

# 通信回路の種類と作り方

後閑 哲也  
Tetsuya Gokan

## ① プラグ&プレイ対応高速シリアル通信規格 USB

USB(Universal Serial Bus)は、パソコンを中心とする周辺機器を、1種類のインターフェースで統一して接続することができるようにすることを目的とした高速シリアル通信規格です。



### USB 通信の概要

#### ● USBの規格と速度

USBの規格仕様はこれまでに何度かバージョンアップされ、現在はRev 1.1とRev 2.0が使われています。これらをそれぞれ**USB 1.1**と**USB 2.0**と呼びます。

USB 1.1とUSB 2.0の基本的な違いは規定されているデータの転送速度にあります。USB 2.0はすべての速度に対応した規格となっています。それぞれの差異は表1のようになっています。

#### ● USBの階層構造

USBによる通信は、いろいろなデバイス構成に対応できるようにするため、階層構造となっています。その全体構成は図1で表すことができます。

#### ① 物理レベルの通信

物理的な通信はケーブルで行われます。この物理レベルでの通信は、1対の線上で電気的な信号が送受されています。このケーブル上での転送速度が12 Mbpsや480 MbpsのUSB規格の転送速度になります。

すべての通信がこの1対のケーブル上で行われるので、瞬間的には1個のデータの送信、または受信しかできません。上位階層での実効転送速度は、この物理レベルよりは遅くなります。

#### ② システム・レベルの通信

物理レベルを使って通信を行う次のレベルはシステム・ソフトウェア間での通信です。これは、通信の制御を行うソフトウェア・レベルの通信となります。

USBケーブルが接続されている間は、ホストとデバイスの間には「**デフォルト・パイプ**」という論理的な通信路があると考えます。このデフォルト・パイプを使って行う通信を「**コントロール転送**」と呼びます。

このコントロール転送により、リセットされたときにシステム設定を初期化し、USBケーブルが接続されたときに各種の設定と制御を行うプラグ&プレイ用

表1 USBの規格と仕様

項目		USB 2.0		
		ハイ・スピード	フル・スピード	ロー・スピード
転送速度	物理速度	480 Mbps	12 Mbps	1.5 Mbps
	実効速度	25 M ~ 400 Mbps	500 k ~ 10 Mbps	10 k ~ 100 kbps
エンドポイントの最大数		送受 15 組	送受 15 組	送受 2 組
転送モードと パケット・サイズ (バイト)	コントロール転送	1 ~ 64	1 ~ 64	1 ~ 8
	インタラプト転送	1 ~ 1024	1 ~ 64	1 ~ 8
	バルク転送	1 ~ 512	1 ~ 64	-
	アイソクロナス転送	1 ~ 1024	1 ~ 1023	-
主な用途、製品		動画像転送、記憶装置、高速通信	低速メモリ、音声入出力、中速通信	キーボード、マウス、ジョイスティック、低速通信

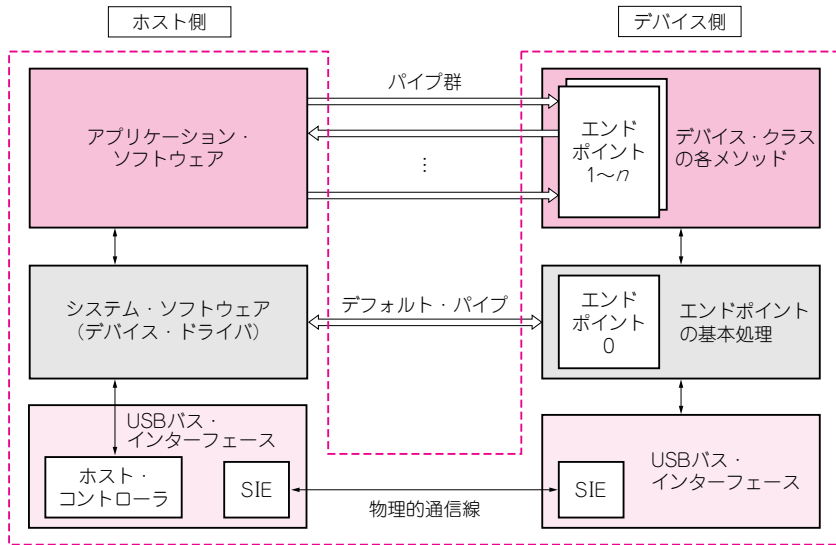


図1 USB通信のアーキテクチャ SIE: Serial Interface Engine

の通信ができるようになっています。

また、このコントロール転送を使って「**コンフィグレーション**」を行うことにより、上位のアプリケーション・レベルでの転送モードの設定情報を、ホストとデバイスの間でやりとりし、転送モードが決定されます。

### ③ アプリケーション・レベルの通信

物理レベルを使って通信を行う最上位のレベルはアプリケーション・ソフトウェアのレベルです。このアプリケーション間の論理的な通信路を「**パイプ**」と呼び、必要に応じて複数のパイプを設定することができます。

このパイプを使った通信は、ホストから送信する「**OUT**」と、ホストが受信する「**IN**」のどちらか片方向だけの通信路となっていて両方向に使うことはできません。これに対して、コントロール転送を行う**デフォルト・パイプ**だけは双方向通信となっています。

### ● USBの転送モードの種類と設定

コンフィグレーションによってパイプが構成される時、パイプの通信方法である「**転送モード**」も設定されます。USBのパイプを使った転送モードには、「**バルク転送**」、「**インタラプト転送**」、「**アイソクロナス転送**」があります。これにデフォルト・パイプの「**コントロール転送**」を加えて全部で四つの転送モードがあり、フル・スピードの場合、それぞれの特徴は表2のようになっています。

この転送モードの違いは、ホストが各デバイスに割り当てる転送周期と時間の違いとなっています。

USBのロー・スピードとフル・スピードの場合には、通信の基本は図2のような**フレーム** (Frame) と呼ばれる転送単位を1ms周期で繰り返しています。この各フレームの中には255個のデータが送れるように

表2 転送モードの一覧(フル・スピードの場合)

転送モード	コントロール転送	バルク転送	インタラプト転送	アイソクロナス転送
特徴	少ないデータ量の半二重通信	大容量データの一括高信頼転送	小容量データの定周期転送	一定時間内のデータ量が保証された転送
用途	セットアップ、設定パラメータ転送用	記憶装置、スキャナなどの大容量高速データの転送	計測やマン・マシン機器のデータ転送	音声などのリアルタイムな転送
転送速度	12 Mbps	12 Mbps	12 Mbps	12 Mbps
転送周期	不定	不定	$Nms (N = 1 \sim 255)$	1ms/フレーム

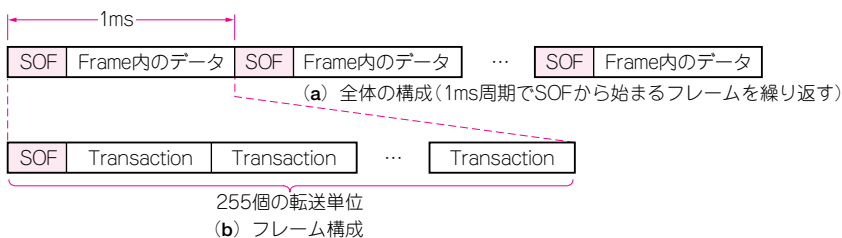


図2 USB転送の基本構成

255個の転送単位  
(b) フレーム構成