

## 第1章

小規模マイコンに接続できるUSBホスト/ターゲット・コントローラ

# SL811を使った簡易ホストとUSBキーボードの接続実験

桑野 雅彦

Cypress Semiconductor (以下Cypress)社のSL811は、USBのホスト/ターゲットのどちらにもなるという、少し変わったUSBコントローラです。前身となるSL11をバージョン・アップしたデバイスで、ピン配置/機能面とも上位互換になっています。

もともと、SL811はScanLogic社で作られたものです。しかしCypress社がScanLogic社を買収したため、現在はCypress社の製品となっています。EZ-OTGのようなCPUコアは内蔵しておらず、外部のCPUによってコントロールするUSBホスト/ターゲット・コントローラです。

今でこそUSBにもOn-The-Go(OTG)仕様が規定され、ホスト/ターゲットのどちらにもなれるデバイスが出てきていますが、SL811はそれよりも前にできたデバイスなので、デバイス単体ではOTG対応にはなりません。また、ホスト機能があるといっても、その機能や性能はパソコン用のOHCI方式やUHCI方式といった本格的なホスト・コントローラとは異なり、ごく基本的なパケットの発行や少量のデータのやり取りが行えるようになってはいるにすぎません。

細々とした伝送制御の面倒をCPUが見なくてはならないため、多くの機器の面倒を見ようとするとCPUの負荷も高くなりやすく、パフォーマンスもUHCI方式やOHCI方式に比べると見劣りすることは否めません。

このように、SL811はホスト・コントローラとはいえ、ごく小規模なものであり、用途にかなりの制約があります。しかし、そのような制約を理解した上で利用すれば、安価であること、ピン数も少なく、インターフェースも単純でさまざまなCPUに対応可能である上、USBの特徴である電源供給が可能であることや、RS-232-Cなどよりもはるかに高速なデータ転送が行えるといったUSBの利点が生きてきます。

例えば、相手を決め打ちして1対1でしか使わないのであれば、ややこしいプロトコル・スタックなどを考える必要はありません。複数のデバイスをサポートするためのハブ・デバイスの管理(USBではハブも一つのデバイスであるため、複数のデバイスを動作させるためにはハブ・デバイスの管理が必須となる)やアクセスのスケジューリングを行ったり、プラグ&プレイ実現のためにさまざまなデバイス用のドライバをダイナミックにロード/アンロードするといったややこしい操作も必要ありません。

USBの基本的なプロトコルに基づいて接続し、初期化処理を行った後は、ターゲットのエンドポイントのリード/ライトを行うだけでデータの受け渡しが行えます。RS-232-Cでは面倒だったフロー制御やCRCによるエラー検出も、USBならばUSBコントローラに実装済みですし、コマンドはエンドポイント0を、データ入力はエンドポイント1を使うといった具合に分離して利用できるというのも利点です。

本章は、このコンパクトな仕様のUSBコントローラであるSL811のホスト機能を使って、実際にUSBキーボードとの伝送実験を行います。

## 1 SL811の仕様

SL811の仕様を表1に示します。フル・スピード(12Mbps)、ロー・スピード(1.5Mbps)のデバイスを接続可能なホスト機能を内蔵しています。電源電圧は3.3Vですが、I/Oは5Vトレラントになっているので、5V系のCPUなどにも直結可能です。

パッケージは28ピンのPLCCパッケージ品(SL811HSH)と48ピンのTQFPパッケージ品(SL811HST)が用意されていますが、ピンに出ている信号は両方とも同じです。

第2章

レジスタの設定と初期化プログラムから送受信プログラムまで

# SL811を使った USBホスト・システムの構築

三岩 幸夫

## 1 ホストとターゲットの役割

### ● パソコン側と周辺機器側のUSBは違うもの

USBに関して一般的に誤解されているのは、パソコン側のUSBインターフェースと周辺機器側のUSBインターフェースが同等であると思われていることです。つまり、USB機器側で使われているUSBコントローラから、USB周辺機器のマイコンにアクセスできると思われているのです。

USBはほかのインターフェースと比べて技術的なハードルが高く、情報も豊富とはいえません。従って、そのような誤解が一般的になっていることはしょうがないかもしれません。

まず、基本的なことですが、パソコン側のUSBインターフェースと周辺機器側のUSBインターフェースが全く違うものであるという理解が必要です。

パソコン側のUSBインターフェースはUSBホストと呼び、周辺機器側のUSBインターフェースはUSBターゲットと呼びます。

表1 USBに関するシステムを扱うのに必要な一通りの知識

- |   |
|---|
| (1) USBの物理層 : コネクタやケーブル, 電気的特性など                              |
| (2) USBの転送速度: ロー・スピード, フル・スピード, ハイ・スピード                       |
| (3) USBデータ信号の変調: NRZI (Non-Return-to-Zero, Invert-on-ones) 変調 |
| (4) USBの接続形態  |
| (5) USBデバイス・アドレス  |
| (6) USBエンドポイント  |
| (7) USB転送モード  |
| (8) USBデータ・パケット   |
| (9) USBデータ・トランザクション   |
| (10) USBデータ・フレーム  |
| (11) USB標準デバイス・リクエスト  |
| (12) USB機器のエnumレーション  |
| (13) USBデバイス・クラス  |

USB周辺機器のハードウェアにかかるコストを大幅に削減するため、USBインターフェースはUSBに関する管理全般をすべてUSBホストに集約し、USBターゲットの負荷を大幅に低減しました。そのため、USBターゲットはUSBデータ通信をする権限が一切なく、USBホストの要求に対して応答を行うだけです。

一方、USBホストはUSBデータ通信を行う権限を集中して持っているので、常にUSBターゲットであるUSB周辺機器の動向を把握します。特に、周辺機器からのデータ入力が必要かどうかを適切に判断し、USBターゲットからデータを読み込まなければなりません。

### ● ソフトウェアにおける誤解

上記のことが理解できていたとしても、やはりUSB機器側で使われているUSBコントローラを利用すればマイコンにUSB周辺機器がアクセスできるという誤解が少なくありません。それはなぜかというと、USBコントローラの制御ソフトウェアは、USBホスト動作を行うソフトウェアやUSBターゲット動作を行うソフトウェアなど、USBホストとUSBターゲットの違いをソフトウェアで差別化すればよいと誤解されているためです。

実際には、USBホストとUSBターゲットはハードウェアのレベルから違うので、USBターゲット用のコントローラでUSBホストは実現できません。USBホストを実現するには、USBホスト用のコントローラが必要なのです。

## 2 USBホストを実現するためのハードとソフトの役割分担

USBシステムを扱うには、表1のような一通りの知識を把握しておく必要があります。

第3章

# 480Mbpsに対応したホスト/ターゲット・コントローラ ハイ・スピード対応USBコントローラ M66596の概要

加藤 智之 / 家田 淳 / 平野 実秋

プラグ&プレイの手軽さから、パソコン周辺機器にUSBインターフェースは欠かせなくなりました。そして、プリンタ、デジタル・スチル・カメラ、デジタル・ビデオ・カメラ、マストレージ機器、およびスキャナなどの高速、大容量のデータ転送が必要な製品は、USB 2.0ハイ・スピード(480Mbps)へと移行しています。

また、従来のパソコン周辺機器だけでなく、ポータブル・オーディオ機器などの民生機器へも搭載されるようになってきました。

そのため、パソコンを経由せずにUSB機器同士を接続し、通信させたいという要求が高まっています。すでに、プリンタとデジタル・スチル・カメラを

USBで接続し、直接印刷ができるダイレクト・プリンティングなどが実現されていますが、そのほかにも音楽やビデオなどの大容量データを転送するという用途が確実に増えています(図1)。

また、USBは信号線が2本(電源を除く)しかなく、かつ高速であることから、図2のストレージ・メディアの例のように、機器内の通信にUSBを使用する場合があります。

このようにパソコンを経由せずにUSB機器同士を接続する場合、必ずどちらかのデバイスがパソコンの代わりにホストの役割を担う必要があります。

### ● 組み込みシステムでの問題点

組み込みシステムの多くは、CPUの処理性能やメ

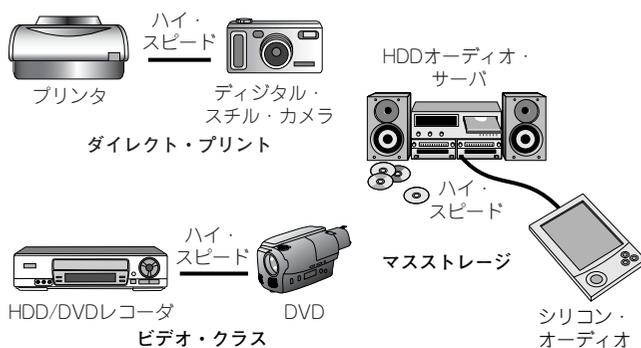


図1 USB機器同士で通信する応用例

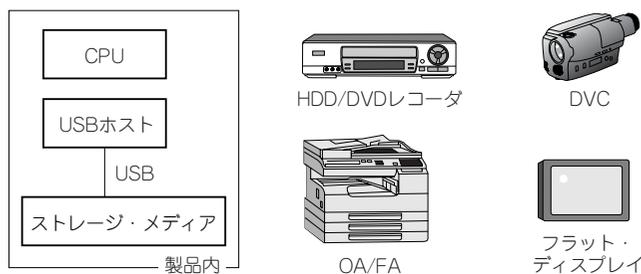


図2 機器の内部でUSB接続する応用例