなく確実に短期間での製品開発が可能!**

## NVMe-IPアプリケーション例1

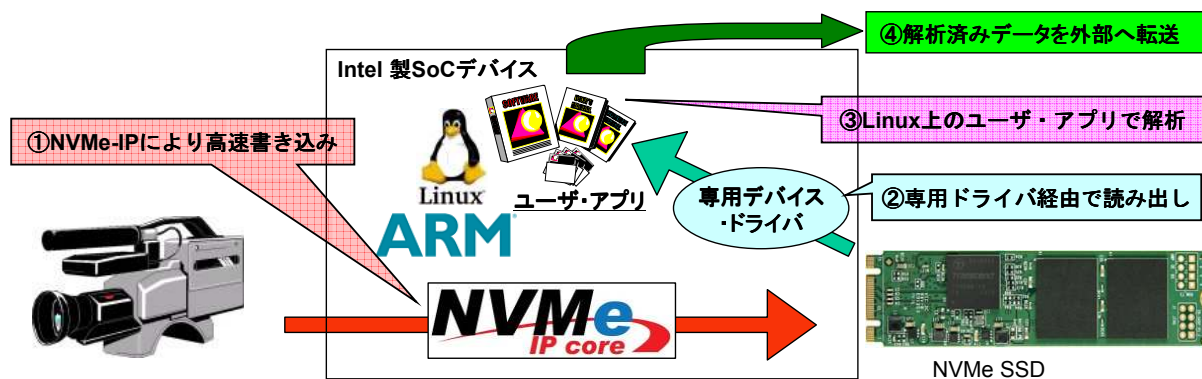
- ・ 超高速小型FPGAデータ収録システム
  - 最新FPGA+M.2タイプSSD



484ピンUBGAパッケージのFPGAとM.2タイプ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

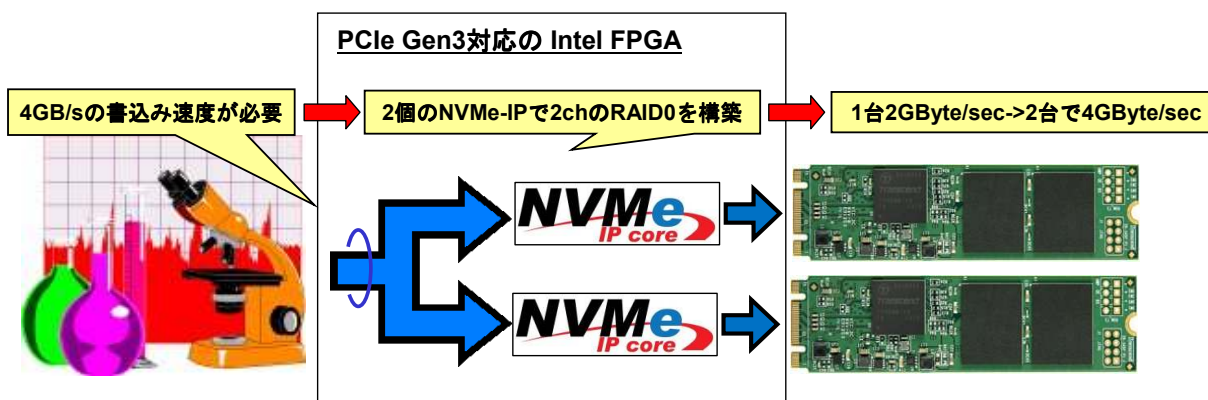
- ・ 収録解析システム
  - SoCデバイスにLinuxとユーザ解析アプリを実装
  - データ収録はNVMe-IPコアでSSDへ高速書き込み
  - 専用ドライバでSSDデータを読み出し、アプリで解析



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 RAIDの実機動作リファレンス・デザイン提供



4GByte/secの収録レートを実現するNVMe RAIDシステム

