

# 「USBインターフェイス設計」セミナー実施報告

ポリテクセンター関西 電気・電子系 安部 恵一  
(関西職業能力開発促進センター)

## 1. はじめに

現在、パソコンの周辺機器用のシリアルインターフェイスの主流は、従来のシリアルインターフェイスの代表であったRS-232C等からUSBインターフェイスへ、徐々に移行してきていることは周知のことである。

USBチップベンダのCypress社の報告<sup>1)</sup>にある2001年11月時点のUSA市場の統計グラフ(図1参照)によると、パソコン周辺機器においては、パソコンインターフェイスとしてUSBを採用している割合が高いことを示唆している。

このようにUSBインターフェイスが普及した要因として、下記のことが考えられる<sup>2)</sup>。

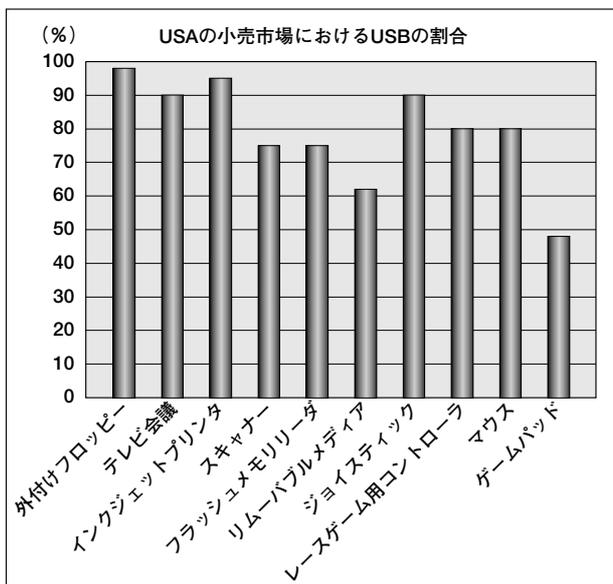


図1 USAの2001年度USB小売市場実績<sup>1)</sup>

- 1) パソコン接続に関する専門的知識を要しないで、取り扱えること。
- 2) 周辺機器を増設する際、USB-HUBを使えば、最大127台まで周辺機器を接続できるので、ノートパソコンのような拡張性の低いものでも、USBポートが1ポートあれば、デスクトップ並みの拡張性が実現できること。
- 3) USBインターフェイスの開発コストを下げるアイデアが含まれていること。具体的には、USBデバイス設計においてはクラス概念があり、デバイスの種類(HIDデバイス、マストレージクラス等)ごとに標準仕様書が存在する<sup>3)</sup>。これに基づいて作成したデバイスのことを、一般的に標準クラスデバイスという。その仕様どおりに開発すれば、特にOS側のデバイスドライバの開発が不要な形式をとっているため、結果的に開発期間の短縮が図れ、トータルの開発費のコストダウンにつながる仕組みになっている。よって、製品開発側の負担を軽減するアイデアが盛り込まれているため、メーカー側には好まれている。
- 4) USBポートを搭載するとき、IEEE1394とは違いライセンス料を支払わなくてよいこと。
- 5) USB2.0仕様(最高速度480Mbps)が出現したこと。などが考えられる。

一方、本施設でも、平成13年度セミナー受講者のアンケートにおいて、実施してほしいセミナーにUSBに関する内容のものが何点かあったことなどから、この受講ニーズに対応するために、当施設では、平成14年度後期より、「USBインターフェイス設計」

というセミナー名で実施してきたので、本セミナーの実施状況、実施内容について報告する。

## 2. セミナーの実施状況および結果

現時点（H16.2/2時点）の「USBインターフェイス設計」セミナーの応募・受講者数の状況を表1に示す。

この表1からわかるとおり、現在のところ、このセミナーの申し込み者数は、毎回、約10名程度であることから、実施している関西地域においては、平成13年度にとったアンケートの内容に裏付けられるように、USBインターフェイスは訓練ニーズがあると考えられる。

立ち上げ当初の平成14年度では、このセミナーを3日間セミナーという形で実施してきた。

そのときのセミナーのアンケートの実施結果をグラフにまとめたものを、図2、3に示す。

この結果では、セミナー教材および講座の内容は、“良かった”の割合が高いが、セミナーの全体の満足度については、“大変満足した”よりも、“まあまあ

表1 USBセミナーの応募・受講者数

年度	実施回数	申し込み数	受講者	備考
平成14年	1回目	10人	7人	H15.1月
	2回目	10人	10人	H15.3月
平成15年	1回目	11人	9人	H15.5月
	2回目	9人	8人	H15.10月
	3回目	10人		H16.3月予定

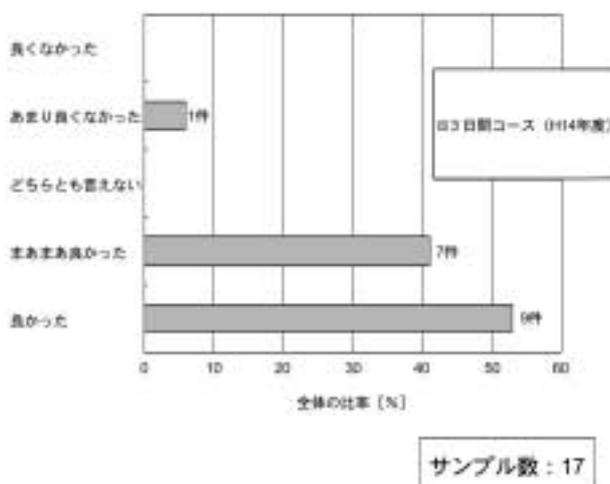


図2 USBセミナー教材および講座内容のアンケート結果（平成14年度アンケート）

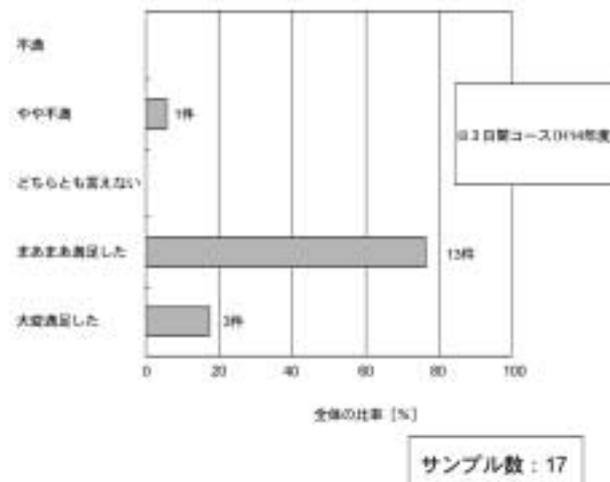


図3 USBセミナー全体の満足度のアンケート結果（平成14年度アンケート）

満足した”が高い割合になっている。

この平成14年度実施のセミナーの受講者のアンケートでのご意見・ご希望に関する回答で、最も多かったものでは、

- ① “セミナーの時間が短すぎる”。
- ② “パソコンと、製作したUSBデバイス（回路）と実際の通信データのやり取りをモニタリングできれば、よりイメージができて良かった”。

などの意見をいただいた。この内容を踏まえ、平成15年度では、下記のように改善を行った。

<改善内容>

- (1) 3日間コース→4日間コースへ変更した。
- (2) USBプロトコルアナライザを購入し、実際のUSB通信のデータのやり取りをモニタリングする内容を盛り込んだ。
- (3) セミナーのテキストを再度見直した（説明する順序の変更、補助資料の追加等）。

改善を行った平成15年度実施のセミナーのアンケート結果を図4、5に示す。

この改善により、セミナーの教材および講座内容、セミナー全体の満足度共に、平成14年度実施時のアンケート結果よりも、“良かった”、“大変に満足した”の割合が高くなっていることがわかる。これにより、改善傾向が見られる

しかし、“やや不満”という回答のものが1件見られる。この意見としては、“内容が難しすぎる”とい

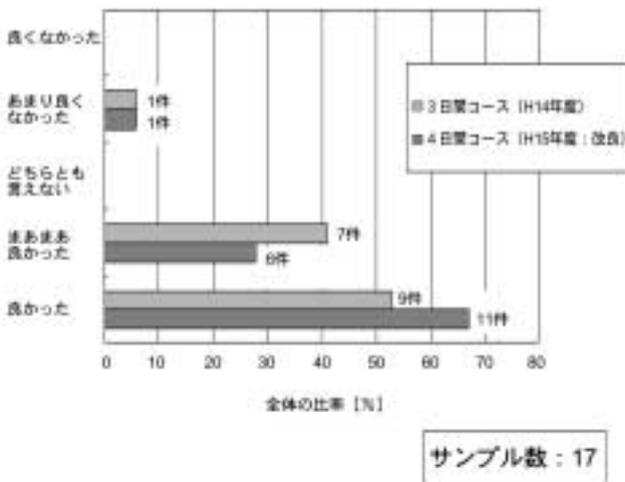


図4 USBセミナー教材および講座の内容のアンケート結果

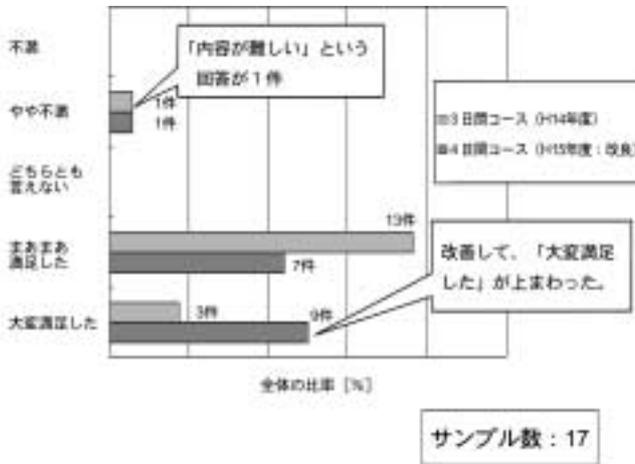


図5 USBセミナー全体の満足度のアンケート結果

うものであった。これについては、今後の検討事項にしていきたいと思う。

### 3. セミナーカリキュラム内容

平成15年度実施中の「USBインターフェイス設計」のカリキュラムの詳細内容を、次の表2に示す。

このセミナーでは、USBデバイスの設計方法として、下記の3つの設計法を4日間にわたって説明している。

- 3.1 標準クラスデバイスの設計
- 3.2 非標準クラスデバイスの設計
- 3.3 RS-232C-USBインターフェイス変換の設計

表2 USBセミナーカリキュラム内容 (4日間)

セミナー内容	時間
1. USB規格1.0/1.1の概要 (歴史, 特徴等)	(1日目)
2. USBの関連情報の収集法の紹介	6 H
3. USBインターフェイスの特徴	
4. USB通信の階層構造	
5. USBアーキテクチャ	
6. 転送モードの種類	
7. データフォーマット	
8. USB通信プロトコル	
9. コントロール転送プロトコル	(2日目)
1) プラグ&プレイ (USBバスエミュレーション)	6 H
2) 標準リクエスト	
10. 標準ディスクリプタの定義方法	
11. USBプロトコルアナライザを用いたUSB通信のモニタリング実習	
12. USBデバイス設計	
1) USBデバイスコントローラの概要	
2) USBデバイスコントローラの割り込み処理/制御レジスタの使い方	
3) USBデバイスコントローラの状態遷移の制御	(3日目)
4) USBデバイスコントローラを用いた送受信方法	6 H
5) マイコンとのインターフェイス (PICマイコンを使用)	
6) マイコン側のファームウェアの開発の紹介と使い方	
7) ユーザアプリケーションのソフトウェアの開発・作成方法	
13. 標準クラスデバイス (HIDクラス) の開発	
1) HIDクラスのディスクリプタの記述方法の紹介	
2) HIDデバイス (JOYSTICK) の回路製作	
3) マイコン側のファームウェアの開発 <sup>7)</sup>	
4) OS内のソフトツールおよび、プロトコルアナライザを使用した動作検証	
14. Visual Basicからの制御プログラミングの紹介	
1) 専用APIを使用した場合のプログラミングの紹介	

2) DirectXコントロールによるプログラミングの紹介	
15. 非標準クラスデバイスの開発	(4日目)
1) 非標準クラスデバイスの回路製作	6 H
2) マイコン側のファームウェアの開発 <sup>7)</sup>	
3) OSによるハードウェア検出の確認	
4) 汎用USBデバイスドライバ (Web上から入手可能 <sup>5)</sup> ) の概要および、デバイスドライバを制御するためのAPI関数の説明	
5) 汎用USBデバイスドライバの組み込み方法および動作検証	
6) Visual Basicによる制御プログラミングの作成と動作確認	
16. RS-232C-USBインターフェイス変換回路の開発	
1) RS-232C-USB変換ICの概要	
2) RS-232C-USB変換回路の製作	
3) ファームウェアの開発	
4) デバイスドライバ (FTDI社) の組み込み方法	
5) 動作検証	
6) Visual Basicによるアプリケーションソフトウェアの作成	
7) 変換IC内のディスクリプタ情報の変更方法	
8) 課題問題	

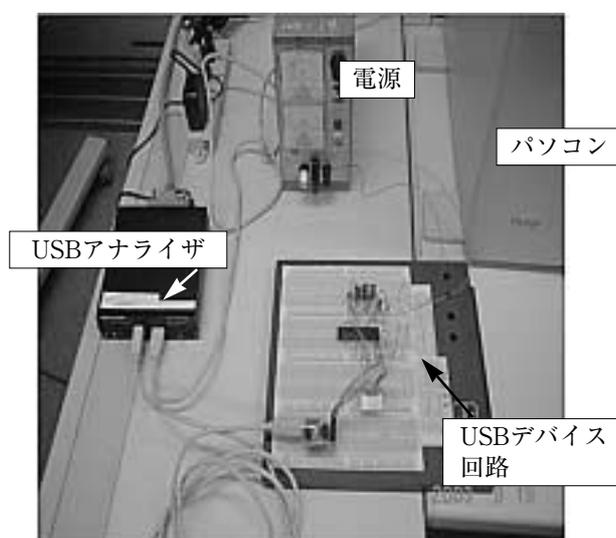


図6 USBデバイスの回路

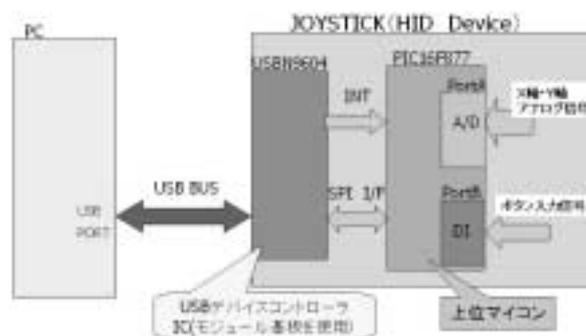


図7 HID標準デバイスの構成図

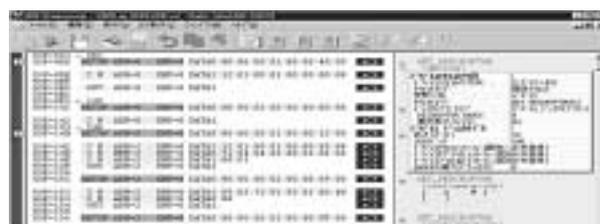


図8 USBプロトコルアナライザよりキャプチャしたUSB通信の結果内容の表示

### 3.1 標準クラスデバイスの設計

USBインプリメンターズフォーラム<sup>3)</sup> から入手が可能な標準クラスデバイスの仕様書を用いて、標準HIDデバイスクラスに属するゲーム用のJoyStickの製作方法を紹介している。回路の製作にはブレッドボードを使い、USBインターフェイス用のコントローラIC (モジュール基板を使用) とPICマイコンを使つての開発方法<sup>7)</sup> を紹介している。

図6に、このセミナーで製作したUSBデバイス回路を示す。

作成したUSBデバイスの回路とパソコンとのデータ通信のやりとりを、パケットレベルでモニタリングするのに、USBプロトコルアナライザ (型式US-F100A/オービット製<sup>4)</sup>) を用いており、図8にその

モニタリングした結果を示す。

これを用いると、USB通信でのパケット、トランザクションの内容などが、どのような具合でやり取りされているかがわかり、USBセミナーを実施するうえでは必需品であると著者は考えている。

### 3.2 非標準クラスデバイスの設計

この設計では、標準仕様書にない機能をもったデバイスの開発方法として、非標準クラスデバイスの開発方法を紹介している。

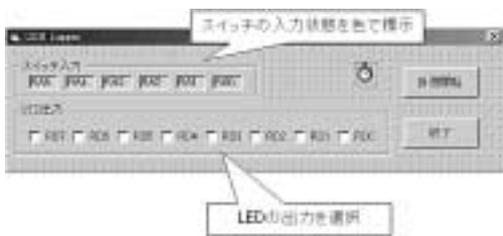


図9 非標準デバイスを制御するためのアプリケーションソフトの操作画面 (VBで作成)

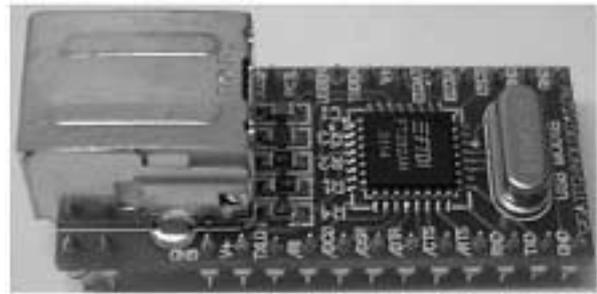


図11 USB-MOD1 (マイクロテクニカ製)

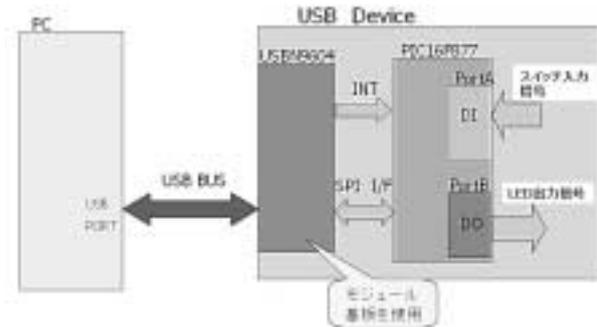


図10 非標準クラスデバイスの構成図

非標準クラスでは、OS側のデバイスドライバを自分で開発しなければならず、かなり敷居が高いので、4日間のセミナーで説明するには時間が足りないと考えられる。そこで、本セミナーでは、CQ出版等の雑誌で多く取り上げられている柏野氏<sup>5)</sup>が作られた汎用USBデバイスドライバを用いた開発方法、およびこれ専用のAPI関数(柏野氏が作成)を使って、非標準クラスデバイスで作成したUSB回路を、パソコン側から制御するためのアプリケーションソフトの作成方法等も紹介している。

図9に、作成するアプリケーションソフトの操作画面を示す。

### 3.3 RS-232C—USBインターフェイス変換の設計

将来、RS-232Cを搭載したパソコンが無くなり、USBポートのみの時代になったとき、RS-232Cポートしかもっていない周辺機器(古い設備)を制御する場合、何らかの方法で、USBインターフェイスに変換する必要がある。そこで、本セミナーではこの対処法として、RS-232CからUSBに変換するための設計法についても紹介している。

変換用のICチップとして、FTDI社の型式

FT8U232AMというものを使用している。このチップを制御するためのデバイスドライバは、製造元であるFTDI社が無償で配布しており、FTDI社のホームページ<sup>6)</sup>よりダウンロードできるよう、全面的にサポートされているので、開発が容易である。そこで本セミナーでは、このチップを利用した実際の開発方法および、利用技術について紹介している。

セミナーでは、ブレッドボード上に回路を製作してもらおうようにしているので、このチップをモジュール化し、足がDIPタイプになっているものを使用している。そのモジュールを図11に示す。

## 4. 教材費用

このセミナーの立ち上げにかかった教材費用を、表3に示す。

この内の金額としては、USBアナライザが一番高いが、実際にセミナーを実施される場合は、1台はあったほうがよいのではないかと思います。それは、USB通信が複雑なので、アナライザがあればイメージしやすいのと、デバックに最適であるからである。

表3 USBセミナー立ち上げの費用

品名	メーカー名	単価	数量	金額	備考
UA-9604基板 (USBアナライザボード-実機器付)	AW電子	3,000	11	33,000	USB9604のみの搭載基板(加工によりプリントボード上で配線可能)
USB-HDD1基板	マイクロテック	3,000	11	33,000	RS232C-USB変換キット
FTDIマイコン 型番FT8U232AM	マイクロテック	700	11	7,700	
USBケーブル 型番US-F100A	有田電子	100,000	2	200,000	USB通信モニタリング用
電子部品箱一式		2,000	11	22,000	USBケーブル含む
合計				295,700	

## 5. まとめ

平成14年度後期以降よりUSBセミナーを実施したところ、現時点（平成16年2月）までに定員10名を満たすほどの応募状況があるので、訓練ニーズが高いといえる。また、USBセミナーの実施においては、USB用のプロトコルアナライザがあったほうが、受講者側としては通信のイメージがしやすく、セミナーの満足度も高くなるのが、今回のセミナーを実施してわかった。また、セミナーの日数としては、3日間よりも4日間くらいが好ましいことがわかった。

現在のUSBセミナーは、仕様1.1の内容しか展開し

ていないが、将来的にはUSB2.0の内容まで視野に入れ、セミナー展開したいと著者は考えている。

### <参考文献>

- 1) USB State of The Market, Cypress semiconductor (Cypress), 2003, 2002.
- 2) ジャン・アクセルソン (翻訳: 玉井 浩): 「USBコンプリート」, SiB access社, p.1-31, 2002.
- 3) USB Implementers Forum.  
URL <http://www.usb.org/home>.
- 4) (有) オービット URL <http://www.aubit.co.jp/>.
- 5) 柏野政弘氏のURL  
<http://www.otto.to/~kasiwano/newpage17.htm>
- 6) FTDI社のURL  
<http://www.ftdichip.com/>
- 7) 後閑哲也: 「PIC応用ガイドブック」, 技術評論社, p.276-417, 2002.



実践報告部門の発表風景

