

解 説



計算機システムを支える最新技術（インタフェース編）

2. PC Card の技術と今後の動向

足 立 克 己

1. はじめに

近年、Mobile PC の分野において、I/O の拡張手段やメモリの増設手段として PC Card が広く普及してきた。Mobile PC はそのモービリティという特性を突き詰めていくと、携帯に便利のように、搭載する機能を絞り込み軽量化しなければならないが、したがって、現時点で考えられ得る必要最小限な機能しか搭載できなくなる。このようにして軽量化された Mobile PC において拡張性という項目を考えると、つけ替えることによっていろいろな機能を実現することが可能な PC Card は非常に有効なデバイスであり、この PC Card により、削られた I/O 拡張機能やメモリを確保することができる。

本稿では、PC Card の経緯と概要と今後の動向について解説する。

2. JEIDA/PCMCIA と PC Card 標準化の歴史

PC Card の前身は JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association: (社)日本電子工業振興協会) による IC メモリカードである。JEIDA は日本の企業任意団体の名称であり、多くの分野で標準化を行っているが、この IC メモリカードに関しては 1986 年 9 月の“IC メモリカードガイドライン Ver.1.0”からその標準化が始まった。これ以降、PC はもとよりそのほかの携帯情報機器にも応用できる IC メモリカードとして、Ver.2.0 (1987.5)、Ver.3.0 (1989.5)、Ver.4.0 (1990.6) と改版され内容の充実と適用

範囲の拡大をはかってきた。

一方、PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) はメモリカードを中心とするパソコンのオプションの標準化を目的として 1989 年に米国で設立された企業任意団体の名称である。当時、米国では 10 種の異なる仕様の異なるメモリカードが発売されており、この状況を解決するために、1990 年 6 月に上記 JEIDA Ver.4.0 をほぼ英訳する形で PCMCIA Release 1.0 が発行された。しかしながら、この時点ですでに、英語翻訳時の誤訳や参照規格の相違 (JIS および MIL など)、単位換算誤差 (cm, inch など) の問題は発生していた。

1991 年になって、I/O カードモード、ソケットサービス・インタフェース仕様 (Release 1.0) が JEIDA から提案され、これを修正した Socket Services Release 1.01 が PCMCIA から提案された。この I/O カードモード仕様にデュアルボルテージメモリカード、カードの物理的信頼性試験、カード属性情報 (Card Information Structure: CIS) の定義、eExecute In Place (XIP: RAM と ROM の両方を節約するために、RAM にアプリケーションイメージをロードせずに ROM から直接アプリケーションを実行する手法) のサポートなどを付加し、日本では JEIDA Ver.4.1 として日本語で、米国ではこれらのほかに参考仕様で Socket Services Release 1.01 を追加し PCMCIA Release 2.0 として英語で、日米双方から発行された。

1992 年 2 月には JEIDA が Socket Services Release 1.01 を和訳発行し、11 月には PCMCIA が Card Services, ATA, AIMS などの各仕様と、回転式メディアにも対応できるように Type III Card を追加し、CIS にもいくつかの変更を施して Release 2.01 を発行した。この頃から、両団

† PC Card Standard and Its Future Trends by Katsumi ADACHI (TOSHIBA Corporation, Multimedia Engineering Lab., Personal Multimedia Systems Dept.).

‡ 株式会社東芝マルチメディア技術研究所開発第 5 部

体それぞれが PC Card の規格を応用するための分冊の発行を行い、発行時期の相違、日米各企業の重点の置き方などの微妙な差異が問題となっていく。また、JEIDA/PCMCIA のいずれか一方にしか存在しない規格もあり市場の誤解を受けることもあった。

1993 年には Card Services, Socket Services を完全にロバストなものにするための仕様拡張、電氣的、物理的なセクションの修正と追加および CIS への追加定義などが行われ、PCMCIA からは“PCMCIA STANDARD Release 2.1” (1993.7) として、JEIDA からは、これに 3.3 V 動作の低電圧仕様を追加し、“PC カードガイドライン Ver.4.2” (1993.10) としてそれぞれの団体から発行された。そして、これと同時に、メモリカードに I/O カードまでを含めたカード全体の名称を“PC Card”として統一し、正式名称とし、ロゴマークも同じものを使用していくことが JEIDA と PCMCIA の間で約束された。これが PC Card の誕生である。(これ以降、PCMCIA Card, PCMCIA Socket, PCMCIA Slot という表現は正しくないということになる。)

しかしながら、両団体にて発行している 2 種類の規格書は、基本的に同一規格でありながら、前述の引用規格の相違、単位換算誤差、双方での合意に至っていないローカルな規格の不明確さなどから市場の混乱を招いたままであった。また、それぞれの団体が矛盾のない範囲で独自に仕様を規定する場面も出てきた。これからの PC Card に関する健全な世界市場の育成を考慮すると、同じ目的をもった 1 つの規格が別々の団体から個別に発行されることは、上記理由にて好ましくないという声が両団体に広がり、1995 年 2 月 JEIDA/PCMCIA 両団体共同による統一規格書“PC Card Standard”が発行されることとなった。単位はすべて SI 単位に統一され、引用規格も統一化され、英語で発行された。また、従来の履歴番号 (Ver., Release) は廃止され、共同で発行する年度により管理されることとなった。しかし、定義では PC Card'95 という呼び名は正しくなく、あくまでも PC Card Standard と呼ぶこととして注意を促している。

3. PC Card Standard^{1),2)}

3.1 PC Card とは

PC Card Standard について述べる前に、ごく簡単に PC Card について触れておく。現在 PC Card と呼ばれるものには、メモリカードである SRAM カードやフラッシュメモリカード、I/O カードである ATA カード (HDD カード、フラッシュディスクカード)、SCSI カード、モデムカード、LAN カード、ISDN カード、赤外線通信カード、サウンドカード、ビデオキャプチャカード、チューナカード、GPS (Global Positioning System) カードなどさまざまなものがあり、今後もますますその数と種類を増していくものと思われる。PC Card と呼べるものは、後述する PC Card Standard を満たしていることが必要であるが、これは逆にインタフェースと物理的仕様さえ許せば PC のシステムバスにつながる各種装置は PC Card にすることができることを意味している。

PC で扱う空間は大きく分けてメモリ空間と I/O 空間とがあり、PC のシステムバスにつながっている各種装置はこれらの空間から一意に特定される。PC Card もこれと同様で、これらの空間を割り振った後は、システムバスに接続されている通常の各種装置と変わらずに動作することになる。異なる点は、PC Card に割り当てる空間の設定の際に、システムバスと PC Card 間のアドレスビット数やこの間のインタフェースコントローラの違いおよび OS の違いなどによって、通常のシステムバスに接続されている各種装置と異なった設定手法をとることである。また、PC Card はこの空間の割当てが動的にできるところに魅力がある。Mobile PC のような、軽量化を余儀なくされ、常時使用しないような機能を削っているホストに対し、パワーを投入したままで活線挿抜しながら所望の機能を付加できることは PC Card の大きな特徴である。

3.2 PC Card Standard 概要

ここでは、PC Card Standard を電氣的仕様、物理的仕様および動作という観点から概説する。特筆すべきは、PC Card Standard は、これから現われるであろう新規 PC Card を含め、機能をつけ加えることによって進化していくという特性

をもっていることである。次回のリリースは1997年の予定であり、この間はチェンジページやアップデートの発行によって、随時、修正・追加が行われる。

3.2.1 電氣的仕様

PC Card は、インタフェースの観点からみると、扱うことのできるアドレスビット数とデータビット数によって、大きく2種類に分けることができる。1つはアドレスバス幅が26-bit、データバス幅が16-bitの16-bit PC Card。もう1つはアドレスバス幅およびデータバス幅が32-bitのCardBus PC Cardである。このCardBus PC CardはPC Card Standardで新規追加された仕様であり、バスプロトコルはPCIバスとほぼ同様である。最大転送速度は16-bit PC Cardが20 MB/s (100 ns サイクルタイム、ピーク時)であるのに対し、CardBus PC Cardは132 MB/s (ピーク時)である。

PC Cardの動作電圧は、5 V, 3.3 V, X.X [V], Y.Y[V] ($3.3 > X.X > Y.Y$)と定義されているが、現在のところ5 Vと3.3 Vカードのみである。3.3 V以下のPC Cardは低電圧PC Cardと呼ばれ、これもPC Card Standardで新規追加された仕様である。16-bit PC CardはY.Y[V]動作のサポートはせず、CardBus PC Cardは5 V動作のサポートはしない。

PC Card側での16-bit PC CardとCardBus PC Cardの区別およびCISを読み込むための初期動作電圧の設定は、2本のCD (Card Detect) ピンと2本のVS (Voltage Sense) ピンを用いて行われている。16-bit PC CardはCDピンであるCD1, CD2を両方ともカード側でグラウンドに落としてある。初期動作電圧はVSピンであるVS1, VS2をカード側でオープン、グラウンドまたはプルダウンすることによって示している。CardBus PC CardはCDピンであるCCD1, CCD2のうちの1つと、VSピンであるCVS1, CVS2のうちの1つをカード側でショートさせている。残ったCDピンはグラウンドに落としてあるので、初期動作電圧はショート位置に加え、残ったVSピンをグラウンドにするかオープンにするかで示している。設定されている初期電圧でCISを取得した後は、CISに記述されている動作電圧に設定される。

16-bit PC Cardのインタフェースは、さらに“メモリのみのインタフェース (通称：メモリモード)”と“I/Oおよびメモリインタフェース (通称：I/Oモード)”の2つに分けられ、数種の制御信号線がそれぞれに適した信号線に置き換わるようになっている。16-bit PC Cardの初期化時はすべてメモリのみのインタフェースとなっており、その後CISを読み込み、I/OカードならばI/Oおよびメモリインタフェースに切り替える。

このほかにもPC Card Standardでは、データの転送をCPUを介さないで直接行うDMA (Direct Memory Access) 機能や、1枚のカードで複数の機能を実現するマルチファンクションカードなどの追加が行われた。また、PC Card System全体で、消費電力削減のためにAPM (Advanced Power Management) 仕様も考慮されるようになった。

3.2.2 物理的仕様

PC Cardの外形は長さ85.6 mm×横54 mmのいわゆるクレジットカードサイズであり、厚さによって3種類のカードが存在する。これらは3.3 mmのType Iと、5.0 mm以下のType IIおよび10.5 mm以下のType IIIに分類される。いずれの場合にも、68ピンの同一コネクタに接続される。

68ピンのPC Cardコネクタは、その縦横の端子間ピッチが1.27 mmの34ピン×2列で構成されている。また、システムの電源が投入された状態でのカードの抜き差し (活線挿抜) を考慮して、ホスト側の電源およびグラウンドピンを5.0 mm、一般ピンを4.25 mm、カード存在検出 (CD) ピンを3.5 mmとしている。これにより、活線挿抜を行っても、ラッチアップやデータの破壊などが生じるのを防ぐことができる。

PC Cardの挿入端には左右非対象の溝が設けられており、これによって上下の逆差しを防止する。また、このうちの片側の切り欠き溝はPC Cardの初期動作電圧を示すキーとなっており、低電圧カードは5 Vのソケットには入らない構造になっている。

また、CardBus PC Card仕様では、33 MHzで動作するのにもかかわらず、16-bit PC Card仕様と同様にカードには4本のグラウンドピンし

がなく、これらのピンだけでは相対的にグラウンドが弱くなる。そこで、CardBus 対応 PC Card はカード表面にカードのグラウンド面と接続された 8 個のディンプルを設け、ホスト側の Card-Bus 対応コネクタはこのディンプルとコネクタのフィンガとを接触させグラウンドに落とす。これによりグラウンドの強化をはかっている。

PC Card の動作環境条件は、温度 -20°C $\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、湿度 95% 以下である。また、保存環境条件は -40°C $\sim 70^{\circ}\text{C}$ 、湿度は 95% 以下である。

3.2.3 動作概要

一般的な PC Card アーキテクチャを図-1 に示す。すべての PC Card は CIS をもっている。CIS には PC Card 固有の情報とデータが含まれており、タブルコード、タブル長および情報エリアからなるタブルと呼ばれる要素の集合である。このタブルの組合せによって構成されるフォーマット基準をメタフォーマットと呼び、基本互換層、データ記録フォーマット層、データ構造層およびシステム固有層から構成される。

PC Card はソケットを通して PC Card Interface Controller (これ以降 PCCIC と呼ぶ) に接続されており、PC Card に関するすべての物理的制御はこのコントローラで実現される。ソフト

ウェアの最下層に位置する Socket Services (SS) は各ハードウェアに搭載されている PCCIC に依存した汎用的なソフトウェア Application Programming Interface (API) を規定しており、これの上位層にあたる Card Services (CS) はハードウェアに依存しない汎用的な API を規定している。SS は CS と密接に関係しており、この SS によって PC Card ソケットに依存しているハードウェアの違いを吸収する。

PC Card がソケットに挿入されると、電気仕様と物理仕様の項で述べたとおり、非常に短い間ではあるが、電源およびグラウンドピン、一般ピン、CD ピンが順に接続されることにより、PC Card 挿入直後の電気信号の不確定要素から少しでもシステムを守るようにしてシステム構成が開始される。PCCIC はこの CD ピンが接続されたことを観測し、所定のレジスタのビットを立てたり、カードの状態が変化したことを CS に伝える。この情報により、CS は SS を通り PCCIC のレジスタを変更して、CD ピンと VS ピンで設定されている初期動作電圧を PC Card に供給し、PC Card 内の CIS を読む。CS はこの CIS の情報とデバイスドライバ登録情報と現在のハードウェアリソース状態によって、挿入された PC Card はどういうカードなのか、どのドライバを使うのか、またどの空間を用いるのか、カードからデバイスドライバへの割込みはどこに設定するのか、動作電圧は何ボルトかなどを設定し、SS を通ってその設定を PCCIC のレジスタに反映させる。

このようにして、PC Card が使用する空間やデバイスドライバへの割込みなどが設定された後は、通常の各種デバイスと同じようにふるまい、アプリケーションは OS サービスを通りデバイスドライバを通して PC Card を扱う。このデバイスドライバ層は PC Card に依存しており、各社は PC Card とこのデバイスドライバ、あるいはアプリケーションを含めて商品の差別化を行うことになる。

図-2 に一般的な PC Card システムの構成を示す。PCCIC が接続されているシステムバスが ISA バスである場合、ISA バスのアドレス幅は 24-bit で、データ幅は 16-bit であることから、ホスト側は 16 MB (24-bit) の空間を扱うことが

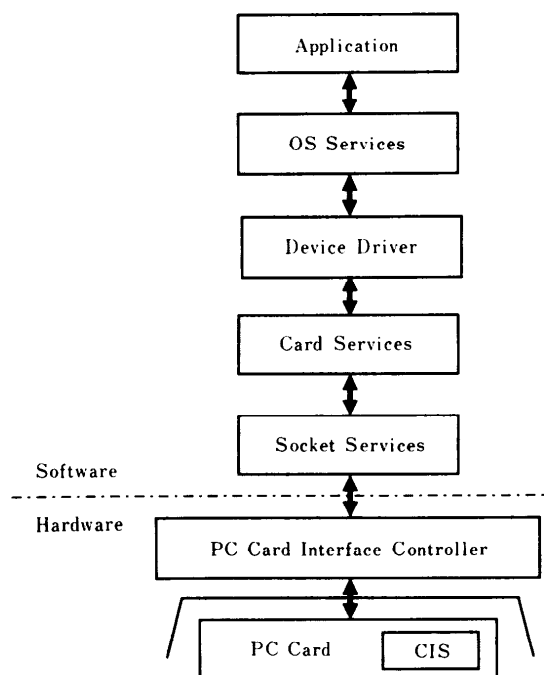


図-1 PC Card Architecture

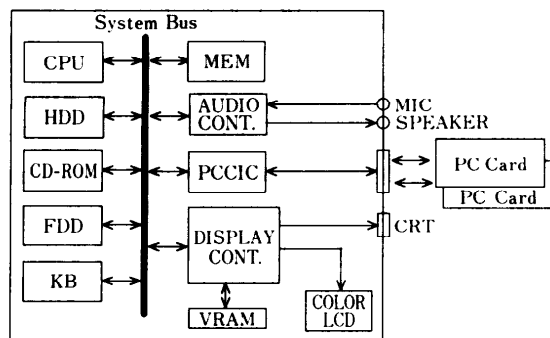


図-2 PC Card System

できる。一方、前節でも述べたとおり、たとえば16-bit PC Cardの場合はメモリ空間およびI/O空間として64 MB (26-bit) の空間を扱うことができる。このようなシステム構成においては、ホスト側の16 MB空間の一部をウインドウとして、PC Card側の64 MB空間の一部にマッピングさせ、オフセットを用いてマッピング部分をスライドさせていくことによってPC Card側の64 MBの空間をアクセスする。

PCCICが接続されているシステムバスがPCIバスである場合、PCIバスのアドレス幅およびデータ幅は32-bitであることから、ホスト側は4 GB (32-bit) の空間を扱うことができる。また、前節でも述べたとおり、たとえばCardBus PC Cardの場合はメモリ空間およびI/O空間として4 GB (32-bit) の空間を扱うことができる。このようなシステム構成においては、ホスト側の4 GB空間の一部をPC Card側の4 GB空間の一部にマッピングさせアクセスする。

使用可能なホスト側のメモリ空間やI/O空間は周辺機器の接続状況によってホストごとに異なる。したがって、従来では、PC Cardを導入する際に空いているメモリ空間やI/O空間やIRQ信号などをユーザが探さなければならないため、ユーザは専門的な知識を必要とした。また、PCCICによって扱えるメモリウインドウの数、ウインドウの増減単位バイト数などが異なったり、扱えるI/O空間が64 KBに制限されていたり、I/O空間へのアクセスが直接マッピングや間接マッピングだったりするので、これらのことにも通じていなければならなかった。

この点に関し、たとえばWindows[®] 95のようなOSでは使用しているメモリ空間とI/O空間

をOSがすべて把握しており、またPlug and Play (PnP) をサポートしている。したがって、デバイスドライバがPnPをサポートしておりその登録が正常に行われているならば、PC Cardが挿入されたことを検知したときに、ユーザは何もしなくても、メモリ空間やI/O空間は自動的に設定され、挿入したPC Cardが使用可能になる。これにより、ユーザは図-1の構成や図中に明示されていないCSのクライアントになる各種のクライアントサービスやファイルシステムなどを知らなくても簡単にPC Cardを導入することができる。また、このWindows[®] 95によって、図-1にあるようなCSとCSのクライアントになるデバイスドライバが別々に存在するという構造は多少崩されている。これらは一体となり、ほかのデバイスを接続することができるデバイスには必ず存在するエニュメレータと呼ばれるものがこの機能を実現する。

4. PC Cardの今後の動向

PC Cardの今後の動向としては、大きな流れとしてZV PortとCardBusが注目されている。また最近注目されるようになったスモールメモリカードも新しいメディアとしてのさまざまな応用が期待されている。この章では、これらの動向について述べるが、ZV Portに関しては話題になるわりに解説書が少ないので、少し詳細に述べる。

4.1 CardBus PC Card

CardBus PC Cardは、今のところ16-bit PC Cardに比べてあまり市場にでまわっていないが、最近のPCIバスとCardBus対応PCCICを搭載したMobile PCの相次ぐ発表によって、大量なデータの送受信を必要とするネットワークカードやビデオ会議などの分野で、次々と登場してくるものと思われる。

4.2 スモールメモリカード

スモールメモリカードは、電子スチルカメラやPDA (Personal Digital Assistant) のような携帯型機器などの、PC Cardの大きさでは実装が難しい機器用に開発された、PC Cardよりもサイズが小さいメモリカードのことをいう。スモールメモリカードにはSSFDC (Solid State Floppy Disk Card)、CompactFlashおよびMini-

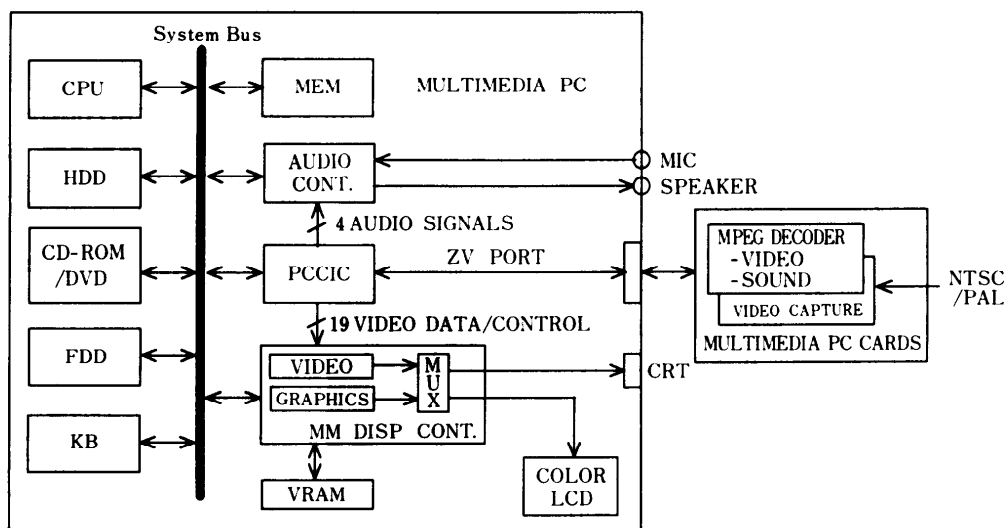


図-3 ZV Port System

ature Cardの3方式があり、それぞれがグループを作って開発をしている。しかし、基本的に一部の仕様（物理形状、ピン数、ピン信号名など）を除いてはPC Card Standardに準拠し、PC Card スロット用のアダプタカードを装着した状態では完全にPC Card Standardに準拠する。したがって、PCなどのPC Card スロットを備えたシステムへのデータ転送も容易であることから、これからもさまざまな分野での応用が期待される。

4.3 ZV Port

ZV Port (Zoomed Video Port) は、PC Card から画像信号 (YUV) と音声信号 (PCM) とを高速にホストシステムに転送するインタフェースの規格である。この規格は、1996年3月にPCMCIA および JEIDA で承認され、PC Card Standard の Electrical Specification の8章に追加されることとなった³⁾。

近年、マルチメディアデータとして動画が重要な位置を占めているが、これをリアルタイムでシステムバスを通して処理しようとする、システムにかなりの負荷をかけることになり、動画のリアルタイム処理、高画質化が困難であった。

デスクトップPCにおいては、画像データの転送のみに関してではあるが、従来からグラフィックサブシステムとビデオサブシステムとの間をシステムバス以外のバスで接続し、画像をオーバーレイ表示する手法があった。しかしながら、

Mobile PCにおいては、上記アダプタが搭載できないこともあり、高速な画像データの転送はもちろんそれに付随する音声データを含めたマルチメディアデータの転送に対する規格は存在しなかった。PC Cardからのマルチメディアデータの転送量は上記高画質化の要求などにより増える傾向にあり、従来のシステムバスを用いた動画処理はますます困難になるものと推測される。

このような状態を回避する手法の1つとして登場したのが、マルチメディアデータを、データの転送レートを左右するシステムバスを介さずに、独自に設けたバスより直接ディスプレイコントローラおよびオーディオコントローラに転送する手法：ZV Portである(図-3)。ZV PortはYUV:4:2:2フォーマットの16-bit (最大16 MHz ピクセルクロック:PCLK)の画像データとI²Sフォーマットの16-bitステレオPCM (最高48 kHz サンプリング)の音声データをサポートしている。この手法により、約27 MB/s (PCLK:13.5 MHz 時)の高速転送が可能であることから、MPEG2の画像も遜色なく表示することができる。また、ZV PortはCPUおよびシステムバスの負荷を増加させることなくデータを転送することが可能なので、従来の低速なシステムバスをもつ普及タイプのPCにおいてもZV Portを適用することができる。

5. おわりに

今回は PC Card の歴史と PC Card Standard の概要および今後の動向を中心に述べた。PC Card は歴史のところでも触れたように、さまざまな改定がなされており、今までは決して使いやすいデバイスとは言い難かった。しかし、現在は PnP をはじめとして、よりユーザにやさしいデバイスに変わりつつある。また、IBM PC と MS-DOS[®]、Windows[®] という枠組みだけでなく、さまざまなプラットフォーム上で利用することができる環境になってきた。これからの発展とさらなるユーザインタフェースの向上を期待したい。

謝辞 本稿の校正に関しまして、元 JEIDA PC カード技術専門委員会委員長坂本広幸氏と現 JEIDA PCMCIA ワーキンググループ主査大原稔氏、現 JEIDA PC カード技術専門委員会委員田沼英順氏にご協力いただきました。ここに記して

感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) PC Card Standard, PCMCIA/JEIDA (1995).
- 2) PC CARD STANDARD 概説書—JEIDA/PCMCIA 日米業界統一規格—, 電子協 (1995).
- 3) March 1996 Up Date, PCMCIA/JEIDA (1996).

(平成 8 年 8 月 22 日受付)



足立 克己

1965 年生. 1989 年宮崎大学工学部電気工学科卒業. 1991 年同大学院工学研究科修士課程電気工学専攻修了. 1994 年熊本大学大学院自然科学研究科博士課程システム科学専攻修了. 博士(学術). 自動制御理論, 主にロバスト制御に関する研究を行う. 1994 年(株)東芝入社. 現在同マルチメディア技術研究所にて, Mobile PC アーキテクチャ関連の研究開発に従事. 電気学会, 計測自動制御学会, 日本機械学会各会員.