

全パソコン・ユーザに贈る

Interface 増刊
ボード・コンピュータ・シリーズ



900MHz×4コア 智能炸裂!
画像認識からハイパー計算まで遊び放題!

コンピュータ電子工作の素 ラズベリィ・パイ 解体新書

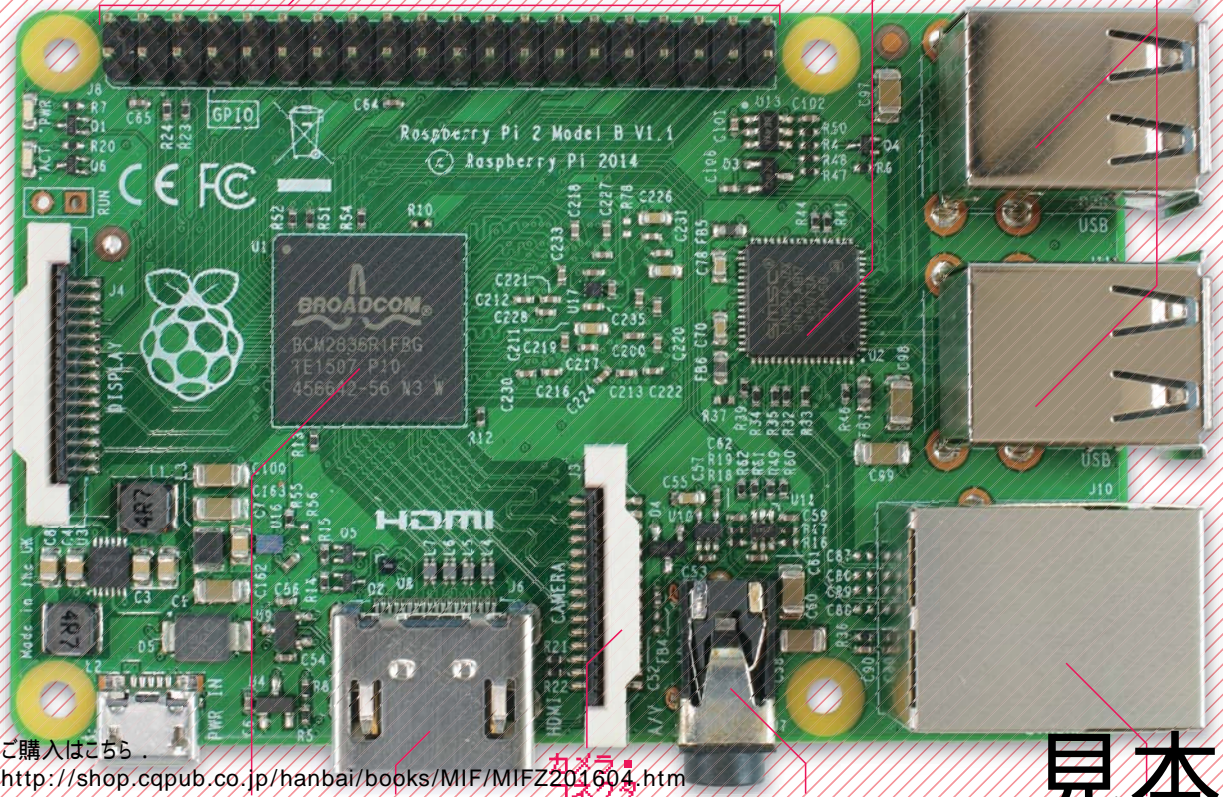
Raspberry Pi
Anatomy

インターフェース編集部 編

I²C/SPI/UART/PWM/
PSインターフェース

USB&LANコントローラ

USB×4



ご購入はこちら
<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/bopks/MIF/MIFZ201604.htm>

900MHz 4コア!
ARMプロセッサ搭載

HDMI

CQ出版社

φ3.5ステレオ・
ジャック

見本
LAN

イントロ
ダクション

6倍にパワーUP!

Linux/Windows/Android組み換え自由!

900MHz 4コア! I/Oコンピュータ 「ラズベリー・パイ2」

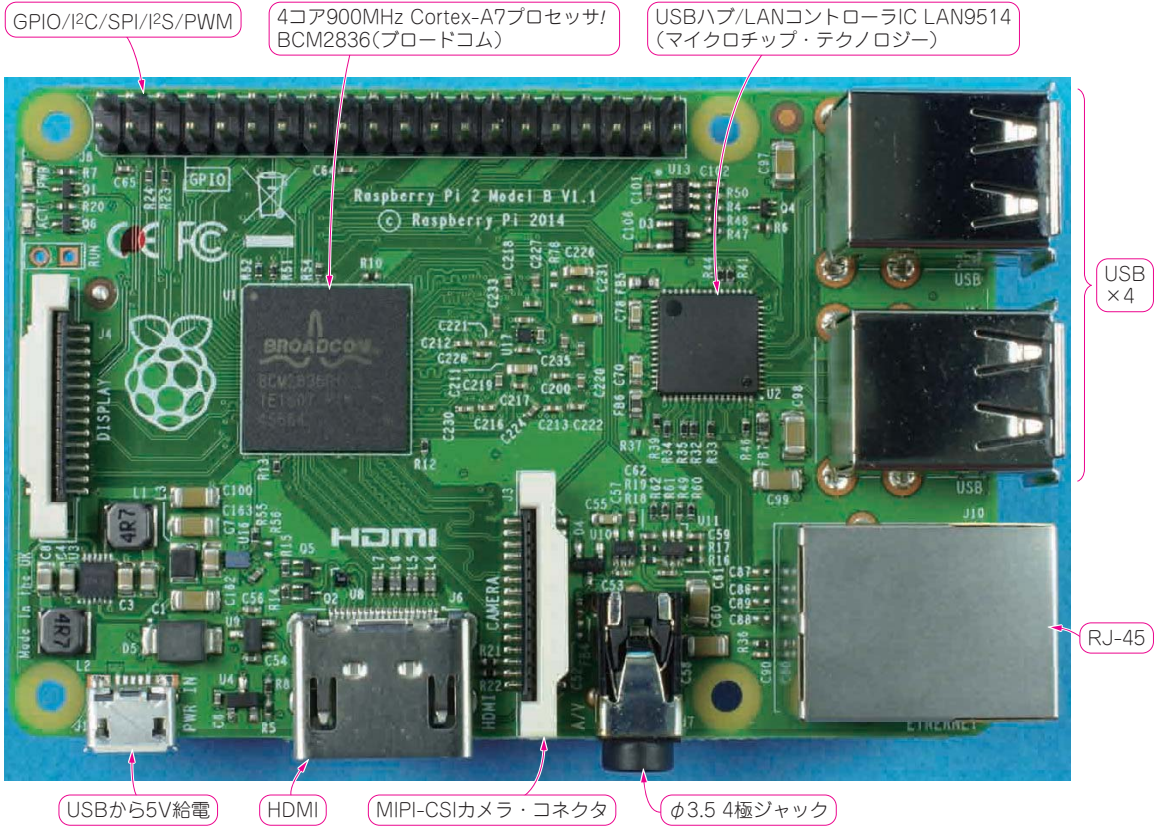
山本 隆一郎

ラズベリー・パイ (Raspberry Pi) は、世界の定番 Linux ボードです。ARM プロセッサを搭載し、USB やイーサネット、HDMI などコンピュータとして必要な機能のほか、GPIO/I²C/SPI/I²S/PWM が使えるというワンチップ・マイコン的な側面も備えています。

2015年に発売された新型ラズベリー・パイ2(写真1)は、CPUに900MHzで動作する4コアCortex-A7と、LPDDR2メモリを1Gバイト搭載し、大きく性能がアップしました。初代シリーズでは、CPUが

700MHz動作の1コアARM11、メモリが512M(または256M)バイトです。両者をLinuxマシン用ベンチマークで比較すると、新型は6倍の処理速度です。

このマルチコア化とCPUアーキテクチャの刷新のおかげで、画像認識などの重いプログラムも動かせるようになりました。自作プログラムやアプリケーションだけでなく、EclipseやQt Creatorなどの統合開発環境も十分動かせます。しかも、Linuxだけでなく、機器向けWindows 10 IoTや、Androidも十分動く性能です。(編集部)



(a) 表

写真1 性能6倍にパワーUP! 世界の定番コンピュータ・ボード4コア搭載ラズベリー・パイ2 Model B
正式名はRaspberry Pi 2 Model B

見本

ラズベリー・パイは世界の定番

● ボード・コンピュータの革命児

ラズベリー・パイの人気は衰えることを知りません。プレスリリースによると、全世界の総出荷台数は2015年2月末時点で500万台を越えたようです。

ラズベリー・パイは、子供向けのプログラミング教育用コンピュータとしてデビューしました。しかし、比較的高性能なLinuxボードでありながら安価なため、本来の目的を越えて、瞬間にコンピュータ愛好家に広まりました。当初のもくろみであったコンピュータの初心者よりも、むしろ、組み込みLinuxの教材や、ロボットの頭脳、企業の試作、デザイナーによるアート作品まで、さまざまな用途に利用されています。

ユーザーが増えれば増えるほど、Web上に使い方のノウハウが広まり、それが相乗効果を生んで、ラズベリー・パイはある意味、組み込みCPUボードのデファクト・スタンダードとして広まる勢いです。

● 1コアARM11→4コアCortex-A7にパワーアップ!

当初のラズベリー・パイ(2012年2月発売)は、安価で必要最小限の機能を持つ写真2の教育用コンピュータでした。構成も1970~80年代頃のコンピュータに近く、マウスとキーボード、TVモニターだけを用意すればスタンドアロンでプログラム学習に使える構成でした。教育用コンピュータらしく、ビデオ出力機能にアナログTVに表示するためのコンポジット出力が用意されていました。

写真3のラズベリー・パイ1 Model B+(2014年7月発売)と、ラズベリー・パイ2 Model B(2015年2月

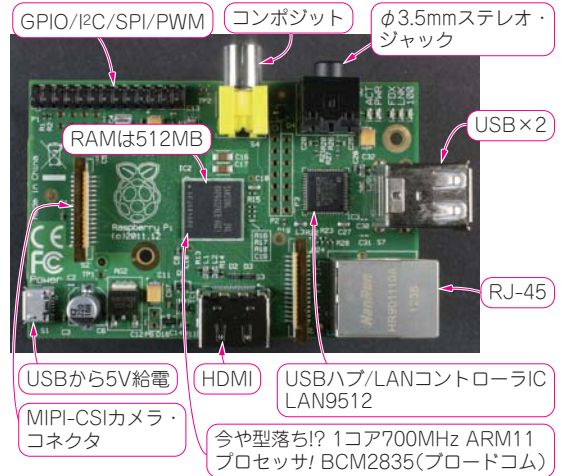
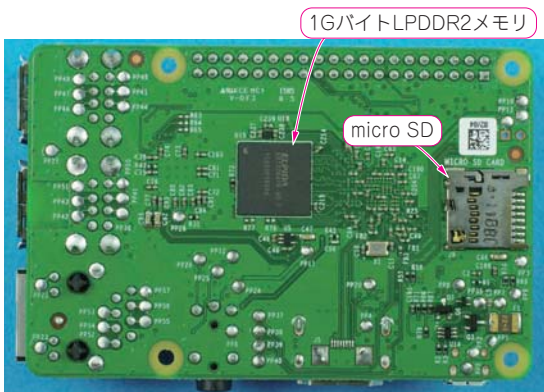


写真2 初代ラズベリー・パイ…教育用コンピュータとして発売された

正式名は Raspberry Pi Model B

売)は、コンポジット出力端子を省略し、LANコネクタとUSB2.0ポート×4を持つ実用的なCPUボードに仕上がっています。しかも、ラズベリー・パイ2では、CPUが最高900MHzで動作する4コアCortex-A7に、RAMは1Gバイトになりました。ちょっと前のスマートフォンやタブレットと同等のレベルです。ラズベリー・パイの公式サイトでは、ラズベリー・パイ2のCPU速度は1と比較して最大6倍とうたわれています⁽¹⁾。

これまでラズベリー・パイというと、Linuxボードでは比較的ローエンドの、I/O操作には十分だけれども高度な処理をするには不向きな印象のCPUボードでした。しかし、ラズベリー・パイ2のレベルにまで到達すると、画像処理や音声認識、複雑な判定処理もラクになります。



(a) 裏

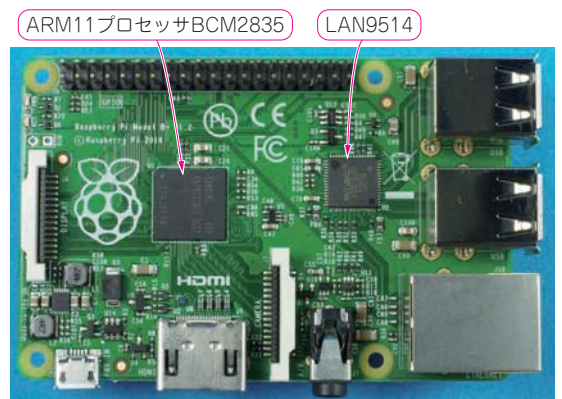


写真3 ラズベリー・パイ1 Model B+…最新ラズベリー・パイ2と見た目がそっくりだがCPUは従来の700MHz動作ARM11のまま
正式名は Raspberry Pi Model B+

見本

第4章

4 コア Cortex-A7/GPU/128 ビット高性能 NEON 命令…
最新テクノロジーいじり放題!

ラズベリー・パイ 2 の コンピュータ性能を大実験

三好 健文

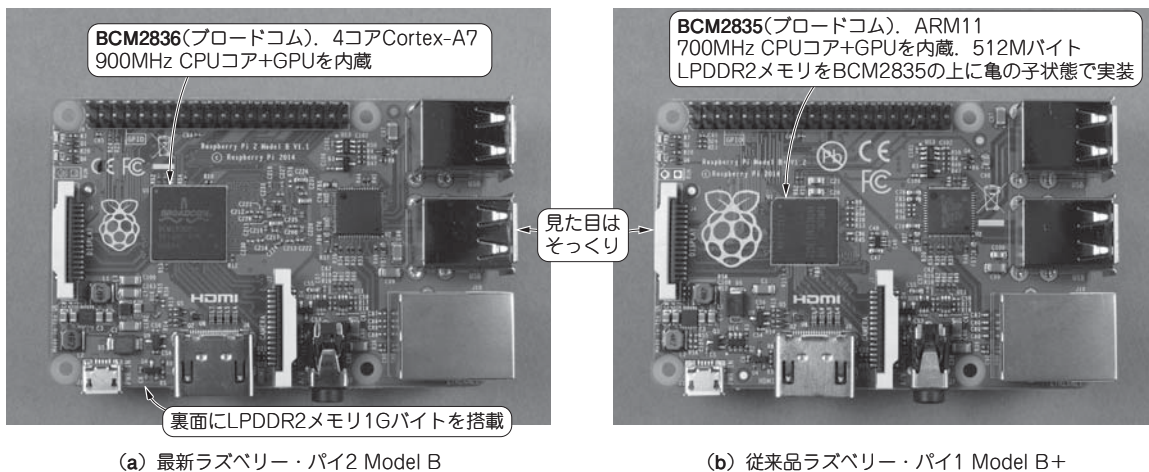


写真1 見た目は従来品とソックリだがパワーアップした…とうわさの最新ラズベリー・パイ2の実力を調べる

ラズベリー・パイ1の頭脳は、ARM11アーキテクチャのCPUを搭載したSoC BCM2835です。一方、ラズベリー・パイ2の頭脳であるBCM2836は、クアッドコア(4コア)のCortex-A7を搭載しています(写真1)。

本章では、この2種類のラズベリー・パイのCPU性能やメモリ帯域幅、GPU性能などを測ってみます。

また、Cortex-A7ではNEONと呼ばれる最大128ビット高性能演算命令が使えます。コンパイル時にオプションを付けると使えるようになるNEON命令の実力も試してみます。マルチコアによる並列実行での性能向上を味わいます。(編集部)

こんな実験

● ラズベリー・パイの実力を調べる

図1の実験を行います。

実験1…ベンチマーク・ソフトでコンピュータ基本性能を調べる

実験2…なんと最大128ビット! 高性能演算用NEON命令の実力を調べる

実験3…4コア並列処理をOpenMPで試す

実験4…4コア並列処理をCilkで試す

実験1と実験2では、ラズベリー・パイ1 Model B+(以下、ラズベリー・パイ1と表記)と、ラズベリー・パイ2 Model B(以下、ラズベリー・パイ2と表記)を使います。実験3以降ではラズベリー・パイ2のみを使います。それぞれの仕様を表1に示します。

● 実験環境

ラズベリー・パイ1と、ラズベリー・パイ2ともに、NOOBSを使ってインストールしたRaspbianを使います。それぞれ、apt-getコマンドで表2のソフトウェアを事前にインストールしました。

実験1: コンピュータ・ボード全体の基本性能を調べる

まず、Linuxマシンとしてのラズベリー・パイ2の性能を評価します。以下の五つの実験を行います。

- 実験1-1…定番ベンチマーク・ソフトで測る
- 実験1-2…メモリ帯域幅を測定する
- 実験1-3…GPUの描画性能を調べる

見本

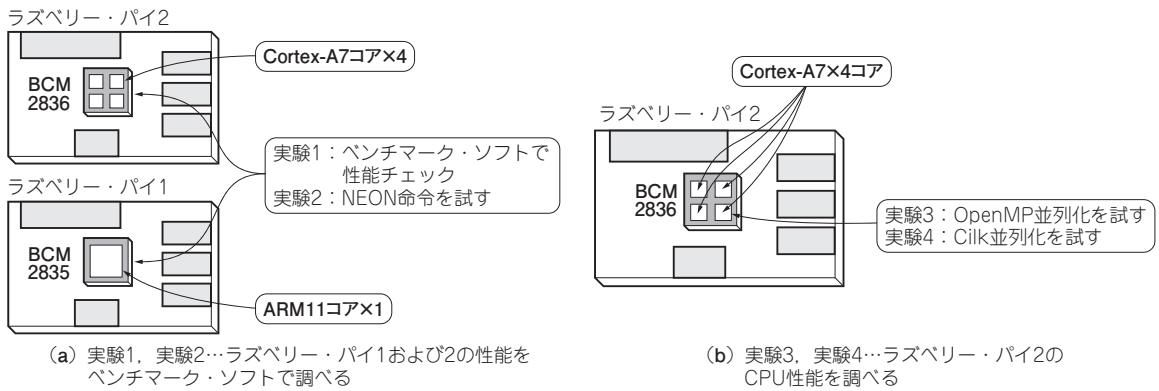


図1 こんな実験…ラズベリー・パイ2の実力チェック!

表1 実験に使うラズベリー・パイの仕様

項目		仕様		
世代		第1世代	第2世代	
シリーズ名		Raspberry Pi 1	Raspberry Pi 2	
モデル名		Model B+	Model B	
プロセッサ	プロセッサ名	BCM2835	BCM2836	
	メーカー名	ブロードコム		
	CPU	コア名	ARM1176JZF-S	Cortex-A7
		コア数	1	4
		動作クロック	700MHz	900MHz
	GPU	コア名	VideoCore IV (ブロードコム)	
		動作クロック	250MHz	
		内蔵機能	・OpenGL ES 2.0(描画性能24GFLOPS). ・MPEG-2, VC-1 ^{注1} , 1080p/30fps H.264/ MPEG-4 AVC High Profile ハードウェア・デコード・エンコード	
	メモリ	種類	LPDDR2 SDRAM ^{注2}	LPDDR2 SDRAM ^{注2}
		容量 [バイト]	512M	1G
対応ストレージ		microSD		

注1：使用にはライセンスが必要

注2：GPUと共有

表2 実験のためにインストールしておくソフトウェア

ソフトウェア名	概要
autogen	テンプレート・エンジン
autoconf	コンフィグ・ファイル生成プログラム
subversion	バージョン管理ツール
libisl-dev	整数の点の関係・集合操作ライブラリ
make	makeコマンド
flex	字句解析器生成プログラム
bison	構文解析器生成プログラム
libgmp-dev	多倍長演算ライブラリ
libmpfr-dev	多倍長浮動小数点数演算ライブラリ
libmpc-dev	複素数演算ライブラリ
gcc-4.8	Cコンパイラ
g++-4.8	C++コンパイラ
libsdl-dev	クロスプラットフォーム・マルチメディア・ライブラリ
libglm-dev	OpenGL 数学ライブラリ

表3 実験に使ったベンチマーク・ソフトウェア

実験	内容	ソフトウェア名	入手先
1-1	定番ベンチマーク	UnixBench	https://github.com/kdlucas/byte-unixbench
1-2	メモリ・バンド幅を測定する	Stream	http://www.cs.virginia.edu/stream/
1-3	GPUの描画性能を調べる	GtkPerf	http://gtkperf.sourceforge.net
1-4	ブラウザのJavaScript処理性能を調べる	Octane 2.0	https://developers.google.com/octane/?hl=ja
1-5	GPUの3Dレンダリング性能を調べる	3D PARAMETRIC PLOTTER	https://www.raspberrypi.org/blog/3d-parametric-plotter/

- ・実験1-4…ブラウザのJavaScript処理性能を調べる
- ・実験1-5…GPUの3Dレンダリング性能を調べる

利用したベンチマーク・ソフトウェアは、実験順に UnixBench, Stream, GtkPerf, Octane 2.0, 3D

PARAMETRIC PLOTTERです。各実験との対応を表3に示します。

UnixBenchではラズベリー・パイ2の動作周波数を700MHzと900MHzに設定した両方を評価して

見本

第11章

GPIBとRS-232-CをPythonライブラリで制御

I/Oコンピュータ活用事例 オシロ&マルチメータ自動計測システム

稲田 洋文

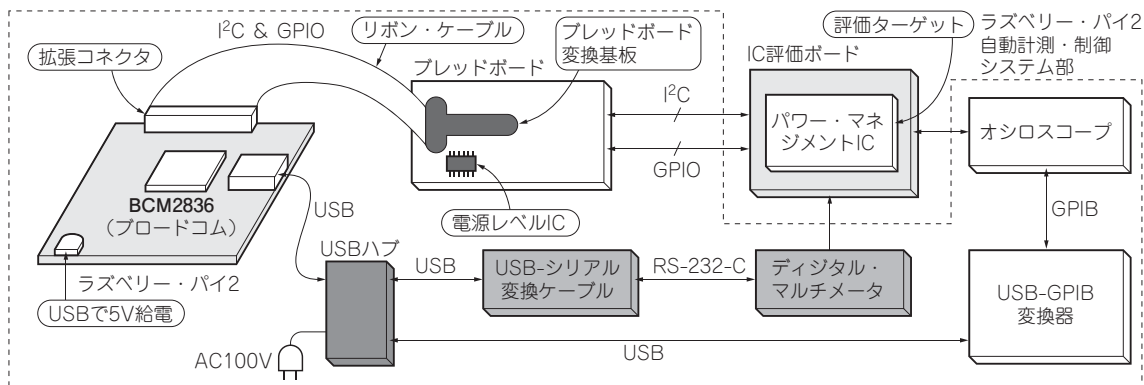


図1 ラズベリー・パイ2からオシロスコープ&デジタル・マルチメータをコントロール/ ICの電気特性 自動評価装置の構成

GPIO, I²C, RS-232-C, GPIBといった異なるインターフェースを組み合わせる使えるのはラズベリー・パイならではの。そこで、ラズベリー・パイ2を用いて、ICの自動評価環境を構築しました。

GPIO, I²CでターゲットICを制御し、RS-232-Cでデジタル・マルチメータ制御、GPIBでオシロスコープの制御を行い、ターゲットICがきちんと動作できているかの確認を行います。(編集部)

こんな装置

● 4種類のインターフェースをまとめて制御する

筆者は、電源ICの一種であるパワー・マネジメントICの設計、評価を半導体メーカーで行っています。このICには複数のDC-DCコンバータなどが内蔵されており、それらを短時間で評価しなければなりません

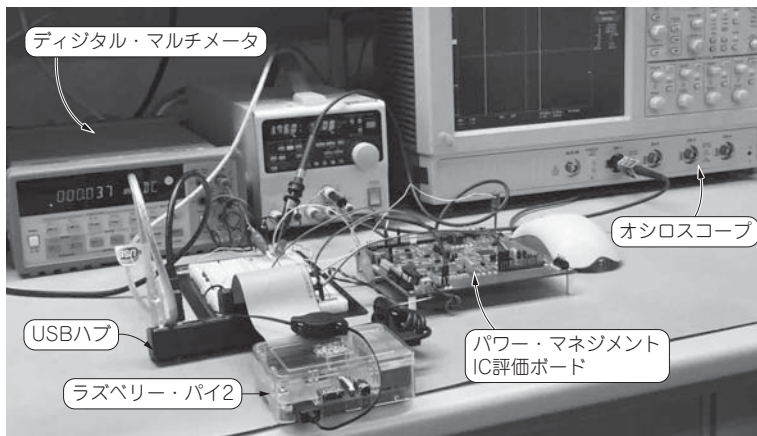


写真1 ラズベリー・パイ2でコントロールのオシロスコープ&マルチメータでパワー・マネジメントICの性能を自動測定中

見本

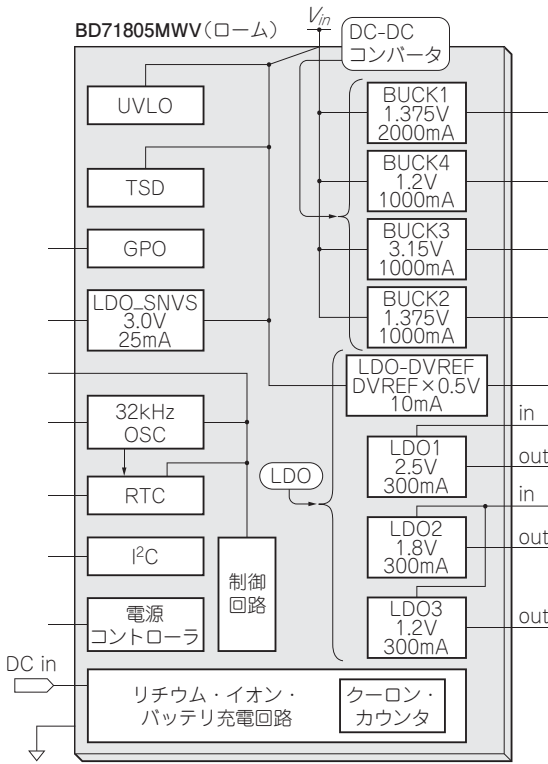


図2 自動評価のターゲットIC BD71805MWV (ローム)の構成

ん。そこで、ラズベリー・パイを使って、人手に頼らず、自動で評価、判定する図1のような環境を作りました。

- (1) GPIOでターゲットICの動作を制御
- (2) I²CでターゲットICのレジスタを読み書き
- (3) RS-232-Cでデジタル・マルチメータを操作
- (4) GPIBでオシロスコープを操作

実際に動作させている様子を写真1に示します。この装置を使うと、手動では4～5日かかっていた評価を、自動で数時間で終わらせることができ、時間を有意義に使えるようになります。

● ターゲット…電源IC

パワー・マネジメントICは、主にタブレット、ノートPC、電子書籍リーダーなどで使われています。ターゲットとするICはBD71805MWV (ローム)です。Cortex-A9コア搭載のi.MX 6SoloLite プロセッサ(フリースケール・セミコンダクタ)用のパワー・マネジメントICです。

構成を図2に示します。図中にあるように、複数のDC-DCコンバータやLDO (Power Railsと呼ぶ)を内蔵しています。これをSoC (System On Chip)やDDRメモリに電源として接続して使います。LDOなどからは、表1に示す電圧を出力できます。

表1 パワー・マネジメントIC BD71805MWVから出力できる電圧と電流値

出力チャネル	出力電圧 [V]	最大出力電流 [mA]	設定範囲
BUCK1	1.375	2000	0.8～2.000V (25mVステップ) [DVS]
BUCK2	1.375	1000	0.8～2.000V (25mVステップ) [DVS]
BUCK3	3.15	1000	2.6～3.35V (50mVステップ)
BUCK4	1.2	1000	1.0～2.7V (50mVステップ)
LDO1	2.5	300	0.8～3.3V (50mVステップ)
LDO2	1.8	300	0.8～3.3V (50mVステップ)
LDO3	1.2	300	0.8～3.3V (50mVステップ)
LDO4	0.5	10	0.5～1.35V (DVREFIN=BUCK4)
LDO5	3	25	Fixed

ハードウェア

● 構成

図3、写真2にハードウェアの構成を、表2に使用した部品を示します。

ラズベリー・パイは、パワー・マネジメントICへの信号発生器と、パワー・マネジメントICからの信号判定器の両方を兼ねます。また、DC電圧を測定するデジタル・マルチメータと、波形を取得するオシロスコープの制御コントローラとしても使います。

● 使用した測定器

ラズベリー・パイ2 Model Bと、デジタル・マルチメータ34401A (キーサイト・テクノロジー)、オシロスコープTDS5104B (テクトロニクス)を使用しました。

パワー・マネジメントICは専用の評価基板に実装されています。

● USB-シリアルでデジタル・マルチメータと接続

ラズベリー・パイと34401Aは、USB-シリアル変換ケーブルを用いてRS-232-Cで接続します。変換ケーブルに使われているUSB-シリアル変換ICは、FT-232 (FTDI社)です。Raspbianでサポートされているため、ドライバのインストール無しですぐに使えます。

使用したケーブルのRS-232-C側はオス、そしてデジタル・マルチメータもオスなので、メス-メスの変換ケーブルも使いました。

Interface 増刊 コンピュータ電子工作の素 ラズベリー・パイ解体新書

CQ出版社

〒112-8619 東京都文京区千石4-29-14
TEL.(03) 5395-2141 (営業部)

定価:本体1,800円+税

見本

雑誌 01620-4

Ⓒ-2016.5/15