

平成 2 1 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「USB3.0 システム開発検証環境の開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 2 年 3 月

委託者 関東経済産業局

委託先 ベリフィケーションテクノロジー株式会社

目次

第1章	研究開発の概要	3
第1節	研究開発の背景・研究目的及び目標	3
第2節	研究体制	4
第3節	成果概要	5
第4節	当該研究開発の連絡窓口	5
第2章	本論	6
第1節	実施内容	6
第2節	研究成果(全般)	7
第3節	研究成果(特徴的機能)	10
第4節	性能評価	12
第3章	全体総括	13
第1節	研究成果と産業的価値	13
第2節	事業化展開(基本機能展開)	13
第3節	事業化展開(発展的機能展開)	13

第1章 研究開発の概要

第1節 研究開発の背景・研究目的及び目標

① 研究背景

USB 製品は 2009 年時点全世界で 10 万種、40 億ユニットが流通する^{*1}。デジタルテレビ等で使用される画像転送規格 HDMI でさえ 2009 年時点全世界で 2 億ユニット^{*2}の流通であり、USB の普及は他を圧倒している。そのような中、2008 年に USB3.0 規格が発表された。USB3.0 は理論速度 5Gbps^{*3}であり、USB2.0 の理論速度 480Mbps^{*4}を 10 倍以上も上回る。

我々は 2010 年以降、多くの川下製造業者が USB3.0 製品の開発に着手すると予測し、30 社程度の川下製造業者に USB3.0 製品開発上の予想される問題をヒアリングした。大きく 2 つの問題があることが判明した。

- ・ USB3.0 は未知のインターフェースであり、まずはノウハウ習得や試作を行いたい。
- ・ USB3.0 デバイスを開発しないと、USB3.0 ホスト^{*5}アプリケーションは開発できない。

そこで我々は、あらゆる USB3.0 デバイスを容易にエミュレーション(模倣)できるシステム(VITIS^{*6}と呼ぶ)の研究を検討した。VITIS を用いれば、川下製造業者は製品開発前に USB3.0 に関するノウハウ習得や試作を、低コスト/短期間に実施可能である。さらに USB3.0 デバイス実機開発前に USB3.0 ホストアプリケーションの開発も可能となる。つまり VITIS を市場投入すれば、前述した川下製造業者が抱えるであろう USB3.0 製品開発上の 2 つの問題を同時に解決できる。

本報告は、USB3.0 デバイス エミュレーション ツール VITIS の研究に関するものである。

② 研究目的と目標

本研究開発の目的は、川下製造業者の USB 機器開発をサポートする USB3.0 デバイス エミュレーション ツール VITIS を開発することである。川下製造業者は、VITIS で USB 機器のエミュレーションを行うことで、USB 機器が無くても USB ホストソフトウェアを開発することが出来るので、USB 機器を短期間かつ高信頼で開発することが可能になる。そこで VITIS の研究では、川下製造業者の USB 機器をエミュレーションするという趣旨から、次の目標を達成しなくてはならない。

- (A) 川下製造業者が USB 機器のエミュレーションを容易に行うことができる API(アプリケーションインターフェース)の実現。
- (B) PC^{*7}(USB3.0 ホスト)と接続したときの転送速度 2Gbps の実現。
- (C) 組込み機器(USB2.0 ホスト)と接続したときの転送速度 150Mbps の実現。

^{*1} USB 規格団体総会 “SuperSpeed USB Developers Conference” 2009/5/20

^{*2} HDMI 規格団体 WEB サイト <http://www.hdmi.org/>

^{*3} Giga Bit Per Second : 1 秒あたり 10⁹bit

^{*4} Mega Bit Per Second : 1 秒あたり 10⁶bit

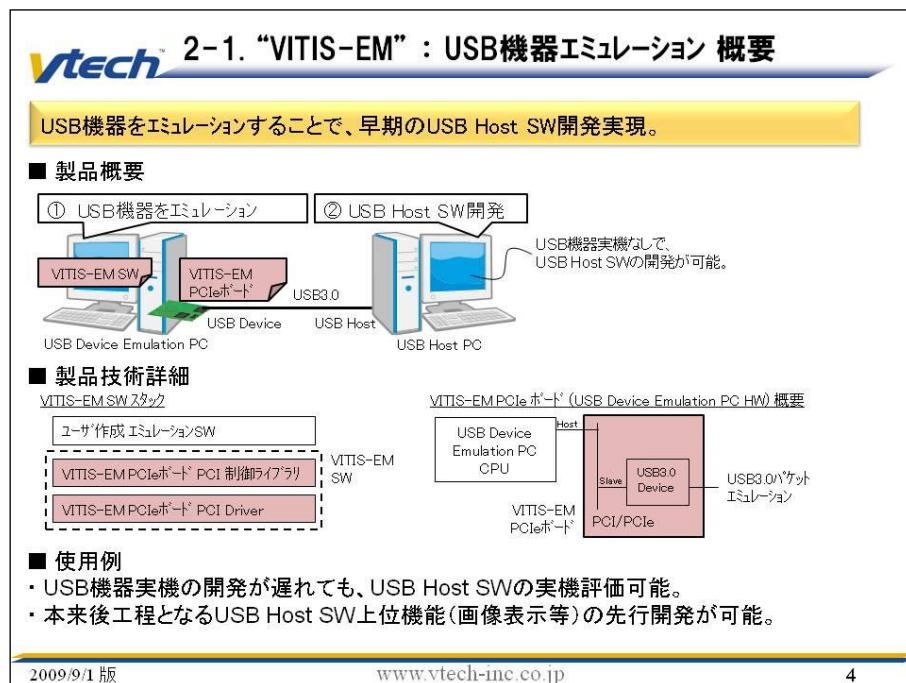
^{*5} USB 制御側(例: パソコン等)を「ホスト」、被制御側(例: マウス等)を「デバイス」と呼ぶ。

^{*6} 発音「ヴィティス」。ラテン語で「命の樹」という意味。ヨーロッパのブドウ原種の学術名。

^{*7} パソコン

③ 研究概要

川下製造業者が開発する USB 機器をエミュレーションするための HW^{※8}と PCIe^{※9} ボード(プリント基板)、SW、API を開発し、さらに VITIS が繋がる USB ホストには、PC(USB3.0)と組込み機器(USB2.0)の動作を保障するために、PC 向け USB ホストアプリケーション、及び組込み向け USB ホストアプリケーションの開発も行う。



第2節 研究体制

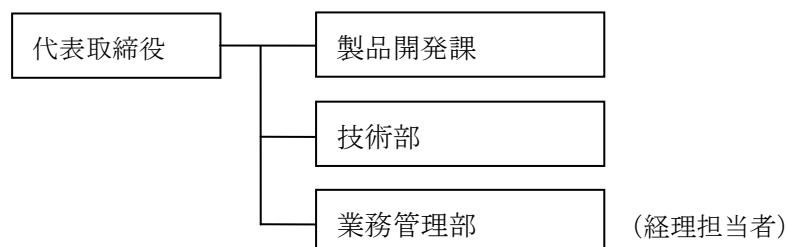
① 研究組織

ベリフィケーションテクノロジー株式会社

統括研究代表者(PL) ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課長 清水喜弘
副統括研究代表者(PL) ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課 内田伸司

② 管理体制

事業管理者 [ベリフィケーションテクノロジー株式会社] (業務管理者：業務管理部長)



※8 ハードウェアを「HW」、ソフトウェアを「SW」と略す

※9 PCI Express : PC や組込み機器内で使用される信号線の代表的な世界規格

③ 研究者

研究内容を鑑みて、SW、HW、プリント基板に精通したメンバで本研究に挑んだ。

氏名	所属・役職	備考
清水 喜弘	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課長	PL
内田 伸司	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課	SL
加賀美 勇	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 技術部 YVC 3 課	
浜田 悌彰	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 技術部 YVC 1 課	
新原 光利	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 技術部 YVC 1 課	
森 康雄	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 技術部 YVC 1 課長	
井上 光広	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 技術部 YVC 1 課	
鈴木 大輔	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課	
寺崎 勇太	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課	
葉山 由紀	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 製品開発課	
新川 優希	ベリフィケーションテクノロジー株式会社 業務管理部	管理員

④ 協力者

第 1 章 第 1 節②研究の目的(A)は「使いやすさ」であり、客観的な評価が困難である。そこで PC(USB3.0)向けと、組込み機器(USB2.0)向けの製品開発を計画している川下製造業者であるアドバイザーの意見を逐次拾い、研究の方向性を修正していくことで、この目的を達成した。

氏名	所属・役職
津留 真人	財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 科学技術コーディネーター
藤井 耕三	シスメックス株式会社 科学計測事業部主任
大橋 孝浩	オプテックス株式会社 技術開発本部技術部

第 3 節 成果概要

USB デバイス エミュレーション ツールの試作を行った。以下当初目標を達成した。

- ・ USB3.0/2.0 デバイスのエミュレーションができること
- ・ USB3.0 による通信(達成値 2.5Gbps、目標値 2.0Gbps)
- ・ USB2.0 による通信(達成値 150Mbps、目標値 150Mbps)

第 4 節 当該研究開発の連絡窓口

梅崎 栄二 umezaki@vtech-inc.co.jp

ベリフィケーションテクノロジー株式会社 業務管理部

TEL 045-470-8310 FAX 045-470-8319

第2章 本論

第1節 実施内容

本節では研究実施内容について説明する。各研究実施内容の成果は次節で説明する。

① デジタル回路とボード設計

②向けの「USB3.0 評価ボード」と④向けの「USB2.0 プロトコル評価基板」であるデジタル回路とボードの開発を行う。「USB3.0 コンサルティング業務」「USB3.0 プリント基板カスタマイズ業務」「USB2.0 プロトコル評価基板・設計」「USB2.0 プロトコル評価基板・検査」にて外注を活用し、「オシロスコープ^{※10}」でそれら設計物の検査を実施する。

② PCIe デバイスドライバと API の開発

VITIS-EM 用ボードを PCIe バス経由で Windows PC から制御するためのデバイスドライバと API を開発する。特に API は川下製造業者がエミュレーションのために用いるため、使いやすさを考慮する必要がある。使いやすさに関しては、アドバイザーの意見を逐次拾いながら進める。またこの開発にあたっては、USB プロトコル検査のために「USB3.0 プロトコルアナライザ^{※11}」を活用する。

③ PC(USB3.0)向けサンプル USB デバイスドライバとサンプルアプリケーションの開発

VITIS-EM で USB 機器をエミュレーションした後、川下製造業者は USB ホストアプリケーションの開発を行う。この USB ホストアプリケーションのサンプルとなる、サンプルデバイスドライバとサンプルアプリケーションを開発する。VITIS-EM の性能を正しく評価するためには、高品質なソフトウェアを開発する必要がある。

④ 組込み機器(USB2.0)向けサンプル USB デバイスドライバとサンプルアプリケーションの開発

③と同様のソフトウェア開発を組込み機器上で実施する。

⑤ プロジェクトの管理・運営

事業管理者・ベリフィケーションテクノロジー株式会社において、本プロジェクトの管理を行う。プロジェクトの研究経緯と成果について取りまとめ、成果報告書を作成する。本研究の実用化に向けた到達の度合いを検証するとともに、事業化に向けての課題等について調整を行う。研究開発推進委員会を委託契約期間内に7回程度開催する。

※10 主にプリント基板開発で使用されるアナログ信号計測装置

※11 USB 規格は物理層/リンク層/プロトコル層から成り、USB ケーブル上のプロトコル層のデータを観測する計測装置

第2節 研究成果(全般)

前節で提示した各研究項目の成果について報告する。

① デジタル回路とボード設計

本研究では2種類の評価ボードを開発した。

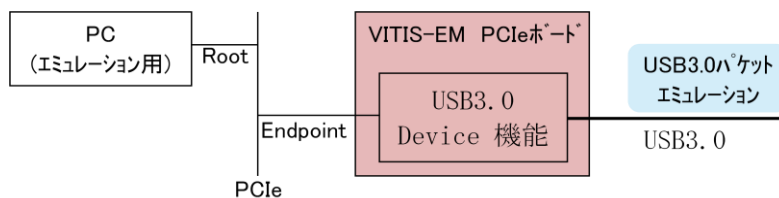
- ・ VITIS-EM PCIe ボード
- ・ USB2.0 プロトコル評価基板

● VITIS-EM PCIe ボード



VITIS-EM PCIe ボードは、USB3.0 デバイス機能を実現するための PCIe ボードであり、PCIe Endpoint と USB3.0 Device をブリッジする。メイン LSI には FPGA^{※12} を用いており、FPGA 内に PCIe と USB3.0 回路が実装されている。この PCIe と USB3.0 回路はインベンチュア株式会社が本研究とは無関係に独自開発したものを採用した。ボードもインベンチュア株式会社が本研究とは無関係に独自開発したものを、本研究用に改造した。ボードの評価には、USB3.0/2.0 プロトコルアナライザを用いた。

VITIS-EM PCIe ボードの機能ブロックは以下の通りである。



● USB2.0 プロトコル評価基板

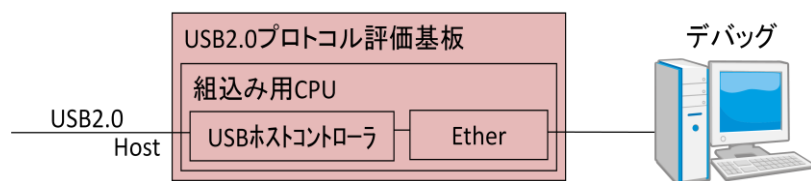


VITIS-EM PCIe ボードは PC に接続される場合と、組込み機器に接続される場合が想定される。組込み機器との接続性を確認するために開発したボードが、USB2.0 プロトコル評価基板である。USB2.0 プロトコル評価基板は、USB2.0 ポートを2つ、デバッグ用の Giga Ether ポートを2つ備える。ボードの基本機能評価には、ICE^{※13}を用いた。

※12 Field Programmable Gate Array : 回路書替え可能な LSI

※13 In Circuit Emulator : 主に組込み CPU で使用されるデバッグツール

USB2.0 プロトコル評価基板の機能ブロックは以下の通りである。



② PCIe デバイスドライバと API の開発

VITIS-EM PCIe ボードを制御するための SW、及びユーザがユーザの USB3.0 機器をエミュレーションするための API 機能を開発した。さらにユーザが作成することになるエミュレーション機能のサンプル SW もシステム評価の一環として作成した。SW スタック^{※14}は以下の通りである。



3つの SW の役割と特徴について説明する。

● VITIS-EM PCIe ボード PCI Driver

VITIS-EM PCIe ボードのレジスタ^{※15} アクセス、割り込み^{※16} 制御、DMA^{※17} 機能を実現するための Windows XP/Vista/7 用デバイスドライバである。Windows デバイスドライバの実装方法はいくつもあるが、最新の実装方法である KMDF(Kernel Mode Driver Framework)を採用した。データ転送性能を向上させるために、キューイング(溜めこむ)機能を最大限活用している。

● VITIS-EM PCIe ボード PCI 制御ライブラリ

デバイスドライバに直接アクセスするのは一般的に難しく、アクセス方法を誤ると最悪 OS がクラッシュすることもある。そこでこの SW は、ユーザがアクセスするためのインターフェース機能(API)と、ドライバアクセス機能を行っている。

API では特徴的な工夫を施した。ユーザからの書込みはユーザの意思で動作が開始されるが、ユーザからの読み込みはデータが到達したときに行わなくてはならず、ユーザの意思で開始しにくい。安易な実現方法として、HW からのデータ到達割り込みでユーザが読み込みを開始する API が考えられる。しかしこの場合、ユーザのプログラム実装方法によって USB 転送速度が変わってしまう。そこでどのようなユーザ作成プログラムでも最高の性能を発揮するために、データ読み込み API にはコールバック関数方式を採用した。この方式により、ユーザの実装方法によらず、最高性能のデータ読み込みを実現した。

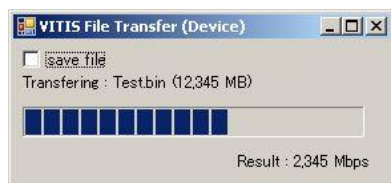
※14 一般的に SW は呼出す(上位)SW、呼出される(下位)SW に分類される。この SW の上下関係を本稿ではスタックと呼ぶ。

※15 SW から HW に対してコマンド等投げる際の、HW 側の受け口のこと

※16 HW から SW に対してステータス等通知する際の信号

※17 Direct Memory Access：高速データ転送方式

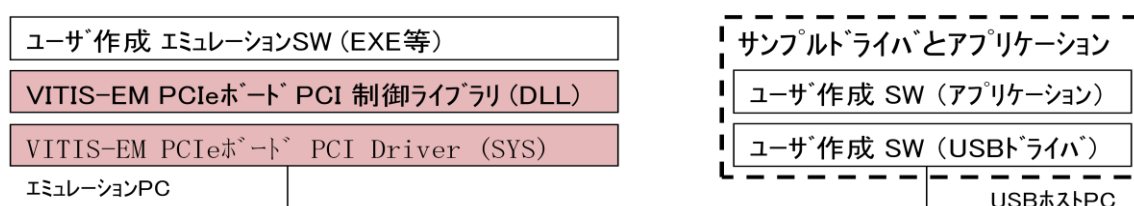
● ユーザ作成エミュレーション SW



ユーザが作成するプログラムに相当する。今回の研究でもいくつかのプログラムをテスト、及び将来ユーザの参照になることを想定して開発した。左図は今回作成したファイル転送デモ SW の GUI^{*18}である。

③ PC(USB3.0)向けサンプル USB デバイスドライバとサンプルアプリケーションの開発

ユーザ作成エミュレーション SW の評価を行うには、それに対応する USB ホスト PC 上のドライバとアプリケーションを使う必要がある。そこで以下点線内のユーザ作成 SW(USB ドライバとアプリケーション)の開発も行った。



USB ドライバは USB 転送を実現するための Windows XP/Vista/7 用デバイスドライバである。VITIS-EM PCIe ボード PCIe Driver と同様に、KMDF で実装した。USB3.0 向けデバイスドライバは USB2.0 とほぼ同様の実装方法であったが、パケットサイズ(Bulk^{*19} パケットの場合 USB2.0 では 512Bytes、USB3.0 では 1024Bytes)等ディスクリプタ^{*20}の設定が異なる部位があり、これら異なる点には注意して実装した。アプリケーションは USB ドライバにコマンドを送るだけの簡易なものとした。

④ 組込み機器(USB2.0)向けサンプル USB デバイスドライバとサンプルアプリケーションの開発

USB2.0 プロトコル評価基板上的 SW を開発した。OS は組込み用の Linux を用いた。SW の構成は③とほぼ同様である。Linux 用の USB ドライバと、そのドライバにコマンドを送るアプリケーションからなる。作業効率を向上させるため、ネットワーク経由でアプリケーションにコマンドを送れるようにした。

⑤ プロジェクトの管理・運営

研究開発推進委員会を 4 回開催し、アドバイザーの意見を取り込んで、研究を推進した。

^{*18} Graphical User Interface : マウス等で操作可能なアプリケーション

^{*19} USB 規格では 4 つの転送方式(Control 転送、Bulk 転送、Interrupt 転送、Isochronous 転送)が定義されている。

^{*20} USB 規格で定義されるプロトコル記述子

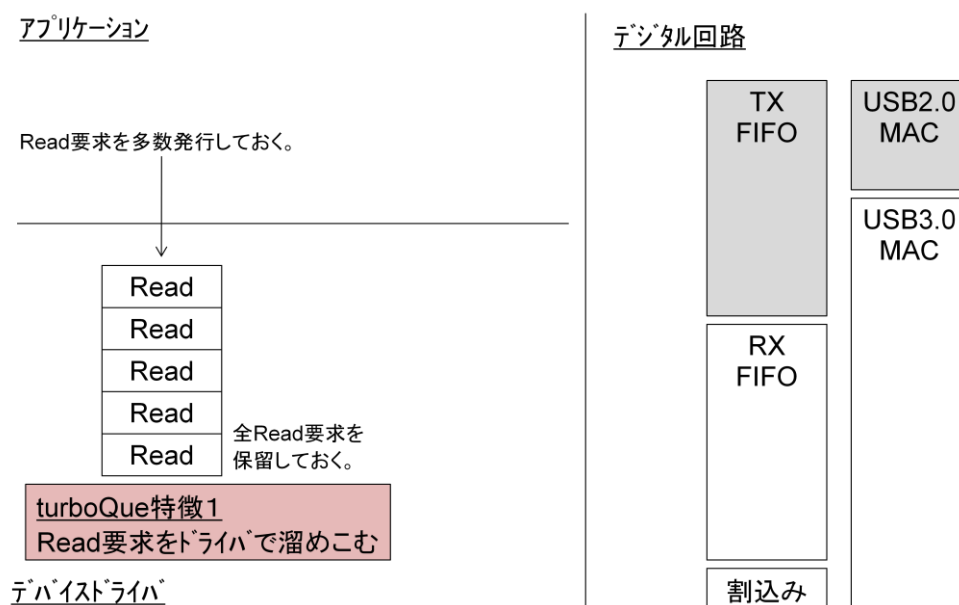
第3節 研究成果(特徴的機能)

USB 転送速度を向上させるためには、いかに効率よくデータを取り扱うかが重要である。そこで、PCIe デバイスドライバと API の開発において、インベンチュア社が独自に開発した HW(デジタル回路等)と連携した SW 的なバッファ管理に関する工夫を行った。

以下で説明する IN/OUT 転送に関する高速通信のための工夫(後述する fastPipe、turboQue)は、HW、デバイスドライバ、ライブラリに隠ぺいされており、VITIS を用いて USB デバイスをエミュレーションするユーザは、これら工夫を意識することなく使用できるようにしているため、誰でも高速な USB デバイスエミュレーションが可能となる。

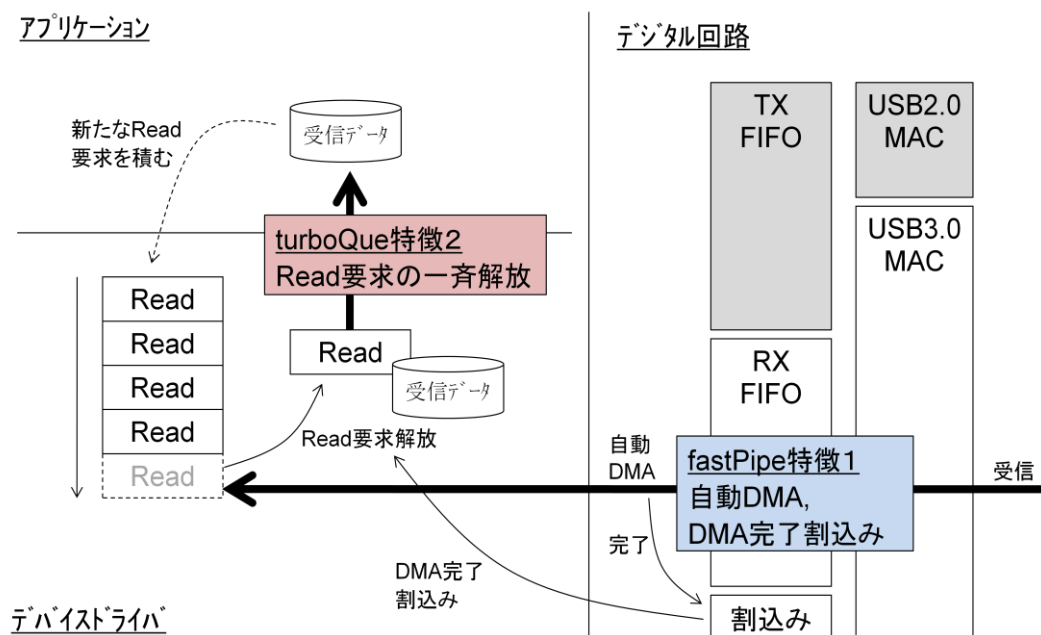
● IN 転送(エミュレーション PC での Read)

以下のように、ドライバ内で Read 要求をキューイングする^{※21}。



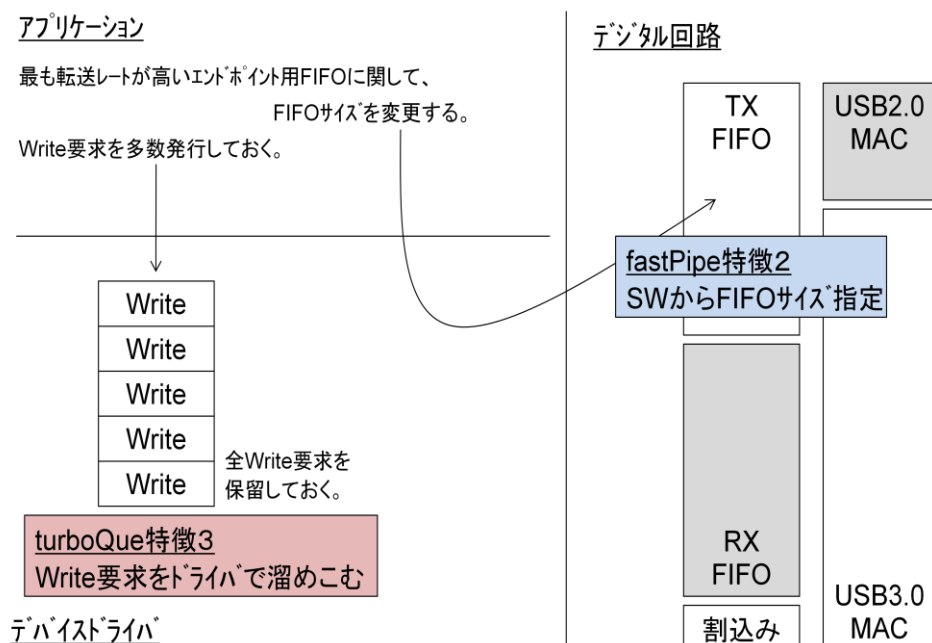
※21 図中 FIFO(First In First Out)とは、先に到達したデータを先に出力する方式による、メモリ管理機能を示す。

次図のように、データ到達と共に Read 要求を一気に開放することで、アプリケーションにデータを高速に転送する。以下図中の HW(デジタル回路)に関する FIFO 制御を“fastPipe”、fastPipe を制御する SW のキューイング機能を“turboQue”と呼んでいる。

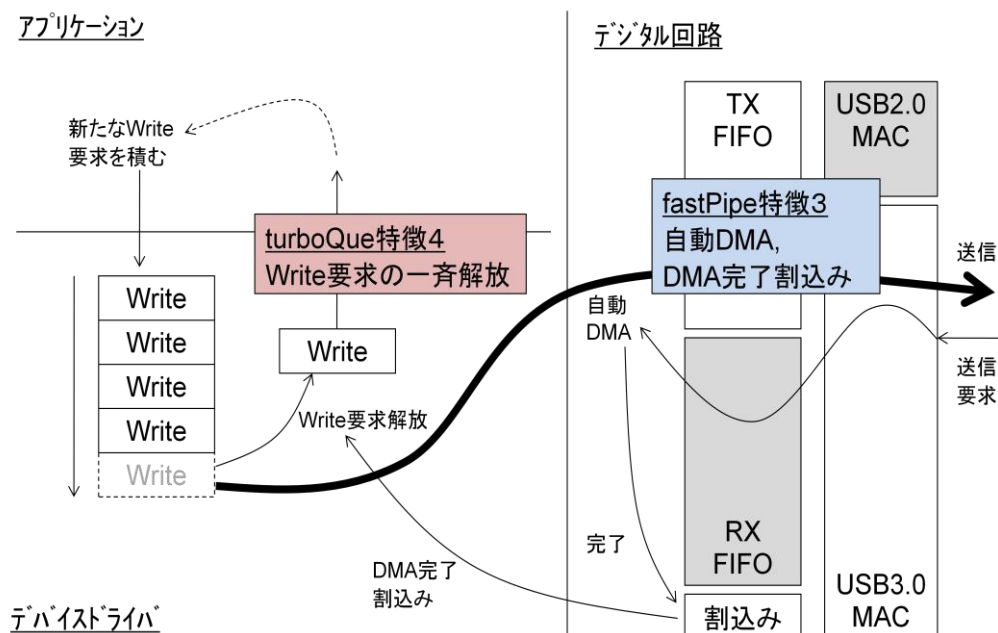


● OUT 転送(エミュレーション PC からの Write)

以下のように、FIFO サイズ設定後、Write 要求をキューイングする。



以下のように、USB ホストからのデータ読み出し要求到達と共に、溜めこんだ Write 要求データを一気に送出する。



第4節 性能評価

メモリや CPU を最適にして得られた USB 転送性能を示す。

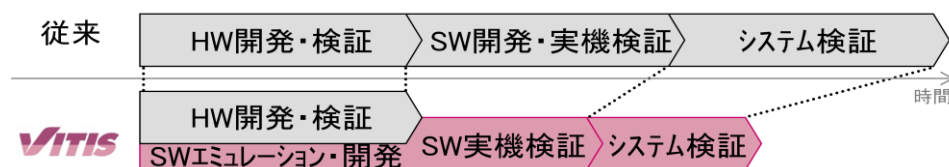
モード	方向	方式	速度
USB3.0	IN (デバイス→ホスト)	Bulk	2.5Gbps
USB3.0	OUT (ホスト→デバイス)	Bulk	1.2Gbps
USB2.0	IN (デバイス→ホスト)	Bulk	150Mbps
USB2.0	OUT (ホスト→デバイス)	Bulk	150Mbps

USB3.0 OUT 転送がやや遅い。原因は現在調査中であり、今後の研究課題としたい。

第3章 全体総括

第1節 研究成果と産業的価値

本研究成果物(VITIS)は既に実用の域に達している。そして以下のように、VITIS を用いて USB デバイスをエミュレーションすれば、USB デバイス開発工程を並列化することが可能で、結果として川下製造業者の USB 機器開発期間を 1/3 短縮できる。



また、VITIS を用いれば川下製造業者は容易に USB3.0 デバイスの試作が可能であり、試作期間も含めれば、川下製造業者は USB デバイス開発期間を従来に比べさらに短縮できる。

2010/3 時点で VITIS の競合候補がある。しかしこの競合候補の製品は、VITIS-EM PCIe ボード相当品のみで、このボードを制御するための SW(VITIS-EM PCIe ボード PCI ドライバと制御ライブラリ相当品)は一切含まれていない。このため川下製造業者がこの競合候補の製品を使って USB デバイスのエミュレーションを行うことは非常に困難である。

以上のように、本研究は、代替手段の無い産業的価値(USB デバイス開発期間短縮)を川下製造業者に提供できる成果を達成できたと結論付ける。

第2節 事業化展開(基本機能展開)

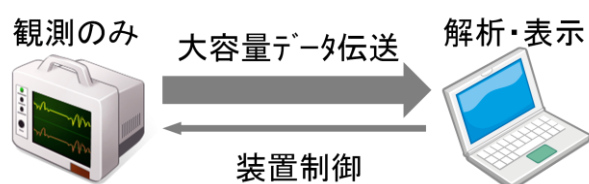
2010/4 より事業化を行う。当面はシンプルな USB3.0 デバイス エミュレーション ツールとして販売する。2010/4 からの事業化に向け、2010/3 より本格的なプロモーション活動を開始している。

第3節 事業化展開(発展的機能展開)

シンプルな USB3.0 デバイス エミュレーション ツールだけではなく、特定アプリケーションに特化した機能を拡張することで、より川下製造業者の支持を得られる。

● 計測器/医療機器向け応用機能

従来の計測器/医療機器は、その機器内で観測/解析を行っていた。計測器/医療機器は組込み機器である。一般的に組込み機器向けの解析 SW の開発は、PC 向けの SW に比べ開発や品質保証のコストがかかる。しかし近年、USB3.0 に代表される高速インターフェースが登場し、下図のような計測器/医療機器では観測のみを行い、高速インターフェースを介して解析は PC で行う構成の計測器/医療機器が増えつつある。

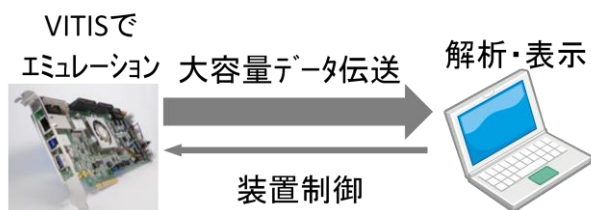


この構成のメリットは以下である。

- ・ システム開発コストと部品コスト削減
- ・ PC 内解析 SW を入れ替えるだけで、容易に装置ラインナップが増やせる

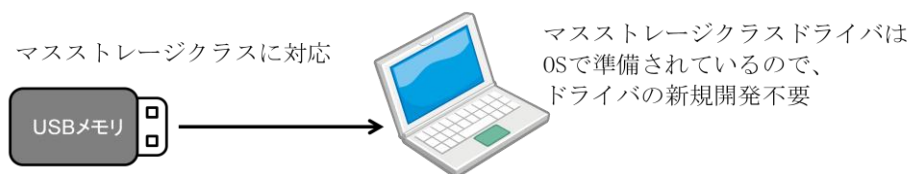
計測器/医療機器メーカー(川下製造業者)がこの構成の開発をする場合、VITIS による開発支援は非常に有効である。VITIS-EM を用いれば、USB 機器完成前に以下が可能である。

システム試作、使い勝手評価、USB 機器リファレンス開発、
PC 処理性能見積、PC SW 先行開発



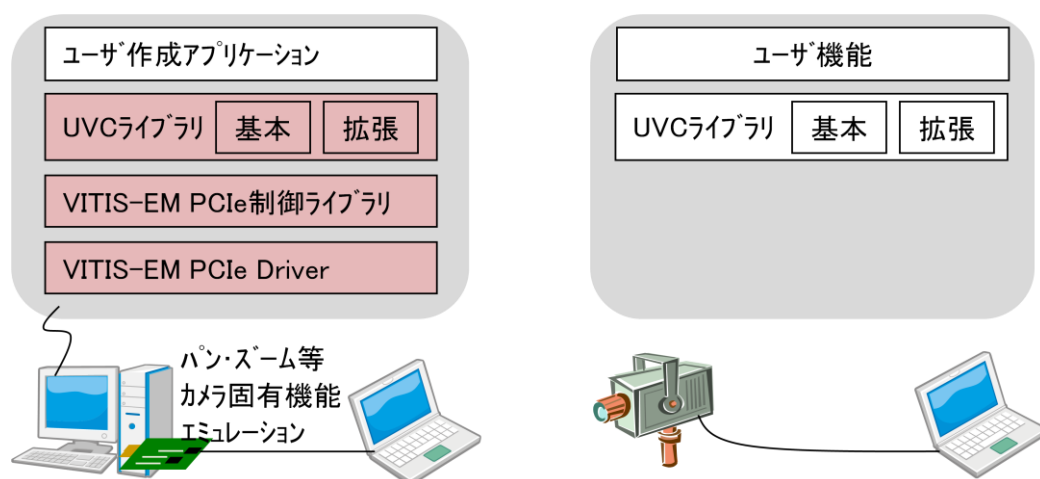
● デバイスクラス対応

ドライバや SW をインストールせずに、USB メモリは PC で使用できる。これは USB メモリが“マストストレージクラス”と呼ばれるデバイスクラスに対応しており、OS 内のマストストレージクラス SW を使用しているためである。



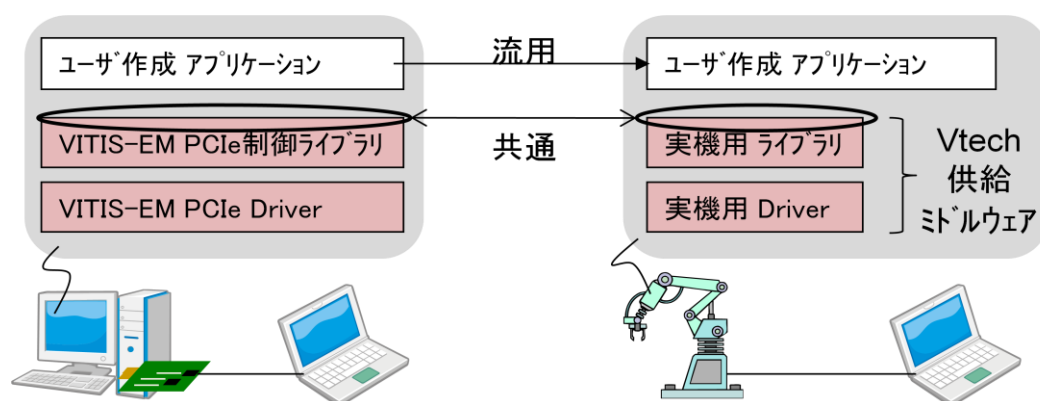
デバイスクラスに対応すれば、デバイスドライバを含む USB ホスト SW の開発とインストールが不要になり、USB デバイスの利便性が増すことから、デバイスクラスに準拠した USB デバイス開発が活発である。

例えば UVC(USB Video Class)は USB カメラ用デバイスクラスである。UVC に対応した USB カメラは、USB ホスト SW のインストール無しで使用できる。しかしカメラは製品によってパンやズームといった独自機能を備えることが多く、UVC を用いてもそれら独自機能は何らかの開発を行わなくてはならない。そこで VITIS-EM PCIe 制御ライブラリの上に UVC ライブラリを実装すれば、UVC クラスの基本機能はもちろん、カメラ固有機能を実現する拡張機能の評価が可能となる。今後このようなデバイスクラスへの対応についても模索したい。



● 組込みシステムへの容易な移植

VITIS で USB デバイスをエミュレーションした後、ユーザは同等機能の USB デバイスを開発することになる。これはユーザにとって手間である。そこで、VITIS-EM PCIe 制御ライブラリと全く同等のインターフェースを備えた組込みシステム用ライブラリ(以下図では実機用ライブラリ)を準備することで、ユーザ作成アプリケーションがそのまま組込みシステムに移植できる。このようなユーザ利便性対応についても今後模索したい。



● Linux 対応

今回の研究では Windows PC での USB3.0 デバイス エミュレーションを試みた。Linux PC での USB3.0 デバイス エミュレーションを希望する川下製造業者は多い。将来的には、まったく同じ API で Linux への移植も進めたい。

参考資料：製品パンフレット(表)


VITIS-EM
 ▶ USB3.0 デバイス エミュレーションツール ◀

VITIS-EMは、あらゆるUSB3.0機器を容易にエミュレーション(模倣)するツールです。この特徴を生かし、USB3.0システムの試作、ソフトウェア開発、システム検証を強力にサポートします。

製品概要

「VITIS-EM SW」を介して、PCに挿された「VITIS-EM PCIeボード」を制御することで、あらゆるUSB3.0機器を手軽にエミュレーションできます。



導入メリット

■ **USB3.0機器開発期間短縮**
従来のUSB3.0機器設計手法では、各工程検証は逐次実施せざるを得ませんでした。

VITIS-EMにより工程並列化と、信頼性向上、全体工程の短縮が実現できます。

① 工程の並列化 HWが無い状態でもSWの検証が可能
 ② 信頼性向上 HW完成時に動作実績のあるSWが存在、HWへのフィードバック減少
 ③ 全体工程の短縮 ①②により実現

■ **早期システム試作**
USB3.0は非常に高速(理論値5Gbps)なため、作って見ないと分からないことが存在します。VITIS-EMを使えばすぐにUSB3.0システムの試作ができるので、実機完成前に、技術的実現可否検証、使い勝手の評価ができます。



計測器の高速出力を全てハードディスクに保存できるか！？



カメラの使い勝手は実際操作しないと分からない！？

VITIS-EMのエミュレーションによる試作を行えば、実機完成前に検証/評価が可能！

■ **実機代用による開発コスト削減**
高価なUSB機器をPC SW開発者の人数分調達するとコストが掛かり、台数を減らすと開発効率が落ちます。VITIS-EMをUSB機器の代用としてPC SW開発を進めれば、開発効率を落とさずに、開発コストを削減できます。

<http://www.vtech-inc.co.jp>


参考資料：製品パンフレット(裏)



応用例

■ 計測器・医療機器



USB機器では観測のみを行い、**USB3.0**の高速性を生かし大量の生データをPCに転送して、複雑な解析と表示はPCで行うことで、システム開発コストと部品コスト削減/装置ラインナップの容易な追加(PC内解析アプリケーションを入れ替えるだけで良い)をご検討の方。

VITIS-EMを用いれば**USB機器完成前**に以下が可能です。

- ・システム試作 ・使い勝手評価 ・**USB機器リファレンス開発**
- ・PC処理性能見積 ・PC SW先行開発

製品構成

■ 動作要件

- ・ Windows XP/Vista/7 (Linuxは将来対応予定)
- ・ x86 PC, メモリ 1GB以上

■ VITIS-EM PCIeポート

- ・ PCI Express Gen1, 8レーン
- ・ USB3.0 B コネクタ (デバイス側)
- ・ 250mm× 98.4mm (突起部、コネクタ 部除く)

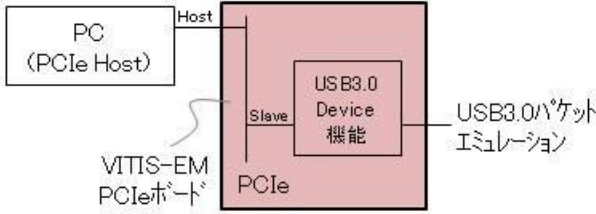
■ VITIS-EM SW

- ・ VITIS-EM PCIeポート 用デバイスドライバ、ライブラリ(DLL)
- ・ ユーザ作成エミュレーションSWサンプルソースコード、ビルド環境
- ・ 上記サンプルに対応する**USB3.0**ホストSWソースコード(KMDF USBドライバ含む)
- ・ 簡易**USB3.0**エミュレーションツール



VITIS-EM PCIeポート外観

VITIS-EM PCIeポート ブロック構成



VITIS-EM SW スタック



国プロ採択

- 中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律に基づく特定研究開発等計画 (2009/8/17 関東経済産業局 認定)
- 平成21年度 戦略的基盤技術高度化支援事業(平成21年度補正予算事業) (2009/8/31 中小企業庁 採択)



ベリフィケーションテクノロジー株式会社
 〒222-0033 横浜市中区新横浜2-3-8 KDX新横浜ビル4F
 TEL : 045-470-8310 FAX : 045-470-8319
 sales@vtech-inc.co.jp http://www.vtech-inc.co.jp

VITIS-EM 201002-3

<http://www.vtech-inc.co.jp> 

参考文献

- Universal Serial Bus 3.0 Specification, Revision 1.0 (November 12, 2008)
- Windows Driver Kit Documentation (June 18, 2009)



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。