

CPU モジュール単体の性能指標としての IPS 値

CPU モジュール単体の性能を測る指標の一つは、「1 秒間に何個の命令(Instructions)を実行可能であるのか」ということである。そのための基本的単位は IPS(Instructions Per Second)である。代表的な CPU の IPS 値は下表の通りである。

ゲーム専用機用 CPU と PC 用 CPU、ゲーム専用機用 CPU でも据え置き型ゲーム専用機用 CPU と携帯型ゲーム専用機用 CPU との区別に注意を払って下記の一覧表を見ると、CPU の MIPS 値は当然のことながら年ごとに性能を着実に向上させていることがわかる。

IPS(Instructions Per Second)値の比較表 — 年順
(命令実行性能の単位は MIPS、動作周波数の単位は MHz)

プロセッサの名称	命令実行性能	動作周波数	年
Intel 4004	0.09	0.74	1971
Intel 8080	0.64	2	1974
セガ:メガドライブ/Motorola 68000	1	8	1979
Intel 80286	2.66	12	1982
Motorola 68030	11	33	1987
Intel 80386DX	8.5	25	1988
NEC:PC-FX/NEC V810	16	25	1994
Motorola 68040	44	40	1990
Intel 80486DX	54	66	1992
セガ:セガサターン/日立 SH-2	25	28.6	1994
SONY:PS/MIPS R3000A	30	34	1994
任天堂:N64/MIPS R4300	125	93.75	1996
Intel Pentium Pro	541	200	1996
PowerPC G3	525	233	1997
セガ:Dreamcast/日立 SH-4	360	200	1998
Intel Pentium III	1,354	500	1999
SONY:PS2 [Emotion Engine]/MIPS IV(R5900)	435	300	2000
任天堂:GAMECUBE [Gekko]/IBM PowerPC G3⁽¹⁾	1,125	485	2001
MICROSOFT:XBOX/Intel Mobile Celeron(Pentium III)	1,985	733	2001
任天堂:ゲームボーイアドバンス/ARM ARM7TDMI	15	16.8	2001
Pentium 4 Extreme Edition	9,726	3,200	2003
任天堂:ニンテンドーDS/ARM ARM946E-S	74.5	67	2004
MICROSOFT:XBOX360 [Xenon]/IBM PowerPC G5	6,400	3,200	2005
任天堂:Wii [BroadWay]/IBM PowerPC G3	2,250	729	2006
SONY:PS3[Cell 内蔵 PPE]/IBM PowerPC G5	10,240	3,200	2006
Intel Core 2 Extreme QX6700	49,161	2,660	2006

(推定値)

[出典]文書末の注で明示したものを除き、"Instructions per second", *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Instructions_per_second, (2008 年 11 月 30 日アクセス)の記述に基づく。なお PS3 はマルチコア CPU の総合的性能ではなく、PPE(PowerPC Processor Element)の性能を表示している。

(1) 任天堂の 2001 年の GAMECUBE の CPU「Gekko」と 2006 年の Wii の CPU「BroadWay」はともに IBM の PowerPC G3 を基にした CPU コアを利用している。違うのは動作周波数であり、前者が 485MHz、後者が 729MHz である。

IPS 値に関する注意点(1) --- 理想的条件の下での最大性能としての IPS 値

「1 秒間に何個の命令(Instructions)を実行可能であるのか」ということに関して一般に公表されている数値は、理想的な条件の下で CPU が1秒間に**最大限**何個の命令を実行できるのかで示されており、現実のアプリケーション・ソフトが使用される条件の下で CPU が1秒間に**実際に**何個の命令を実行できるのかを示すものではない。

例えば CPU が「1 秒間に何個の命令(Instructions)を実行可能であるのか」という性能を測定する際に、ほとんど条件分岐がないような形で命令を実行させておこなわれるため、ユーザーがワープロ・ソフトやデータベース・ソフトなどの実際のアプリケーション・ソフトを用いた場合の CPU の実効性能、すなわち、CPU が**実際に実行する**命令の数とは大きく異なることが多い。

IPS 値に関する注意点(2) --- キャッシュメモリなど記憶装置の性能問題

また CPU によるメモリ実行に際しては、実行するプログラムや実行に必要なデータ量の大きさがキャッシュメモリなど高速な読み書きが可能なメモリのサイズ内に収まるかどうかによって、CPU が「1 秒間に実際に何個の命令を実行できるのか」の数値は大きく変動する。プログラムの実行に際して、キャッシュメモリに比べて速度が遅い DRAM のメインメモリや、それらよりもさらに遅い HDD や光学ディスク装置などの外部記憶装置に対してアクセスが必要な場合には、プログラムの読み込みやデータの読み書き処理を実行している間は CPU の命令実行が中断されることになるため、CPU で実際に 1 秒間に実行される命令の数はかなり少なくなってしまう。

例えば、ゲームにおいて画像データを HDD や光学ディスクなどから動的に読み込みながら、なおかつ、ユーザーのコントローラー装置による操作を処理してその結果をメインメモリに書き込むなどの実際の処理場面では、CPU が実際に 1 秒間に処理する命令の数はそれほど大きくはない。

IPS 値に関する注意点(3) --- CPU という個別 module の技術的性能と、PC という全体的システムの技術的性能の関連と差異

そもそもそうした場合には、コントローラー装置や HDD などの外部記憶装置まで含めたコンピュータ・システムの総合的性能が問題であり、CPU の性能はアプリケーション・ソフトの実行速度にそれほど大きな影響を与えない。「CPU モジュール単体としての性能」(理想的状況下での最大性能)と、「コンピュータ・システムの中で実際に使われている際に CPU が現実¹に発揮できる性能」(実使用時の状況下での現実的性能)との間には大きな差異がある。

「1 秒間に何個の命令(Instructions)を実行可能であるのか」という性能指標の測定に際しては、一次キャッシュメモリに収まるサイズのプログラムが利用されることが多い。もともと IPS 値という性能指標は、CPU モジュールそれ自体が単体としてどの程度の性能を表すことを目標としたものであり、コンピュータ・システムが全体としてどの程度の総合的性能を持っているのかを示すことを目的としたものではないからである。

IPS 値に関する注意点(3) --- CPU による命令体系の差異

またこうした性能指標は、CPU で実行される命令が同じである CPU 同士でその数値を比べることには意味があるが、命令セットが異なる CPU 相互の比較に利用することにはさほどの意味がない。特に CISC CPU と RISC CPU では単なる数値の比較は無意味である。

命令セットやアーキテクチャが異なる CPU の性能比較にはベンチマーク用に同一のプログラム(あるいは複数のプログラム)を実行したときの実行速度を用いるしかない。例えば、1984 年に Reinhold P. Weicker が開発した Dhrystone ベンチマークプログラムを用いた DMIPS (Dhrystone million instructions per second) や、Standard Performance Evaluation Corporation (1988 年設立の非営利団体、SPEC、標準性能評価法人 <http://www.spec.org/>) の SPEC ベンチマーク用プログラムによる SPECint などが有名である⁽²⁾。

⁽²⁾ SPECint の数値は、<http://www.spec.org/cpu2000/results/cpu2000.html> など SPEC のホームページで見ることができる。

CPU の IPS 値に関する出典および関連参考事項

- NEC の PC-FX(1994)で用いられた NEC 製 CPU の V810(型番 μ PD70732GD-25)の性能値は、<http://web.archive.org/web/20001207143500/www.ic.nec.co.jp/micro/product/v800/v800seriespro/810family/v821.html> に基づくものである。なおはつね(2000)「INSide PC-FX—ALL about V810TM—」<http://pc-fx.moemoe.gr.jp/make01.html> の § 4「Specification of V810」では 18MIPS となっている。また動作周波数は、Wiki(<http://ja.wikipedia.org/wiki/PC-FX>)では 21.475MHzとされているが、はつね(2000)の § 3 および NEC の V810 に関する 1991 年のデータシート(<http://www.necel.com/nedis/image/U10691JJ3V0DS00.pdf>)の p.36 の記述などを参考に 25MHz とした。
- XBOX 用 CPU 「Intel の Mobile Celeron(Pentium III ベース)」の値は、Intel Pentium III(500MHz)の「動作周波数あたりの命令実行性能」(IPS 性能/動作周波数)の値を基に算出した推定参考値である。(こうした推定法を採用した根拠は、<http://www.roylongbottom.org.uk/dhrystone%20results.htm> に掲載されている Intel の Pentium III の DMIPS 値から算出した「動作周波数あたりの命令実行性能」の値がほぼ一定であることにある。)
- 任天堂の N64 用 CPU 「MIPS R4300」の性能は、”Inside Nintendo64” <http://web.archive.org/web/20020706153601/http://n64.icequake.net/mirror/www.white-tower.demon.co.uk/n64/> の記述に基づく DMIPS 値である。
- セガのセガサターン用 CPU 「SH-2」の性能は、セガサターンの本体仕様に関するセガの Web ページ(<http://sega.jp/archive/segahard/ss/data.html>)の記述による数値である。
- セガのドリームキャスト用 CPU 「SH-4」の性能は、ドリームキャストの本体仕様に関するセガの Web ページ(<http://web.archive.org/web/20010306142759/www.sega.co.jp/dreamcast/hardware/spec.html>)の記述による数値である。
- PS 用 CPU 「MIPS R3000A」の性能は <http://web.archive.org/web/20070919122404/http://www.militant-buddhist.com/Playstation.htm> の記述に基づく MIPS 値である。
- SONY の Web ページ(<http://web.archive.org/web/19980626135310/www.scei.co.jp/hard/PlayStation.html>)では、PS の「総合的演算能力」が 500MIPS と記載されている。本表は、そうした「総合的性能」ではなく、CPU 単体の性能を記載したものである。
- PS2 用 CPU 「Emotion Engine」の性能は照山竜生ほか(1999)「6.2GFLOPS のマイクロプロセッサを開発」『日経エレクトロニクス』1999 年 10 月 4 日号,p.139 による DMIPS 値である。
- GAMECUBE 用 CPU 「Gekko」の性能は、任天堂 Web ページ <http://www.nintendo.co.jp/ngc/specific/index.html> による DMIPS 値である。
- ゲームボーイアドバンス用 CPU 「ARM7TDMI」およびニンテンドーDS 用 CPU 「ARM946E-S」のスペックは、日本語版 Wikipedia の「ARM アーキテクチャ」 <http://ja.wikipedia.org/wiki/ARM%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%82%AD%E3%83%86%E3%82%AF%E3%83%81%E3%83%A3> の記述に基づく。
- XBOX360 用 CPU 「Xeon(Power PC G5)」の性能に関する "Instructions per second", Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Instructions_per_second における値は3つの CPU コアの MIPS 値の合計になっている。そのため、上表では Wiki 掲載の数値を3で割り、1つの CPU コアの性能を表記している。そうしないと PS3 の Cell プロセッサとの相互比較などで適正ではない。というのも PS3 用 CPU の Cell も XBOX360 の CPU と同じくマルチコアだからである。
- Wii 用 CPU 「BroadWay」の性能は、フランス語版 Wikipedia の「Wii」(<http://fr.wikipedia.org/wiki/Wii>)の記述に基づく。
- PS3 用 CPU 「Cell」は、1 個の Power Processor Element (PPE)と 8 個の Synergistic Processing Elements (SPE)から構成されている非対称型マルチコア・プロセッサであるが、上記の表の性能値は Power Processor Element (PPE)に関する数値である。