

このドキュメントでは、Standard Performance Evaluation Corporation(SPEC)によって開発および公開されているベンチマーク SPEC CPU2017 について説明します。

このベンチマークはプロセッサやメモリーのパフォーマンスを測定するもので、業界で広く受け入れられているベンチマークです。SPEC CPU2017 で実現されているベンチマークのコンセプトにより、多機種を一律に比較できます。

バージョン

1.4
2023-10-03



目次

SPEC CPU2017 – 概要	3
ベンチマークの目的	4
ベンチマークの構成要素	5
測定結果とその解釈	7
関連資料.....	9

SPEC CPU2017 – 概要

SPEC(Standard Performance Evaluation Corporation)は、コンピューターシステムのパフォーマンスの評価を目的とする、標準化されたベンチマークの開発と提供に特化した組織です。SPEC コンソーシアムのメンバーは、富士通など、コンピューター業界のリーディングカンパニーです。SPEC が提供したベンチマークの一つに CPU2017 があり、CPU2006 の後継ベンチマークです。このドキュメントの目的は、このベンチマークの重要性とその結果の意義について、概要を示すことです。

ベンチマークの目的

システムを比較するときは、原則として個々のお客様のアプリケーションが評価の基準になります。しかし、時間の不足や複雑さなどの理由のため、お客様のアプリケーションでさまざまなシステムをテストして最適解を見つけ出すことができない場合があります。ベンチマークとは、お客様がシステムを選択するときに客観的な基準を提供するために開発されたものです。これらは、個々のシステムコンポーネントの速度やシステム全体の速度を測定する、標準化されたツールです。

CPU2017 は、計算処理性能のシステム間比較を行えるように開発されたベンチマークです。厳密には、CPU2017 は単一のベンチマークではなく、次の 2 つのベンチマークグループで構成されています。

- 整数演算時のシステムパフォーマンスを測定するための SPECrate 2017 Integer、SPECspeed 2017 Integer
- 浮動小数点演算時のシステムパフォーマンスを測定するための SPECrate 2017 Floating Point、SPECspeed 2017 Floating Point

計算処理ベンチマークとして、このベンチマークはプロセッサに加え、メモリアーキテクチャーとコンパイラーを評価対象としています。

重要：最後に挙げたコンポーネント(メモリーとアーキテクチャーコンパイラー)は無視しないでください。パフォーマンスは、プロセッサの周波数だけの問題ではありません。

重要：I/O、グラフィックス、またはネットワークなど、他のシステムコンポーネントは負荷テストの対象ではありません。アプリケーションのパフォーマンスボトルネックがこれらのいずれかのコンポーネントに起因している場合、CPU2017 ベンチマークではこれを認識できません。したがって、CPU2017 が個々のケースで適切なベンチマークであるかどうかは、アプリケーションの負荷プロファイルによって決まります。

ベンチマークの構成要素

整数ベンチマーク(SPECrate 2017 Integer および SPECspeed 2017 Integer)は、C、C++、および FORTRAN で記述された次の 10 のアプリケーションで構成されています。

整数ベンチマーク		アプリケーション分野
SPECrate 2017	SPECspeed 2017	
500.perlbench_r	600.perlbench_s	Perl インタプリター Perl V5.22.1 から派生。ワークロードには、SpamAssassin、MHonArc(電子メール-to-HTML コンバーター)、および specdiff(SPEC2017 ツールの一部)があります。
502.gcc_r	602.gcc_s	GNU C コンパイラー GCC バージョン 4.5.0 に基づき、IA32 プロセッサ用のコードを生成します。
505.mcf_r	605.mcf_s	経路計画 MCF から派生。公共交通機関における単一配送センターからの車両のスケジュールを作成します。ほぼ整数演算が使用されます。
520.omnetpp_r	620.omnetpp_s	離散イベントシミュレーション 大規模な 10Gbit Ethernet ネットワークの OMNet++ 離散イベントシミュレーションを実行します。
523.xalancbmk_r	623.xalancbmk_s	XSLT を用いた XML、HTML 変換 Xalan-C++ の変更バージョン。XML ドキュメントや XSL スタイルシートを HTML のドキュメントに変換します。
525.x264_r	625.x264_s	ビデオ圧縮 ビデオストリームを H.264/MPEG-4 AVC フォーマットにエンコードします。
531.deepsjeng_r	631.deepsjeng_s	人工知能： α - β 木探索(チェス) 2008 年のワールドコンピュータースピードチェスチャンピオンである Deep Sjeng WC2008 に基づき、 α - β 木探索により最善手を見つけます。
541.leela_r	641.leela_s	人工知能：モンテカルロ木探索(碁) モンテカルロ法に基づいて位置推定を行う碁のプレイングエンジンです。
548.exchange2_r	648.exchange2_s	人工知能：再帰的解法生成(数独) 非自明な 9x9 の数独パズルの生成を行います。整数配列を扱うために Fortran95 の配列処理機能を使用します。
557.xz_r	657.xz_s	一般的なデータ圧縮 XZ Utils 5.0.5 に基づき、入力の読み込み時を除き、メモリー上で圧縮と解凍を行います。

浮動小数点ベンチマーク(SPECrate 2017 Floating Point および SPECspeed 2017 Floating Point)は、C、C++、および FORTRAN で記述された次の 14 のアプリケーションで構成されています。

浮動小数点ベンチマーク		アプリケーション分野
SPECrate 2017	SPECspeed 2017	
503.bwaves_r	603.bwaves_s	爆発のモデリング 3D 遷音速遷移粘性層流の計算を実行します。
507.cactuBSSN_r	607.cactuBSSN_s	物理学：一般相対性理論 Cactus 計算フレームワークに基づきアインシュタインの一般相対性理論の方程式を解きます。
508.namd_r	—	分子動力学法 NAMD から派生。大規模な生体分子システムを並列にシミュレーションします。
510.parest_r	—	生物医学画像：有限要素法による光断層撮影 生物医学画像処理において、2 次元の表面観察から 3 次元像を再構築する問題を解きます。
511.povray_r	—	光線追跡法 POV-Ray version 3.7 に基づいて、光線追跡法で画像レンダリングを行います。
519.lbm_r	619.lbm_s	流体力学 格子ボルツマン法(Lattice Boltzmann Method)によって 3 次元の非圧縮性流体をシミュレーションします。
521.wrf_r	621.wrf_s	天気予報 気象研究と予測(Weather Research and Forecasting)モデル version 3.6.1 に基づき、水平方向に 30km の分解能で 60 秒ごとの気象をモデリングします。
526.blender_r	—	3D レンダリングとアニメーション Blender を使用して 3D 画像を生成し、画像評価指数(Structural SIMilarity)を計算してリファレンス画像と比較します。
527.cam4_r	627.cam4_s	大気のモデリング 地域地球モデル(Community Earth System Model)1.0.2 の一部である地域大気モデル (Community Atmosphere Model)5.0 を使用し、大気の大循環をモデリングします。モデリングは“cam4”互換モードで実行します。
—	628.pop2_s	大規模海洋モデリング(気象レベル) 地域地球モデル(Community Earth System Model)1.0 に基づき、並行海洋プログラム(Parallel Ocean Program)version 2 を使用し、地球の気候システムをシミュレーションします。
538.imagick_r	638.imagick_s	画像操作 ビットマップイメージに対してリサイズや回転、コントラスト調整などの様々な画像変換を行い、画像評価指数(Structural SIMilarity)を計算してリファレンス画像と比較します。
544.nab_r	644.nab_s	分子動力学 分子動力学から線形代数まで多岐に渡る計算を行う核酸ビルダー(Nucleic Acid Builder)によって分子のモデリングを行います。
549.fotonik3d_r	649.fotonik3d_s	計算電磁気学 マクスウェル方程式の計算に有限差分時間領域法(Finit-difference time-domain method)を用いる Fotonik3D を使用し、フォトニック導波路の透過係数を計算します。
554.roms_r	654.roms_s	地域海洋モデリング ROMS/TOMS version 3.2 に基づく地域海洋モデリングシステム(Regional Ocean Modeling System)を使用し、様々なエネルギーや体積を計算します。

すべての個々のベンチマークは共通して、入力ファイルが読み込まれたときにだけファイル I/O が発生します。計算においては、キャッシュと RAM のみを使用します。ただし、このためにシステムに必要な最小限度のメモリー容量は、SPECspeed テストでは 16GB、SPECrate テストでは 32 ビットシステムではプロセッサスレッド数×1GB、64 ビットシステムではプロセッサスレッド数×2GB です。これには、オペレーティングシステム用の容量、および SPEC CPU2017 以外のタスクに必要な容量は含まれません。

測定結果とその解釈

CPU2017 では、手段や方法論が異なる次の 16 個の測定を実行できます。

ベンチマーク	単一ベンチマークの数	演算	コンパイラ最適化	測定結果	
SPECspeed2017_int_peak	10	整数	アグレッシブ (ピーク)	速度	性能
SPECspeed2017_int_energy_peak					電力効率
SPECspeed2017_int_base			標準 (ベース)		性能
SPECspeed2017_int_energy_base					電力効率
SPECrate2017_int_peak	10		アグレッシブ (ピーク)	スループット	性能
SPECrate2017_int_energy_peak					電力効率
SPECrate2017_int_base			標準 (ベース)		性能
SPECrate2017_int_energy_base					電力効率
SPECspeed2017_fp_peak	10	浮動小数点	アグレッシブ (ピーク)	速度	性能
SPECspeed2017_fp_energy_peak					電力効率
SPECspeed2017_fp_base			標準 (ベース)		性能
SPECspeed2017_fp_energy_base					電力効率
SPECrate2017_fp_peak	13		アグレッシブ (ピーク)	スループット	性能
SPECrate2017_fp_energy_peak					電力効率
SPECrate2017_fp_base			標準 (ベース)		性能
SPECrate2017_fp_energy_base					電力効率

ベンチマークは、種々のハードウェアモデルで実行できるようにソースコードとして SPEC から提供されています。このため、まずコンパイルする必要があります。ただし、プログラムのコンパイルは標準化された手順ではありません。複数の最適化オプションがあり、あるプログラマーが使用したとしても、別のプログラマーは無視する場合があります。この問題を考慮して、SPEC は厳密なガイドラインが存在する標準(ベース)最適化による測定(原則として個々のベンチマークすべてに同じ順序で同じ最適化フラグを使用)と、ガイドラインがより緩やかなアグレッシブ(ピーク)最適化による測定(個々のベンチマークを個別に最適化することが可能)の両方を許可しています。前者は必須であり、後者は省略可能です。

SPEC は、2 つの異なるパフォーマンス測定方法を提供しています。1 つの方法(speed)では、1 つのタスクの実行に必要な時間を測定します。もう 1 つの方法(rate)ではスループットを測定します。つまり、事前に定義された数の複数のタスクを並列で実行するために必要な時間です。

また、最新の SPEC CPU2017 バージョン 1.1 からは、電力効率の測定基準が導入されました。従来のパフォーマンス測定時に電力計および外部のコントローラーを使用して、測定対象システムの最大電力(W)、平均電力(W)、総電力量(kj)を取得し、電力当たりの性能を同時に測定できるようになりました。電力効率の測定はオプションです。

すべてのベンチマークの結果は、10 個、または 13 個の単一ベンチマーク毎の結果の幾何平均を表しています。単一ベンチマークの結果はテストシステムが SPEC の定めたリファレンスシステムと比較して何倍高速に実行されたかで算出されます。SPEC は、2100MHz UltraSPARC-IV プロセッサを搭載した Sun の Sun Fire V490 システムをリファレンスシステムとして選択しています。各ベンチマークはこのシステムで実行され、基準時間が測定されています。すべてのベースベンチマークで、リファレンスシステムに対して値“1”が決められています。テストシステムの結果は、テストシステムがリファレンスシステムと同数の作業を、リファレンスシステムが必要とする時間と同じ時間で実行できることを意味します。例えば、テストシステムで SPECspeed2017_int_base の値が 2 の場合は、テストシステムがこのベンチマークをリファレンスシステムの約 2 倍の速度で実行したことを意味します。あるいはまた、テストシステムの SPECrate2017_fp_base の値が 7.8 である場合は、テストシステムがこのベンチマークをリファレンスシステムよりも約 7.8/[スレッド数]倍の速度で実行し、[スレッド数]の並列度で実行したことを意味します。一般に、2 つのシステムでスレッド数が同じ場合、高い結果のシステムの方が高速です。スレッド数が異なる場合、高い結果のシステムがより多くを処理します。この理由は、そのシステムの方が高速であるか、並列でより多くの作業を実行できるためです。

幾何平均は、単一のベンチマークそれぞれの結果から全体のベンチマークの結果を計算するために使用されます。この方法の効果は、算術平均と比較して、低い単一ベンチマーク結果の影響が大きくなることです。この背景にある意図は、特定のベンチマーク向けにコンパイラーを最適化して不釣り合いに高い重みをそのベンチマークに与えることを防止するためです。さらに、これにより向上しないままになっているコンポーネントへのシフトが生じます。優れたプロセッサは、キャッシュアクセスと比較して多数の RAM アクセスを必要とする単一ベンチマークに強い影響を受けません。他の単一ベンチマークと比較して劣る結果は、幾何平均の使用により強調されます。

測定間でパフォーマンスの小さな変動があるのは当然であるため、すべての SPEC 測定結果は意図的に有効数字 3 桁に丸められます。例えば、測定結果の SPECrate2017_int_peak 値 1234.999 と SPECrate2017_int_peak 値 1225.000 は、両方とも SPECrate2017_int_peak 値 1230 に丸められます。SPEC CPU2017 が出力する html、pdf、ps、txt 形式の結果ファイルには、この丸められた値が示されます。SPEC のサイトに登録された結果から、1230 と一致する結果を検索したような場合も、常に丸められた値を参照するため、1225 や 1234 は同じ 1230 のスコアとしてヒットします。

ベンチマーク結果の解釈は、競合する製品に対し、システム全体を比較するか個別のコンポーネント(プロセッサ、メモリー、コンパイラー)を比較するかによって異なります。1 つのコンポーネントに焦点を当てる場合は、その他のコンポーネントが同じであると考えする必要があります。そうでない場合は、個別のコンポーネントを明確に評価することはできません。したがって、公開する際はシステム構成の記述の正確性に万全を期しています。

弊社は、SPEC CPU2017 を使用した測定結果を SPEC での公開用に提供しています。しかし、弊社のすべての結果が SPEC の Web サイトで公開されているわけではありません。弊社は、すべての測定値のログデータをアーカイブしているため、提供していないものについても、測定値が正しく達成されていることをいつでも証明できます。

関連資料

PRIMERGY & PRIMEQUEST サーバー

<https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/>

PRIMERGY のパフォーマンス

<https://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/performance/>

PRIMEQUEST のパフォーマンス

PRIMEQUEST 2000 シリーズ

<https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/primequest/products/2000/benchmark/>

PRIMEQUEST 3000 シリーズ

<https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/primequest/products/3000/benchmark/>

このホワイトペーパー

 <https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=20f1f4e2-5b3c-454a-947f-c169fca51eb1>

 <https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=0f641c7e-bb5e-45e4-854f-cdd31faf5343>

SPEC CPU2017

<https://www.spec.org/osg/cpu2017>

文書変更履歴

版数	日付	説明
1.4	2023-10-03	更新 ・ 新 Visual Identity フォーマットに変更
1.3	2021-07-28	更新 ・ お問い合わせ先、URL 更新 最新情報に更新 ・ 軽微な修正
1.2	2019-12-20	更新 ・ 電力効率の測定項目を追加
1.1	2018-11-16	更新 ・ リンク URL、用語を見直し
1.0	2018-06-22	新規

お問い合わせ先

富士通株式会社

Web サイト: <http://www.fujitsu.com/jp/>

PRIMERGY のパフォーマンスとベンチマーク

<mailto:fj-benchmark@dl.jp.fujitsu.com>