

次世代バス - PCI 3.0 の潮流

Version 1.00.01版

2001年11月2日

白石 清嗣

株式会社飛鳥インターナショナル

[改版履歴]

11/02/2001	Version 1.00.01	「HyperTransport の概要」を追加
11/01/2001	Version 1.00.00	初版 (Preview 版に用語解説を追加)
10/30/2001	Version 0.09.00	Preview 版

1. はじめに

PCI-SIG が、Intel 社主導である“3GIO”(Arapahoe)を AMD 社も含む理事会において、満場一致で正式承認した。これにより、その技術は、高速化に対して高いコストがかかる PCI 技術を置き換えることになる。

なお、AMD 社は、“HyperTransport”という競合すると見られる規格を提唱していた。

“3GIO”は、現行 PCI 規格の最新版「PCI-X」との比較で6倍の速度向上を実現すると見られる仕様である。

また、この文書を作成する上で、付録2 - 参考文献に示す文書等を参照しました。この場を借りて、著者の方々に御礼申し上げます。

本書の著作権は、株式会社飛鳥インターナショナルが保持します。本書の無断転載および本書および本書内容の一部を利用した商業行為等は、日本国著作権法によって禁止されています。

株式会社飛鳥インターナショナルへの連絡先は、以下です。

〒780-8088

高知県高知市針木本町4番18号 リバーセブン306号

TEL : 088-850-0028

FAX : 088-850-0027

URL : <http://www.aska-cross.co.jp>

E-Mail : support@mail.aska-cross.co.jp

なお、本書は、弊社の都合により、予告なく変更される場合があります。

2. 要旨

以下に、本書における要旨を示す。

- Intel 社の「3GIO」が PCI-SIG で承認された。
- 3GIO は、将来の PCI 3.0 規格となると予想される。
- 3GIO 仕様は、高速シリアルバスである。
- 3GIO 仕様が実装された機器は、現行 PCI の 6 倍以上の転送速度を持つ。
- 将来、ほとんどすべての機器は、標準的に 3GIO を実装するようになる。
- PCI 2.0 を採用した現行コンピュータ群は、早ければ、3年以内に陳腐化が始まる。
- 3GIO は、デジタルテレビ買い替え需要の技術的および経済的な基盤となる。

3. コンピュータバスの現状

現在のコンピュータに使用されている内部バスは、PCI が全盛です。

その後継仕様（将来の PCI 3.0 規格）として、Intel 社から 3GIO（3rd Generation I/O）と呼ばれる規格が、発表されています。この規格は、現行の PCI-X の 6 倍の速度を実現するという触れ込みです。

PCI-X は、64 本の信号線がそれぞれ約 17M バイト / 秒の転送処理を行うことで、全体で 1.1G イト / 秒の転送速度を実現している。

Intel の広報担当、Mary Ninow 氏によると、3GIO の信号線は、それぞれが少なくとも、その 12 倍の速度でデータ転送可能だという。つまり、単線の 3GIO 接続は約 206M バイト / 秒、8 線バージョンは約 1.6G バイト / 秒、32 線バージョンは 6.6G バイト / 秒と、最高性能では、PCI-X の 6 倍の速度での伝送が可能である。

これに対し、現在市場に出ている最速のイーサネットカードの転送速度は 120M バイト / 秒である。その一方、グラフィックスカードとのデータ通信手段として最速の AGP 4.x は、1.1 G バイト / 秒である。3GIO が仕様通りに実現された場合、その転送速度は、従来バスと比較して、非常に高速である。

3GIO 仕様の一部は、White paper 等で Intel 社から公開されているものの、その詳細は、いまだに秘密のカーテンの内側です。理由は、PCI-SIG の議論が一般公開されることはなく、仕様書となって初めて我々が入手可能だからです。

コンピュータをバス面から捉えた場合、I/O 規格も含めたすべてのバスが、シリアルバス系を採用する雲行きです。CPU 内部バスでさえも、その傾向にあります。現在の状況が続けば、パラレル転送が消滅してしまいそうな勢いを持っています。

一般利用者には当初はあまり関係ありませんが、ハードウェア機器の趨勢がすべてこの方向に向かっているのは、紛れもない事実です。

シリアルバスの代表はモデム規格としての RS232C ですが、その他に、USB、IEEE1394 (Firewire, iLink) 等があります。

パラレルバスの代表例は、利用者に身近なところでは、プリンタ接続に利用されるセントロニクス仕様でしょうか？その他としては、SCSI、IDE (EIDE、ATA) GPIB など、この範疇に属します。

広義の意味でのセントロニクス仕様は、拡張された個別のコマンド体系は、各社各様独自ですが、ハードウェア仕様としての EPP (Enhanced Paralell Port) ECP (Extended Capabilities Port) と連携して、プリンタ接続に必須となっています。

次世代 I/O 規格として、AMD 社は HyperTransport 規格を提唱していて、Intel 社の 3GIO と競合していました。何と、PCI-SIG に提出された 3GIO は、満場一致で、次世代 PCI の標準規格として承認されたのです。AMD 社は、PCI-SIG 理事会メンバーですが、あるうことか、ライバル規格である 3GIO に賛成票を投じたのです！

4 . 3GIO の概要

バス規格を左右するのは、その用途と最新技術です。

3GIO の最新技術は発表された断片的な情報によると、以下です。

- ・ 2.5Gbps / レーン
- ・ 8b/10b エンコーディング (Embedded Clock Signaling)
- ・ x1 ~ x32 レーン (通路として、複数の物理レーンをサポートする。)

概略を述べると、3GIO の 1 レーンは 2.5Gbps あるので、33MHz & 32 ビット構成 PCI の約 2 倍のバンド幅があります。相手が、PCI の 8 倍のバンド幅を持つ、133MHz & 64 ビット構成の PCI-X でも、また 4X 構成の AGP であっても、3GIO を 4 レーン束ねれば、それら以上のバンド幅が得られることとなります。

しかも、それらを越えて、8 レーンから 32 レーンまで拡張可能なのですから、実現されれば、3GIO はバンド幅に関しては、仕様上では、現時点で公表されている中では、無敵のバス規格と言えるでしょう。

Intel 社では、3年後の製品化を予定しているそうですから、今 10G ビット Ethernet やその他の高速バスを手掛けていないチップ・ベンダは、置いてきぼりを食うことになり、その足元が根本的に揺らぐでしょう。

このセグメント関連を商売としている、または、関連ファームウェア等の製品を開発する予定のあるベンダーにとって、要注意技術となりそうです。

ただ、3GIO 全体としては、「ソフトウェア的には、PCI に見える」ようにする仕様ですから、マーケット的にも、現行技術を活かす意味でも、現在主流の PCI 2.0 の後継にふさわしいものに仕立て上げられています。

5 . 3GIO が出現する影響

PCI の後継標準規格が持つ影響力は、特にハードウェア業界では、絶大な意味を持っています。その他のコンピュータ関連業界に与える影響も相当なものです。

将来、ほとんどすべての機器は、標準的に 3GIO を実装するようになるでしょう。従って、現行の PCI 2.0 を採用したコンピュータ群は、早ければ、3年以内に陳腐化が始まることとなります。

実際に 3GIO を採用した製品が市場に投入されてから本格的に普及するまでには、2年程度の時間を要すると思われます。しかし、日本の地上放送のデジタル化完了目標は、2010 年ですから、その前に標準高速バスがシリアル化した状態で実装され、普及することが確実となりました。

3GIO は、アナログ TV の買い替え需要が大量に発生する前に、價格的にも十分こなれて、一般消費者にその方向を強く印象付ける基盤となると予想されます。

日本のテレビメーカー (= 家電業界) とアナログ TV 買い替え特需に対する救世主の役割の一端を 3GIO が担うことになりそうです。

6 . HyperTransport の概要

HyperTransport は、システム全体に適用するハーバードアーキテクチャである。

「HyperTransport」は、マシン内でやり取りされるデータの量と転送速度を向上させる AMD の新技術である。これは、元々は AMD チップを使ったマルチプロセッササーバの I/O 方式として開発された技術である。

現行技術では、コンピュータ機器内部でのチップ間のデータ転送には、多くのボトルネックが生じる。各種周辺部品が単一の I/O 経路を共有しなければならないためである。HyperTransport は、各部品に個別経路を割り当てることにより、データ転送を高速化する。HyperTransport では、マシン内部にチップ間のデータ転送の速度と量を引き上げるための経路を別々に作ることで、PC やほかのコンピュータ機器のパフォーマンス向上を目指そうとしている。

これは、まさに、CPU アーキテクチャとして提唱されたハーバードアーキテクチャを機器全体に適用するアプローチと概観することができる。

例えば、Alpha Processor のハードウェア製品で、トータルで最大 2G バイト / 秒のバンド幅を実現する場合、HyperTransport は入力経路、出力経路を別々に持つため、入力 / 出力それぞれ 1G バイト / 秒をサポートすることになる。一方、従来の PCI では 1 つの経路を共有するため、複数の部品がバンド幅を共有しなければならない。

AMD によれば、HyperTransport の初期バージョンのデータ転送速度は最高で 6.4G バイト / 秒。これは 266M バイト / 秒という現行の PCI バスよりも 24 倍高速だ。また、HyperTransport 技術は既存の OS やアプリケーションとの互換性も確保している。

HyperTransport を利用することによって、調整を加える必要がある OS やドライバソフトはなく、従来と同じプログラミングモデルを使いつづけながら、より広いバンド幅を実現し、ユーザー側の待ち時間を減らすことができる。

AMD は HyperTransport を採用した製品は、2001 年第 3 四半期に出荷開始されるだろうと述べている。同技術を採用した製品は、早ければ 2001 年後半か 2002 年初頭に市場に投入されることが予想される。

HyperTransport は、バンド幅を拡大することで PC、サーバ、ネットワーク機器の内部に生じるパフォーマンスのボトルネックを解決できるため、応用の幅が広い。対象は、PC メーカーだけに留まらず、ネットワークハードウェア、セットトップボックス、ハンドヘルドコンピュータ、ゲーム機などのメーカーも、その恩恵を享受できる。

AMD は「HyperTransport」と名付けられたこの技術を積極的に推進していく意向を示しており、既に「HyperTransport Technology Consortium」を発足させ、この技術の無料でのライセンス供与を開始している。

AMD によれば、これまでのところ Cisco Systems、Sun Microsystems、Microsoft などがこの技術に興味を示しており、実際、AMD は、これまで、Sun や Cisco など大手企業数社の契約を取り付けている。

HyperTransport が標準として受け入れられれば、同技術は PCI に取って代わることになるかもしれない。ただ、HyperTransport が大方好意的な反応を得ているとしても、既存のアーキテクチャとの競合はかなり厳しい。既存の PCI との競合を制する必要がある。

残念なことに、AMD は HyperTransport 技術を、CPU が、メモリコントローラや PCI サブシステムなど、ほかの部品と通信する手段としてしか位置づけていないようです。

AMD が HyperTransport を PCI の後継技術として推薦する機会もあったにもかかわらず、同社は PCI-SIG に働きかけをしなかったようで、PCI 後継標準の地位は、より政治的なセンスに優れた Intel が大きな得点を挙げるようになったと言えます。

7 . 付録 1 - 用語解説

[セントロニクス (centronics)]

パラレルインターフェースの事実上の標準。

元は、米 Centronics Data Computer 社が自社製品に採用したもの。

コネクタの物理的形狀、ピン配置、データ転送プロトコルなどが仕様の範囲だが、明確な規定は存在しないため「～準拠」という表現を使う。メーカーが仕様を拡大する場合もある。

[ANSI (American National Standards Institute)]

米国規格協会。

工業分野における自発的な規格の統一と標準化を行う目的で、1918 年に設立された非政治的な米国の協会。米国の各種団体で定められた規格を審議し、承認するのが主な目的。ISO と IEC の米国メンバー。日本の JIS にあたる。

[ECP (Extended Capability Port)]

マイクロソフトとヒューレットパッカードにより開発、IEEE 1284 の制定により標準化されたパラレルポートの通信規格。プリンタ、スキャナ等の周辺機器との接続に使われる。

従来のパラレルポートインターフェースを拡張して高速に双方向転送をする規格。

従来の転送速度が 100KB ~ 150KB の転送速度であるのに対して、最大 2MB の速度で転送可能。

[EPP (Enhanced Parallel Port)]

インテル社などが開発し、IEEE 1284 にて制定されたパラレルポートの拡張仕様。

双方向通信や、機器のディジーチェーンをサポートしている。

従来のパラレルポートインターフェースを拡張して高速に双方向転送をする規格。

従来の転送速度が 100KB ~ 150KB であるのに対して、最大 8MB の速度で転送可能。

[IDE (Integrated Drive Electronics)]

PC 互換機用ハードディスクインターフェースの 1 つ。

IDE という言葉が初めて使われたのは、'86 年の初期、Compaq と Western Digital、CDC が Compaq の新製品に組み込むハードディスクを共同で開発したときに遡る。この開発目的は、ディスクの信頼性と生産コスト削減のために、CDC のディスクに Western Digital のコントローラを組み込むというものだった。

Western Digital は、IBM PC/AT のディスクコントローラとして採用された WD1002 の開発元である。これら 3 社によって開発されたハードディスクと、ホストとのインターフェースが IDE と呼ばれることになった。ただしこのディスクは、ディスクコントローラとディスク本体が物理的に一体化しただけで、回路的にはそれぞれ独立したものだ。このディスクは、Compaq の Deskpro 386 で採用され、製品化された。

同年、Compaq は、Conner Peripheral (以下 Conner) と共同で同様のディスク開発を開始する。

こちらは、ディスクインターフェース - ホスト間のインターフェースを ST-506 と上位互換にしながら、ディスクインターフェースとディスク本体の回路をゲートアレイとして完全に一体化するものだった。このとき開発されたディスクは、Compaq の Portable III で製品化されることになる。現在、一般にいう IDE ドライブの起源は、この Conner が開発したドライブとってよい。

IDE ドライブの元になった WD1003 は、PC/AT に採用されたディスクコントローラの上位互換チップで、AT の BIOS で直接コントロールできるという特徴を持つ。SCSI ドライブのように、特別なソフトウェアドライバは必要ない。この簡便さが IDE の大きな魅力の 1 つである。

IDE で利用する信号線は、ISA バスのそれをほぼそのまま利用している。接続には簡単なアドレスデコーダ(1bit 単位のアドレス信号をまとめて、指定されたアドレスを読み出す回路)とバッファ程度があればよい。このため、一般に IDE コントローラとして販売されているカードは、極めて低価格である。大手メーカー製品では、マザーボード上にオンボードで IDE インターフェイスを持たせるものが多い。IDE インターフェイスでは、1つのコントローラに2つまでの IDE ドライブを接続することができる。

Conner の成功によって、その後多くのドライブメーカーが IDE 相当のドライブを一齐に開発することになる。しかし、IDE が誕生した当初は明確な標準規格はなく、各ドライブメーカーはそれぞれ独自の機能拡張などを行った。このため、初期の IDE ドライブは、異なるメーカー製品同士での互換性問題が発生した。

このような問題を回避するため、'88年に各ドライブメーカーが集まり、CAM (Common Access Method) という委員会を発足して、標準規格の制定を開始した。そして翌年、委員会は標準化案を発表した。標準化案の名称は、ATA (AT Attachment interface) と呼ばれた。この標準化案は、その後、ANSI に提出され、'91年に最終的な ANSI 準拠の規格案として認定された。

現在この規格は、ANSI の X3T92 というグループによって管理されている。X3T92 は、SCSI の標準化を行なっているグループでもある。

さらに先頃、IDE の規格を拡張し、データ転送能力の向上やサポートデバイスの増加、ディスク以外のデバイス (CD-ROM ドライブ等) のサポートを行なえるようにした Enhanced IDE と呼ばれる規格が策定された。

[IEC (International Electrotechnical Commission)]

国際電気標準会議。

電子・通信・原子力の分野の標準化と規格化について、各国間の調整を行うことを目的に、1906年に設立された国際機関。本部はスイスのジュネーブにある。

この機関の活動は、分野ごとに各国からの代表者で構成される 40 以上の委員会で行なわれる。1947 年以降、ISO の電気・電子部門を担当し、コンピュータや情報処理の分野の問題は、「TC53」という技術委員会で検討されている。日本での窓口は、日本工業標準化調査会 (JISC)。

[IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)]

米国電気電子学会。

会員は、世界 130 カ国、32 万人以上で、エレクトロニクス関係で世界最大の学会。

この学会は、AIEE (American Institute of Electrical Engineers : 米国電気学会) と IRE (Institute of Radio Engineers : 無線学会) を合併し、1963 年に創設された。本部はニューヨークにある。

活動は、通信、コンピュータ部品から医学、生物学、原子物理学にまでわたり、33 の分野ごとの独立した委員会 (下部学会) で行なわれている。

コンピュータ分野の委員会には、約 10 万人の会員が参加しており、この組織の名を付けた、コンピュータの標準インターフェイスや LAN の規格などの名称で知られる。

[IEEE 1394]

Apple 社が、FireWire の名前で開発した次世代シリアルバスの規格。

500Mbps という高速なデータ転送速度をもつ。

1995年に米国電気電子学会（IEEE）が IEEE1394 として標準化した。
メーカーによっては、i-LINK 端子（ソニーVaio） Lynx 等、様々な名前で呼ばれている。

[ISO (International Organization For Standardization)]

国際標準化機構。

工業製品の国際標準化を目的とした国際機関。関係各国の意見や利害を調整し、統一的な規格を作り、工業製品の国際的な通商や技術の交流などを促進している。

1947年に創設され、現在約90国が参加する。

本部はスイスのジュネーブにあり、日本からは日本工業標準化調査会（JISC）が加盟、コンピュータ関係の標準化に関する実際の作業は、情報処理学会が行っている。

活動は、各国の代表者から構成される技術委員会（technical committee）で行なわれ、160以上の委員会と2300以上の小委員会、ワーキンググループに分かれている。

この内、コンピュータと情報処理の分野では、コンピュータ用語、入出力インターフェイス、プログラミング言語などの各種標準規格が、ISOとIECによって設立されたJTC1（Joint Technical Committee for information technology）と呼ばれる通信技術のための共同テクニカル委員会によって制定されている。

1987年からは、ISOと同じく国際的な標準化を行っているIEC（国際電気標準会議）と共同作業を行うようになった。

通信分野については、TSS（電気通信標準化セクタ=旧CCITT（国際電信電話諮問委員会））と密接な協力関係にある。

JIS（日本工業規格）は、ISOの規格に対応する日本の規格。

ISOの規格に関する出版物は、日本規格協会で購入可能。

[PCI (Peripheral Component Interconnect)]

Intelを中心としたPCI SIG（PCI Special Interest Group）により策定されているバスアーキテクチャです。
ほとんどのパソコンでサポートされています。

32bit CPUに合わせ、アドレス/データともに32bit幅のバスになっている。64bit CPUのために、64bitバスの規定も含まれる。

[PCI SIG (Peripheral Component Interconnect Special Interest Group)]

PCIに関する正確な最新情報を交換するための会議、または討論グループ。

この団体の連絡先は、次の通りです。

PCI Special Interest Group

P.O. Box 14070

Portland, OR 97214

800-433-5177 (米国内)

503-797-4207 (米国外)

503-234-6762 (FAX)

[RS-232]

RSは「Recommended Standard」の略。

RS-232は、EIA（Electronics Industry Association）が策定したシリアル通信の標準規格。25ピンのD-Sub

または9ピンのD-Subコネクタを用いる。

規格上は、25本の信号線すべてに対して、その目的とタイミングが規定されているが、実際のデバイス接続では、このうちの数本しか利用されないことが多い（シリアル通信であるため、データを送る線はただ1つのみ）。

'94年にこの規格の正式名称はTIA/EIA-232-Eとなったが、現在でも一般にはRS-232規格と呼ばれることが多い。

[SCSI (Small Computer System Interface)]

Shugart社が開発したSASI (Shugart Associates System Interface) を元にさらに汎用性を高めたシステムインターフェイス。ANSIで標準化が行われた。

このANSIでの最初の標準規格をSCSI-1と呼ぶことが多い(規格そのものは「SCSI」であり、数字はつかない)。

その後、互換性の強化、性能の向上など多くの改良が施され、SCSI-2が規格化された。現在は、SCSI-3の標準化作業が行なわれている。

SCSIという名称は、上記のSCSI-1、SCSI-2、SCSI-3の総称として用いられる他に、ANSI標準化作業以前のSCSIを指すこともある。

一般に、SCSIは、両端にターミネータを持つバスと、そこに接続されるSCSIデバイスで構成される。SCSIバスは、さまざまなフェーズ(SCSIバスフェーズ)を遷移しながら、データ転送、制御等を行う。

[USB (Universal Serial Bus)]

低速、中速向けのシリアル規格。
規格制定は、USB1.0, USB1.1, USB2.0と進行している。

Intelの82430HX/VXなどのチップセット内にUSBのホストコントローラ機能が実装されている。キーボードやマウス、モデム、ジョイスティック等様々な周辺機器を接続するために利用されている。

USBが使えるのは、Windows 95 OSR2からだが、本格的に使われているのは、Windows 98搭載のパソコンからである。

USBは、ひとつの受け口(ポート)で、キーボード、マウス、モデムなど最大127台の機器を接続でき、また電源を切らずに接続の抜き差しができる等の特徴を持つ。これまで周辺機器の接続にシリアル、パラレル、PS/2といった様々な接続ポートがあったが、それがUSBに統一されることの利点は大きい。

USB2.0は、従来のUSB1.0と互換性を保ち、最大転送速度を480Mbpsまで向上させている。また、安定した転送レートを保証しているため、今後、高速通信が必須のデジタルビデオなどの機器への対応も期待されている。USB2.0は、'99年10月に規格内容が発表されたが、OSのサポートはウィンドウズXPからとなる。

8 . 付録2 - 参考文献

本書を作成する上で、参照した文書を以下に示します。

- [1] http://www.zdnet.co.jp/news/0102/16/e_amd.html、「AMD ,新技術「HyperTransport」で業界標準を目指す」, ZDNet Japan、2001年2月16日
- [2] http://www.zdnet.co.jp/news/0108/06/e_intel_m.html、「Intel の次世代 I/O 技術 , PCI 標準化団体が正式承認」, ZDNet Japan、2001年8月6日
- [3] <http://developer.intel.com/technology/3gio/>、米国 Intel 社、2001年9月28日
- [4] <http://www.kumikomi.net/>、「技術解説 : 3GIO は PCI の皮を被った InfiniBand か? 10.16」, 組み込みネット

以上