

高速デジタル・データ伝送入門

第11回 シリアル&高速化するパソコン内部バス

志田 晟
Akira Shida

今回はDDR SDRAMを例に、パソコンのメモリ・バスに使われている伝送方式を説明しました。メモリ・バス以外にも、パソコンのマザーボードにはいろいろなバスがあります。一般的な拡張カード用バスとしてはPCI(Peripheral Component Interconnect)バスがあります。しかしPCIバスのクロックは、CPUの内部クロックがGHzを越えるのが当たり前になっているのに、いまだに33MHzにとどまっています。そのため、高速な後継規格が必要になってきています。

RapidIOやHyperTransportなど、いろいろな規格が提唱されてきましたが、PCIバスの後継規格はPCI-Expressに落ち着くようです。2004年の中ごろにはPCI-Expressを採用したマザーボードが出てくる見込みです。

CPUの内部処理速度とマザーボード上のバスの転送速度には大きな開きがある

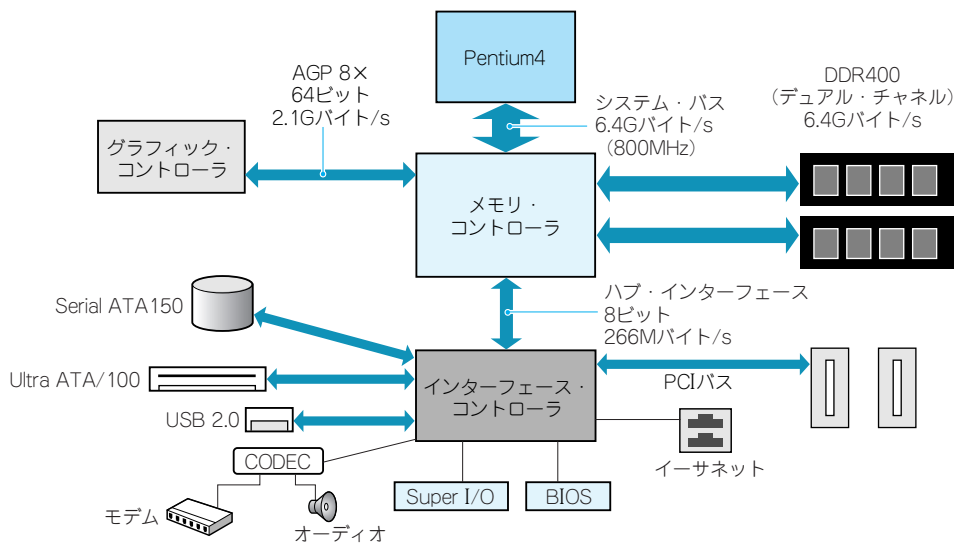
■ パソコンの内部バス構造

CPUにインテルのPentium4を使用する汎用マザーボードで、2004年始めの段階で最も新しい構成を図11-1に示します。図中には各部のデータ転送速度も示しています。CPUから直接出ているバス(FSB:フロント・サイド・バス)のデータ転送速度は6.4Gバイト/sです。

■ CPUの内部処理速度とメモリ・バス速度には約30倍の差がある

図11-2は、パソコンにおけるCPUの処理速度とボード上のデータ転送速度の推移を示したものです。ただし2005年の値は予想です。実験的にですが、内部クロックが数十GHzのデバイスも作られており、

〈図11-1〉⁽²⁾パソコンの内部バス構造



今後も図11-2の線に沿った高速化が見込まれます。

● **DDR SDRAMのデータ転送速度は3.2 Gバイト/s**

PC3200(DDR400)タイプのDDR SDRAMモジュールは、データ・レートが400 MHzで、64ビット同時にアクセスします。つまりデータ転送速度は、 $0.4 \times 10^9 \times (64/8) = 3.2 \text{ Gバイト/s}$ になります。さらに、二つのメモリ・モジュールを同時に動かすデュアル・チャンネル方式なら、データ転送速度は6.4 Gバイト/sになります。これは、FSBのデータ転送速度と同じです。

● **CPUの処理速度は100 Gバイト/s**

インテルのPentium4は、CPU内部で一度に256ビットのデータを扱います。クロックを3 GHzとすると、内部処理速度は $3 \times 10^9 \times (256/8) = 100 \text{ Gバイト/s}$ に達します。CPU内部の処理速度がそのままマザーボード上で必要なわけではありませんが、デュアル・チャンネル方式のDDR SDRAMでも、まだまだ遅いと言えます。

■ **拡張カード用バスとCPU処理速度にはさらに大きな開きがある**

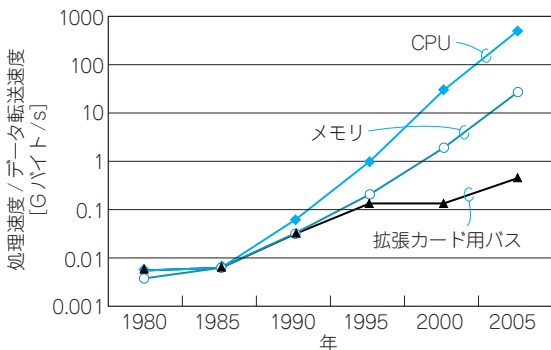
図11-2にはISAバスやPCIバスなど、マザーボードに設けられている拡張カード用バスの速度も併せて示しています。拡張カード用バスの速度は、1995年から2000年まで横ばいになっています。PCIを高速にしたPCI-Xという規格が2000年頃に出ていますが、実際には多くのパソコンのPCIバスは、2003年頃まで133 Mバイト/sのままです。

2005年に拡張カード用バスが500 Mバイト/sまで高速化していますが、これはPCI-Express ×1の採用が見込まれているためです。なお、このグラフには示していませんが、グラフィック・カード用のバスは1995年以降、メモリ・バスの1/4～1/2程度に高速化されています。

● **PCIバスのデータ転送速度はCPU処理速度の1/750しかない**

PCIバスは、パソコンに採用されてから約10年経

〈図11-2〉CPUの処理速度とボード上のデータ転送速度の推移



過していますが、バス幅もクロック周波数も採用当時のまま32ビット、33 MHzで、データ転送速度は133 Mバイト/sです。メモリ・バスのデータ転送速度に対して1/20程度、CPUの処理速度に対しては1/750程度の転送速度しかないので、今となってはPCIバスはかなり遅いことがわかります。

CPUの内部処理速度に比べればメモリも遅いのですが、メモリについてはCPU内にあるキャッシュという一時保管用のメモリを使用することで、ある程度の遅れを補償できます。しかし外部バスはそのような対応が難しいこともあり、高速応答が必要な用途には大きな問題となっていました。

**グラフィック・カード専用の高速バス
… AGP**

● **PCIバスを見切ったグラフィック・カード**

PCIバスが採用された当時は、グラフィック・カードもPCIバスにつながっていました。しかしCPUやメモリに次いで高速性が求められるグラフィック・カード専用には、PCIバスとは独立したバスが設けられました。これがAGP(Advanced Graphics Port)バスです。ただし、高速な信号を確実に伝送するため、バスといってもスロットは一つだけです。

● **AGPバスのデータ転送速度は約2.1 Gバイト/s**

図11-1を見るとわかるように、AGPバスはCPUと直接接続されるメモリ・コントローラから出ていて、CPUと高速に通信しています。

AGPバスのバス幅は32ビット、クロックは66 MHzです。図11-3に示すように、AGPには1クロックで2回データ転送する2×モード、同じく1クロックで4回データ転送する4×モード、そして1クロックで8回データ転送する8×モードがあります。1×モードではデータ転送速度は266 Mバイト/sですが、8×モードでは約2.1 Gバイト/sに達します。

● **AGP 8×では高速化のため線路インピーダンスで終端している**

PCIバスは3.3 VのLVTTTLで、メモリ・バスのように線路端で終端されていません。したがって反射な

〈図11-3〉AGPのデータ転送タイミング

