

本書では、Fujitsu Server PRIMERGY RX1330 M4 で実行したベンチマーク性能の概要について説明します。

PRIMERGY RX1330 M4 のパフォーマンスデータを、他の PRIMERGY モデルと比較して説明しています。ベンチマーク結果に加え、ベンチマークごとの説明およびベンチマーク環境の説明も掲載しています。

バージョン

1.5  
2023-10-03



## 目次

製品データ.....	3
<b>SPEC CPU2017 .....</b>	<b>6</b>
ベンチマークの説明 .....	6
ベンチマーク環境 .....	8
ベンチマーク結果 .....	11
<b>STREAM.....</b>	<b>14</b>
ベンチマークの説明 .....	14
ベンチマーク環境 .....	15
ベンチマーク結果 .....	16
<b>SPECpower_ssj2008.....</b>	<b>18</b>
ベンチマークの説明 .....	18
ベンチマーク環境 .....	19
ベンチマーク結果 .....	20
使用 OS、 JVM バージョンによるスコアの違いについて .....	21
<b>SPECjbb2015.....</b>	<b>22</b>
ベンチマークの説明 .....	22
ベンチマーク環境 .....	24
ベンチマーク結果 .....	25
<b>ディスク I/O : ストレージ媒体のパフォーマンス .....</b>	<b>26</b>
ベンチマークの説明 .....	26
ベンチマーク環境 .....	27
ベンチマーク結果 .....	29
ストレージ媒体の性能 .....	31
<b>OLTP-2 .....</b>	<b>33</b>
ベンチマークの説明 .....	33
ベンチマーク環境 .....	33
ベンチマーク結果 .....	35
<b>VMmark V3 .....</b>	<b>38</b>
ベンチマークの説明 .....	38
ベンチマーク環境 .....	39
ベンチマーク結果 .....	41
ベンチマーク結果 .....	44
<b>関連資料.....</b>	<b>45</b>

## 製品データ

### PRIMERGY RX1330 M4



本書では、内蔵ストレージの容量を示す場合は 10 のべき乗（例：1 GB =  $10^9$  バイト）、キャッシュやメモリモジュールの容量を示す場合は 2 のべき乗（例：1 GB =  $2^{30}$  バイト）で表記しています。その他の例外的な表記をする場合は、別途明記します。

モデル	PRIMERGY RX1330 M4
モデルバージョン	PY RX1330 M4 4 x 3.5' PY RX1330 M4 4 x 2.5' PY RX1330 M4 10 x 2.5'
形状	ラック型サーバ
チップセット	Intel C246
ソケット数	1
構成可能なプロセッサ数	1
プロセッサタイプ	Intel Celeron G4900 Intel Celeron G4930 Intel Pentium Gold G5400 Intel Pentium Gold G5420 Intel Core i3-8100 Intel Core i3-9100 Intel Xeon Processor E-2100 Product Family Intel Xeon Processor E-2200 Product Family
メモリスロットの数	4
最大メモリ構成	128 GB
オンボード HDD コントローラー	RAID (0, 1, 10) 機能付きコントローラー（最大 4 台の SATA HDD に対応）
PCI スロット	PCI-Express 3.0 x 8 x 2 PCI-Express 3.0 x 4 x 1
最大内蔵ハードディスクの数	PY RX1330 M4 4 x 3.5' : 3.5" x 4 PY RX1330 M4 4 x 2.5' : 2.5" x 8 PY RX1330 M4 10 x 2.5' : 2.5" x 10

プロセッサ (システムリリース以降)							
プロセッサ	コア数	スレッド数	キャッシュ	定格周波数	最大ターボ周波数	最大メモリ周波数	TDP
			[MB]	[GHz]	[GHz]	[MHz]	[W]
<b>2018 年 11 月発表</b>							
Celeron G4900	2	2	2	3.1		2,400	54
Pentium Gold G5400	2	4	4	3.7		2,400	58
Core i3-8100	4	4	6	3.6		2,400	65
Xeon E-2124	4	4	8	3.3	4.3	2,666	71
Xeon E-2124G	4	4	8	3.4	4.5	2,666	71
Xeon E-2126G	6	6	12	3.3	4.5	2,666	80
Xeon E-2134	4	8	8	3.5	4.5	2,666	71
Xeon E-2136	6	12	12	3.3	4.5	2,666	80
Xeon E-2144G	4	8	8	3.6	4.5	2,666	71
Xeon E-2146G	6	12	12	3.5	4.5	2,666	80
Xeon E-2174G	4	8	8	3.8	4.7	2,666	71
Xeon E-2176G	6	12	12	3.7	4.7	2,666	80
Xeon E-2186G	6	12	12	3.8	4.7	2,666	95
<b>2019 年 11 月発表</b>							
Celeron G4930	2	2	2	3.2		2,400	54
Pentium Gold G5420	2	4	4	3.8		2,400	54
Core i3-9100	4	4	6	3.6	4.2	2,400	65
Xeon E-2224	4	4	8	3.4	4.6	2,666	71
Xeon E-2224G	4	4	8	3.5	4.7	2,666	71
Xeon E-2226G	6	6	12	3.4	4.7	2,666	80
Xeon E-2234	4	8	8	3.6	4.8	2,666	71
Xeon E-2236	6	12	12	3.4	4.8	2,666	80
Xeon E-2244G	4	8	8	3.8	4.8	2,666	71
Xeon E-2246G	6	12	12	3.6	4.8	2,666	80
Xeon E-2274G	4	8	8	4.0	4.9	2,666	83
Xeon E-2276G	6	12	12	3.8	4.9	2,666	80
Xeon E-2278G	8	16	16	3.4	5.0	2,666	80
Xeon E-2286G	6	12	12	4.0	4.9	2,666	95
Xeon E-2288G	8	16	16	3.7	5.0	2,666	95

PRIMERGY RX1330 M4 と一緒にオーダーできる Intel® Xeon® Processor E-2100 Product Family、および Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family の全てのプロセッサと、Core i3-9100 プロセッサは、Intel® Turbo Boost Technology 2.0 をサポートしています。このテクノロジーにより、公称周波数より高い周波数でのプロセッサの動作が可能になります。プロセッサ表に記載された「最大 ターボ周波数」は、アクティブなコアが 1 つしかないプロセッサあたりの最大周波数の理論値です。実際に達成可能な最大周波数は、アクティブなコアの数、消費電流、電力消費、およびプロセッサの温度によって異なります。

原則として、Intel では最大ターボ周波数を達成することは保証していません。これは製造上の公差に関係するもので、プロセッサモデルごとのパフォーマンスでは差異が生じます。差異の範囲は、公称周波数と最大ターボ周波数のすべてを含む範囲が対象になります。

ターボ機能は BIOS オプションで設定できます。通常は、[Turbo Mode] オプションを標準設定の [Enabled] に設定して、周波数を高くすることでパフォーマンスを大きく向上させることを推奨しています。ただし、より高い周波数での動作は一般的な条件に依存し、常に保証されるものではないため、AVX 命令を集中的に使用し、1 クロックあたりの命令数が多いだけでなく、一定のパフォーマンスや低電力消費を必要とするようなアプリケーションシナリオでは、[Turbo Mode] オプションを無効にしておく方がメリットがある場合もあります。

メモリモジュール (システムリリース以降)									
メモリモジュール	容量 [GB]	ランク数	メモリチップの ビット幅	周波数 [MHz]	低電圧	Load Reduced	Registered	ECC	
4 GB (1x4 GB) 1Rx8 DDR4-2666 U ECC	4	1	8	2,666				✓	
8 GB (1x8 GB) 1Rx8 DDR4-2666 U ECC	8	1	8	2,666				✓	
16 GB (1x16 GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC	16	2	8	2,666				✓	
32 GB (1x32 GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC	32	2	8	2,666				✓	

電源 (システムリリース以降)	最大数
Standard PSU 300W	1
Modular PSU 450W platinum hp	2

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

詳細な製品データについては、PRIMERGY RX1330 M4 データシートを参照してください。

# SPEC CPU2017

## ベンチマークの説明

SPECcpu2017 は、整数演算および浮動小数点演算でシステム性能を測定するベンチマークです。このベンチマークは、10 本のアプリケーションから成る整数演算テストセット (SPECrate 2017 Integer および SPECspeed 2017 Integer)、そして 14 本のアプリケーションから成る浮動小数点演算テストセット (SPECrate 2017 Floating Point および SPECspeed 2017 Floating Point) で構成されています。これらのアプリケーションは大量の演算を実行し、CPU およびメモリを集中的に使用します。他のコンポーネント (ディスク I/O、ネットワークなど) は、このベンチマークでは測定しません。

SPECcpu2017 は、特定のオペレーティングシステムに依存しません。このベンチマークは、ソースコードとして利用可能で、実際に測定する前にコンパイルする必要があります。したがって、使用するコンパイラのバージョンやその最適化設定が、測定結果に影響を与えます。

SPECcpu2017 には、2 つのパフォーマンス測定方法が含まれています。1 つ目の方法 (SPECspeed 2017 Integer および SPECspeed 2017 Floating Point) では、1 つのタスクの処理に必要な時間を測定します。2 つ目の方法 (SPECrate 2017 Integer および SPECrate 2017 Floating Point) では、スループット (並列処理できるタスク数) を測定します。パフォーマンス測定時に電力計を使用してシステム電力を測定することで、電力あたりの性能も測定できます。

また、いずれの方法も、さらに 2 つの測定の種類、「ベース」と「ピーク」に分かれています。これらは、コンパイラ最適化を使用するかどうかという点で異なります。「ベース」値は常に公開されていますが、「ピーク」値はオプションです。

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			標準 (ベース)		電力効率
SPECspeed2017_int_base			アグレッシブ (ピーク)		性能
SPECspeed2017_int_energy_base			標準 (ベース)		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			標準 (ベース)		電力効率
SPECrate2017_int_base			アグレッシブ (ピーク)		性能
SPECrate2017_int_energy_base			標準 (ベース)		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			標準 (ベース)		電力効率
SPECspeed2017_fp_base			アグレッシブ (ピーク)		性能
SPECspeed2017_fp_energy_base			標準 (ベース)		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			標準 (ベース)		電力効率
SPECrate2017_fp_base			アグレッシブ (ピーク)		性能
SPECrate2017_fp_energy_base			標準 (ベース)		電力効率

測定結果は、個々のベンチマークで得られた正規化比の幾何平均です。算術平均と比較して、幾何平均の方が、ひとつの飛び抜けて高い値に左右されない平均値です。「正規化」とは、テストシステムがリファレンスシステムと比較してどの程度高速であるかを測定することです。例えば、リファレンスシステムの SPECspeed2017\_int\_base、SPECrate2017\_int\_base、SPECspeed2017\_fp\_base、および SPECrate2017\_fp\_base の結果が、値「1」と判定されたとします。このとき、SPECspeed2017\_int\_base の値が「2」の場合は、測定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 2 倍の速さで実行したことを意味します。SPECrate2017\_fp\_base の値が「4」の場合は、測定対象システムがリファレンスシステムの約 4 / [ベースコピー数] 倍の速さでこのベンチマークを実行したことを意味します。「ベースコピー数」とは、実行されたベンチマークの並行インスタンスの数です。

弊社では、SPEC の公開用に、SPECcpu2017 のすべての測定値を提出しているわけではありません。そのため、SPEC の Web サイトに公開されていない結果が一部あります。弊社では、すべての測定のログファイルをアーカイブしているので、測定の内容についていつでも証明できます。

## ベンチマーク環境

### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

・ モデル	PRIMERGY RX1330 M4
・ プロセッサ	Intel Celeron G4900 Intel Celeron G4930 Intel Pentium Gold G5400 Intel Pentium Gold G5420 Intel Core i3-8100 Intel Core i3-9100 Intel Xeon Processor E-2100 Product Family Intel Xeon Processor E-2200 Product Family
・ メモリ	16GB (1x16GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC × 4

#### ソフトウェア

・ BIOS 設定	Celeron® G4900: SPECspeed2017_int: <ul style="list-style-type: none"> <li>DCU Streamer Prefetcher = Disabled</li> <li>DDR PowerDown and idle counter = PCODE</li> <li>CState Pre-Wake = Disabled</li> <li>Package C-State Un-demotion = Enabled</li> <li>REFRESH_2X_MODE = 1- Enabled for WARM or HOT</li> </ul> Xeon E-2186G: SPECspeed2017_int: <ul style="list-style-type: none"> <li>DCU Streamer Prefetcher = Disabled</li> <li>DDR PowerDown and idle counter = PCODE</li> <li>CState Pre-Wake = Disabled</li> <li>Package C-State Un-demotion = Enabled</li> <li>REFRESH_2X_MODE = 1- Enabled for WARM or HOT</li> </ul> SPECspeed2017_fp <ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Efficient Turbo = Disabled</li> </ul> SPECCrate2017_int: <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware Prefetcher = Disabled</li> <li>Adjacent Cache Line Prefetch = Disabled</li> <li>VT-d = Disabled</li> <li>Fan Control = Full</li> <li>Race To Halt (RTH) = Disabled</li> <li>DMI Link ASPM Control = L0s</li> <li>REFRESH_2X_MODE = 2- Enabled HOT only</li> </ul> SPECCrate2017_fp <ul style="list-style-type: none"> <li>Hyper-Threading = Disabled</li> <li>Software Guard Extensions (SGX) = Disabled</li> <li>Fan Control = Full</li> <li>Race To Halt (RTH) = Disabled</li> <li>Energy Efficient Turbo = Disabled</li> </ul>
-----------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>DMI Link ASPM Control = Disabled</li> <li>Package C-State Un-demotion = Enabled</li> <li>Native PCIE Enable = Disabled</li> </ul>
• BIOS 設定 (続き)	<p>Xeon E-2288G:</p> <p>SPECspeed2017_int:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adjacent Cache Line Prefetch = Disabled</li> <li>CState Pre-Wake = Disabled</li> <li>DCU Streamer Prefetcher = Disabled</li> <li>DDR PowerDown and idle counter = PCODE</li> <li>Energy Efficient Turbo = Disabled</li> <li>Enhanced C-states = Disabled</li> <li>Intel Virtualization Technology = Disasbled</li> <li>Native ASPM = Disabled</li> <li>Package C-State Un-demotion = Enabled</li> <li>REFRESH_2X_MODE = 1- Enabled for WARM or HOT</li> </ul> <p>SPECspeed2017_fp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Efficient Turbo = Disabled</li> <li>Fan Control = Full</li> <li>Hyper Threading = Disabled</li> <li>SW Gurad Extension (SGX) = Enabled</li> </ul> <p>SPECrate2017_int:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adjacent Cache Line Prefetch = Disabled</li> <li>C states = Disabled</li> <li>Fan Control = Full</li> <li>Hardware Prefetcher = Disabled</li> <li>Intel Virtualization Technology = Disabled</li> <li>Intel Speed Shift Technology = Disabled</li> </ul> <p>SPECrate2017_fp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AES = Disabled</li> <li>DCU Streamer Prefetcher = Dsiabled</li> <li>Fan Control = Full</li> <li>Hyper-Threading = Disabled</li> <li>Package C State Limit = C0</li> </ul>
• オペレーティングシステム	SPECspeed2017: Red Hat Enterprise Linux Server release 7.5 3.10.0-862.el7.x86_64 SPECrate2017:SUSE Linux Enterprise Server 15 4.12.14-23-default
• オペレーティングシステム設定	<p>Stack size set to unlimited using "ulimit -s unlimited"</p> <p>Xeon E-2186G</p> <pre>echo 500000 &gt; /proc/sys/kernel/sched_cfs_bandwidth_slice_us</pre> <p>Xeon E-2288G:</p> <p>SPECrate2017_int、SPECspeed2017_int</p> <p>Nohz_full = 1-15</p> <p>SPECspeed2017_fp</p> <p>sched_min_granularity_ns = 100,000,000</p>

	<pre>sched_wakeup_granularity_ns = 150,000,000 sched_latency_ns = 240,000,000</pre>
• コンパイラー	<p>Xeon E-2186G</p> <p>C/C++: Version 19.0.0.117 of Intel C/C++ Compiler for Linux Fortran: Version 19.0.0.117 of Intel Fortran Compiler for Linux</p>
	<p>Xeon E-2288G</p> <p>C/C++: Version 19.0.5.281 of Intel C/C++ Compiler for Linux Fortran: Version 19.0.5.281 of Intel Fortran Compiler for Linux</p>

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

プロセッサのベンチマーク結果は、主にプロセッサのキャッシュサイズ、ハイパースレッディングのサポート、プロセッサコアの数およびプロセッサ周波数によって異なります。ターボモードを備えたプロセッサの場合、最大プロセッサ周波数はベンチマークによって負荷がかかるコア数に依存します。主に 1 コアのみに負荷がかかるシングルスレッドベンチマークの場合、達成可能な最大プロセッサ周波数はマルチスレッドベンチマークよりも高くなります。

「est.」のついた値は予測値です。

プロセッサ	SPECspeed2017 int_base	SPECspeed2017 int_peak	SPECrate2017 int_base	SPECrate2017 int_peak
<b>2018 年 11 月発表</b>				
Celeron G4900	<b>5.69</b>		8.69 est.	9.33 est.
Pentium Gold G5400	7.06 est.		12.7 est.	13.6 est.
Core i3-8100	7.97 est.		21.9 est.	23.3 est.
Xeon E-2124	9.39 est.		22.7 est.	24 est.
Xeon E-2124G	9.78 est.		23.7 est.	25 est.
Xeon E-2126G	10.1 est.		34.5 est.	36.7 est.
Xeon E-2134	10.0 est.		29.6 est.	31.6 est.
Xeon E-2136	10.3 est.		42.8 est.	45.9 est.
Xeon E-2144G	10.1 est.		29.8 est.	31.8 est.
Xeon E-2146G	10.3 est.		41.4 est.	44.4 est.
Xeon E-2174G	10.4 est.		30.3 est.	32.3 est.
Xeon E-2176G	10.7 est.		42.9 est.	46 est.
Xeon E-2186G	<b>10.7</b>		<b>43.3</b>	<b>46.6</b>
<b>2019 年 11 月発表</b>				
Celeron G4930	5.89 est.	6.1 est.	8.88 est.	9.51 est.
Pentium Gold G5420	7.39 est.	7.57 est.	12.9 est.	13.9 est.
Core i3-9100	9.89 est.	9.88 est.	26.1 est.	27.2 est.
Xeon E-2224	10.9 est.	10.9 est.	28.1 est.	29.1 est.
Xeon E-2224G	11.1 est.	11.1 est.	29.1 est.	30.1 est.
Xeon E-2226G	11.5 est.	11.5 est.	40.7 est.	42.4 est.
Xeon E-2234	11.6 est.	11.6 est.	34.9 est.	36.6 est.
Xeon E-2236	11.8 est.	11.9 est.	45.7 est.	48.1 est.
Xeon E-2244G	11.6 est.	11.6 est.	35.2 est.	36.9 est.
Xeon E-2246G	11.8 est.	11.9 est.	46.3 est.	48.9 est.
Xeon E-2274G	11.7 est.	11.8 est.	34.6 est.	36.4 est.
Xeon E-2276G	12.0 est.	12.0 est.	46.6 est.	49.1 est.
Xeon E-2278G	12.3 est.	12.4 est.	57.7 est.	61.0 est.
Xeon E-2286G	12.1 est.	12.0 est.	47.9 est.	50.5 est.
Xeon E-2288G	<b>12.3</b>	12.4 est.	<b>60.6</b>	63.9 est.



2018 年 11 月 13 日、Xeon E-2186G プロセッサ を搭載した PRIMERGY RX1330 M4 は、SPECspeed2017 int\_base ベンチマークの 1 ソケット Xeon E サーバカテゴリで第 1 位(同順位)を獲得しました。



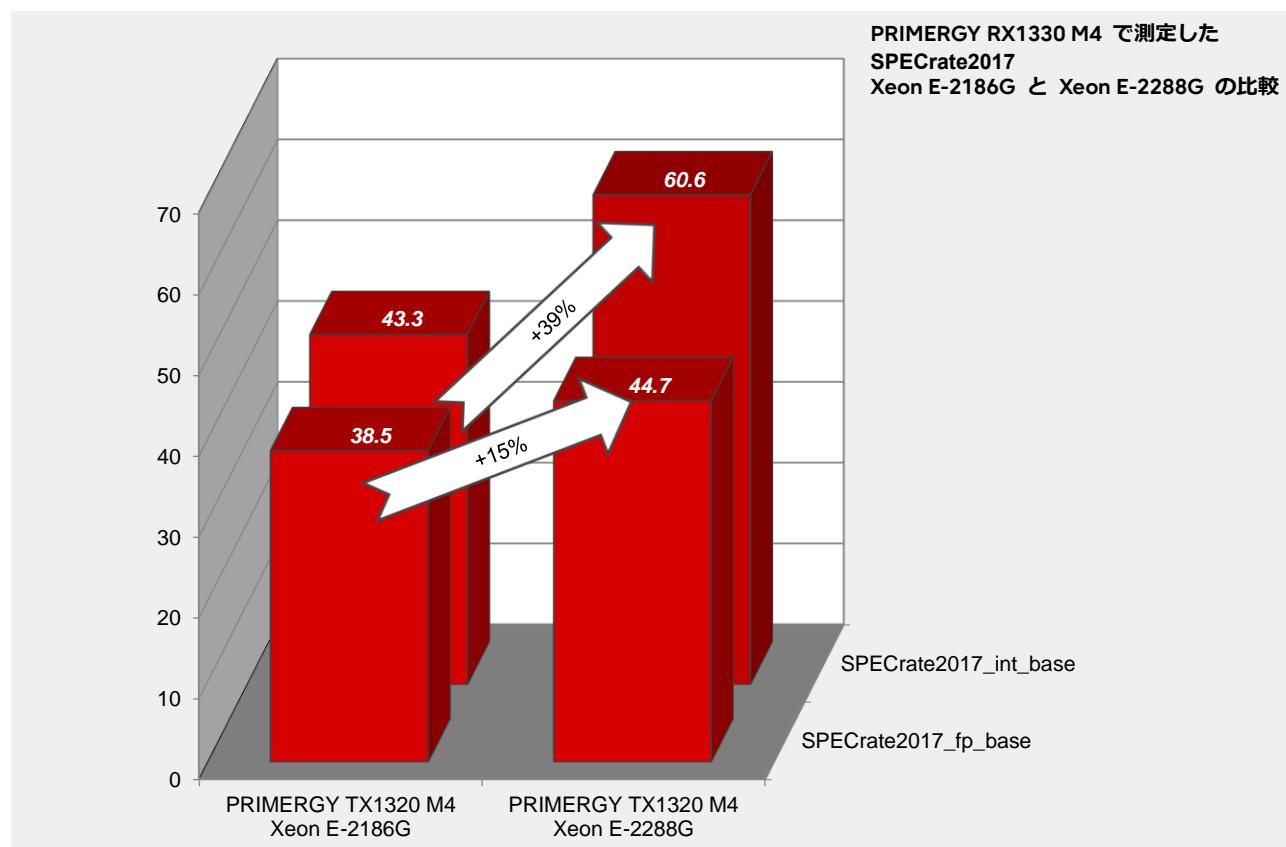
2019 年 11 月 1 日、Xeon E-2288G プロセッサ を搭載した PRIMERGY RX1330 M4 は、SPECspeed2017 int\_base ベンチマークの 1 ソケット Xeon E サーバカテゴリで第 1 位を獲得しました。

プロセッサ	SPECspeed2017 fp_base	SPECspeed2017 fp_peak	SPECrate2017 fp_base	SPECrate2017 fp_peak
<b>2018 年 11 月発表</b>				
Celeron G4900	<b>11.7</b>		11.5 est.	11.7 est.
Pentium Gold G5400	13.5 est.		15.4 est.	15.6 est.
Core i3-8100	23.2 est.		26.4 est.	26.8 est.
Xeon E-2124	26.0 est.		29.5 est.	29.9 est.
Xeon E-2124G	26.6 est.		30.4 est.	30.9 est.
Xeon E-2126G	31.5 est.		37.4 est.	38.0 est.
Xeon E-2134	26.8 est.		30.5 est.	31.0 est.
Xeon E-2136	31.9 est.		38.0 est.	38.6 est.
Xeon E-2144G	26.7 est.		30.7 est.	31.2 est.
Xeon E-2146G	31.7 est.		37.1 est.	37.8 est.
Xeon E-2174G	27.2 est.		31.0 est.	31.5 est.
Xeon E-2176G	32.1 est.		38.2 est.	38.9 est.
Xeon E-2186G	<b>32.1</b>		<b>38.5</b>	<b>39.1</b>
<b>2019 年 11 月発表</b>				
Celeron G4930	11.9 est.	12.1 est.	11.9 est.	12.1 est.
Pentium Gold G5420	13.8 est.	14.1 est.	15.7 est.	16.0 est.
Core i3-9100	24.2 est.	24.8 est.	27.9 est.	28.5 est.
Xeon E-2224	26.6 est.	27.4 est.	30.7 est.	31.4 est.
Xeon E-2224G	27.1 est.	27.8 est.	31.5 est.	32.2 est.
Xeon E-2226G	31.9 est.	32.7 est.	37.6 est.	38.5 est.
Xeon E-2234	27.3 est.	28.0 est.	31.6 est.	32.3 est.
Xeon E-2236	32.0 est.	32.7 est.	37.8 est.	38.7 est.
Xeon E-2244G	27.5 est.	28.2 est.	31.9 est.	32.5 est.
Xeon E-2246G	32.1 est.	32.9 est.	37.9 est.	38.9 est.
Xeon E-2274G	27.2 est.	27.9 est.	31.5 est.	32.1 est.
Xeon E-2276G	32.7 est.	33.5 est.	38.7 est.	39.5 est.
Xeon E-2278G	35.9 est.	36.8 est.	43.2 est.	44.3 est.
Xeon E-2286G	32.9 est.	33.6 est.	39.2 est.	40.0 est.
Xeon E-2288G	<b>36.4</b>	37.3 est.	<b>44.7</b>	45.7 est.

2018 年 11 月 13 日、Xeon E-2186G プロセッサ を搭載した PRIMERGY RX1330 M4 は、SPECspeed2017 fp\_base ベンチマークの 1 ソケット Xeon E サーバ カテゴリで第 1 位(同順位)を獲得しました。



次のグラフは、PRIMERGY RX1330 M4 で測定した SPECrate2017 の Xeon E-2186G と Xeon E-2288G を比較したものです。それぞれ最大のパフォーマンス構成になっています。



# STREAM

## ベンチマークの説明

STREAM は、メモリのスループットを測定するために長年使用されてきた総合的なベンチマークで、John McCalpin 氏がデラウェア大学に教授として在職中に、氏によって開発されました。現在はバージニア大学でサポートされており、ソースコードを Fortran または C のいずれでもダウンロードできます。STREAM は、特に HPC (ハイパフォーマンスコンピューティング) 分野で、重要な役割を担っています。例えば、STREAM は、HPC Challenge ベンチマークスイートの一部として使用されています。

このベンチマークは、PC とサーバシステムの両方で使用できるように設計されています。測定単位は、[GB/s] であり、1 秒あたりにリード/ライト可能なギガバイト数です。

STREAM では、シーケンシャルアクセスでのメモリスループットを測定します。メモリ上のシーケンシャルアクセスは、プロセッサキャッシュが使用されるため、一般にランダムアクセスより高速です。

ベンチマーク実行前に、測定環境に合わせて、STREAM のソースコードを調整します。また、プロセッサキャッシュによる測定結果への影響ができるだけ少なくなるよう、データ領域のサイズは、全プロセッサの最後のレベルのキャッシュの総容量の 12 倍以上にする必要があります。ベンチマーク中にプログラムの一部を並列実行するために、OpenMP プログラムライブラリを使用します。これにより、利用可能なプロセッサコアに対して最適な負荷分散が行われます。

STREAM ベンチマークでは、8 バイトの要素で構成されるデータ領域が、4 つの演算タイプに連続的にコピーされます。COPY 以外の演算タイプでは、算術演算も行われます。

演算タイプ	演算	ステップあたりのバイト数	ステップあたりの浮動小数点演算
COPY	$a(i) = b(i)$	16	0
SCALE	$a(i) = q \times b(i)$	16	1
SUM	$a(i) = b(i) + c(i)$	24	1
TRIAD	$a(i) = b(i) + q \times c(i)$	24	2

スループットは、演算タイプ別に GB/s で表されます。しかし最近のシステムでは、通常、演算タイプによる値の差はほんのわずかです。そのため、一般的に、性能比較には TRIAD の測定値だけが使用されます。

測定結果は、主にメモリモジュールのクロック周波数によって変わります。また、算術演算は、プロセッサによって影響を受けます。

本章では、スループットを 10 のべき乗で表しています。(1 GB/s =  $10^9$  Byte/s)

## ベンチマーク環境

### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

・ モデル	PRIMERGY RX1330 M4
・ プロセッサ	Intel Celeron G4900 Intel Celeron G4930 Intel Pentium Gold G5400 Intel Pentium Gold G5420 Intel Core i3-8100 Intel Core i3-9100 Intel Xeon Processor E-2100 Product Family Intel Xeon Processor E-2200 Product Family
・ メモリ	16 GB (1x16 GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC x 4

#### ソフトウェア

・ BIOS 設定	・ Fan Control = Full
・ オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 (x86_64)
・ オペレーティングシステム 設定	Default
・ コンパイラ	Version 18.0.2.199 of Intel C/C++ Compiler for Linux
・ ベンチマーク	STREAM Version 5.10

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

「est.」のついた値は予測値です。

プロセッサ	メモリ	最大メモリ	コア数	プロセッサ	TRIAD
	周波数 [MHz]	帯域幅 [GB/s]		周波数 [GHz]	[GB/s]

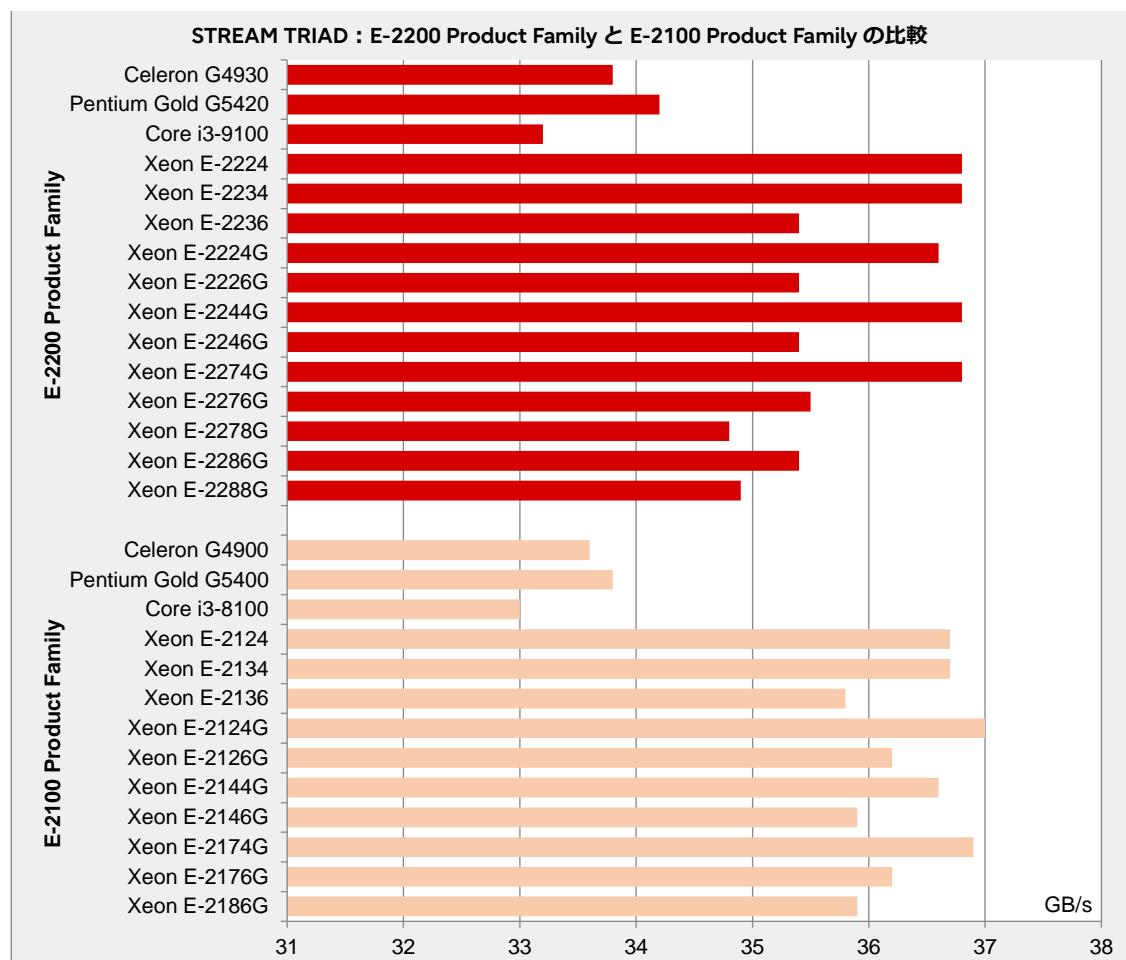
### 2018年11月発表

Celeron G4900	2,400	37.5	2	3.1	33.6	est.
Pentium Gold G5400	2,400	37.5	2	3.7	33.8	est.
Core i3-8100	2,400	37.5	4	3.6	33	est.
Xeon E-2124	2,666	41.6	4	3.3	36.7	est.
Xeon E-2124G	2,666	41.6	4	3.4	37.0	est.
Xeon E-2126G	2,666	41.6	6	3.3	36.2	est.
Xeon E-2134	2,666	41.6	4	3.5	36.7	est.
Xeon E-2136	2,666	41.6	6	3.3	35.8	est.
Xeon E-2144G	2,666	41.6	4	3.6	36.6	est.
Xeon E-2146G	2,666	41.6	6	3.5	35.9	est.
Xeon E-2174G	2,666	41.6	4	3.8	36.9	est.
Xeon E-2176G	2,666	41.6	6	3.7	36.2	est.
Xeon E-2186G	2,666	41.6	6	3.8	35.9	est.

### 2019年11月発表

Celeron G4930	2,400	37.5	2	3.2	33.8	est.
Pentium Gold G5420	2,400	37.5	2	3.8	34.2	est.
Core i3-9100	2,400	37.5	4	3.6	33.2	est.
Xeon E-2224	2,666	41.6	4	3.4	36.8	est.
Xeon E-2224G	2,666	41.6	4	3.5	36.6	est.
Xeon E-2226G	2,666	41.6	6	3.4	35.4	est.
Xeon E-2234	2,666	41.6	4	3.6	36.8	est.
Xeon E-2236	2,666	41.6	6	3.4	35.4	est.
Xeon E-2244G	2,666	41.6	4	3.8	36.8	est.
Xeon E-2246G	2,666	41.6	6	3.6	35.4	est.
Xeon E-2274G	2,666	41.6	4	4.0	36.8	est.
Xeon E-2276G	2,666	41.6	6	3.8	35.5	est.
Xeon E-2278G	2,666	41.6	8	3.4	34.8	est.
Xeon E-2286G	2,666	41.6	6	4.0	35.4	est.
Xeon E-2288G	2,666	41.6	8	3.7	34.9	est.

次のグラフは、PRIMERGY RX1330 M4 で測定した STREAM TRIAD の E-2200 Product Family とその前世代である E-2100 Product Family のスループットを比較したものです。



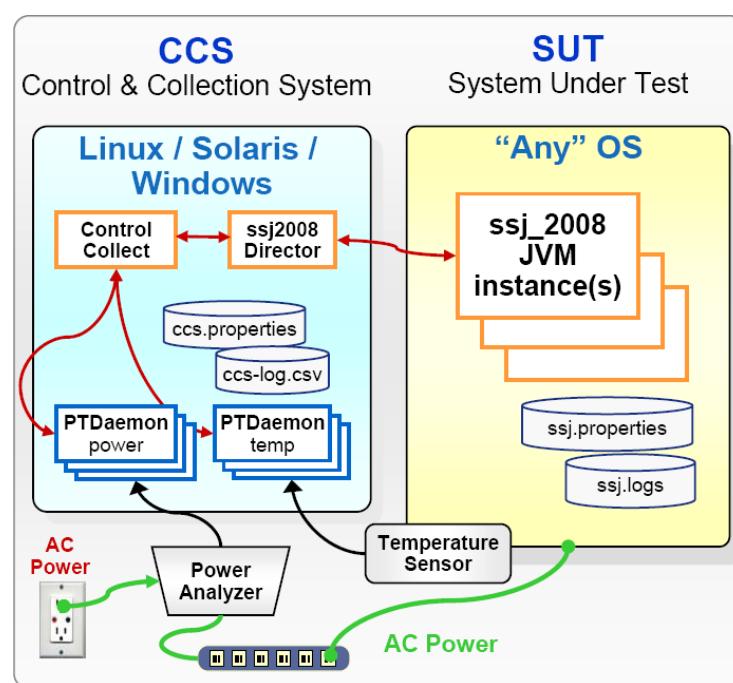
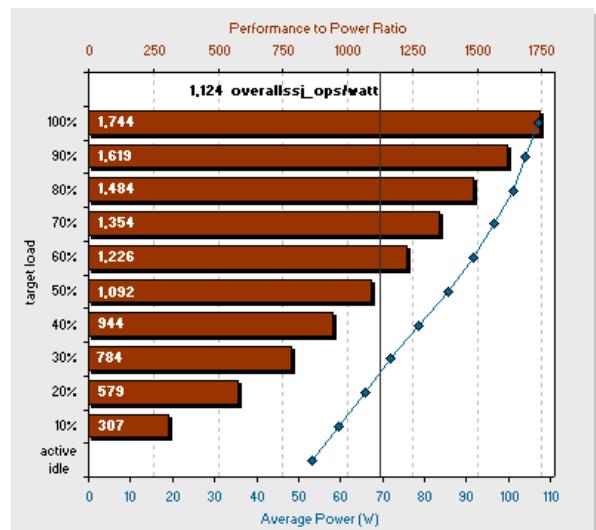
# SPECpower\_ssj2008

## ベンチマークの説明

SPECpower\_ssj2008 は、サーバクラスのコンピュータを対象とした、消費電力とパフォーマンスの特性を評価する業界標準の SPEC ベンチマークです。SPEC は、SPECpower\_ssj2008 をリリースし、パフォーマンスの評価と同じ手法で、サーバの消費電力測定の標準を定義しました。

ベンチマークのワークロードは、典型的なサーバサイド Java ビジネスアプリケーションの負荷をシミュレートします。ワークロードはスケーラブルで、マルチスレッド化されており、さまざまなプラットフォームで利用でき、簡単に実行できます。ベンチマークは、CPU、キャッシュ、SMP(symmetric multiprocessor systems : 対称型マルチプロセッシングシステム)のメモリ階層とスケーラビリティに加え、JVM(java Virtual Machine : Java 仮想マシン)、JIT(Just In Time : ジャストインタイム)コンパイラ、ガーベージコレクション、スレッドなどの実装や、オペレーティングシステムのいくつかの機能をテストします。

SPECpower\_ssj2008 では、100%から「アクティブアイドル」まで 10%区切りで、さまざまなパフォーマンスレベルにおける一定時間の消費電力をレポートします。この段階的なワークロードは、サーバの処理負荷および消費電力が、日や週によって大きく変化することを反映しています。すべてのレベルにおける電力効率指標を計算するには、各パフォーマンスレベル(セグメント)で測定したトランザクションスループットを合計し、各セグメントの平均消費電力の合計で割ります。結果は、overall ssj\_ops/watt という性能指数です。この値から測定対象サーバのエネルギー効率に関する情報が得られます。測定標準が定義されていることにより、SPECpower\_ssj2008 で測定される値を他の設定やサーバと比較することができます。ここで示すグラフは、SPECpower\_ssj2008 の標準的な結果のグラフです。



ベンチマークは、さまざまなオペレーティングシステムおよびハードウェアアーキテクチャーで実行され、大がかりなクライアントやストレージインフラストラクチャーを必要としません。SPEC に準拠したテストで必要な最低限の機材は、ネットワークで接続された 2 台のコンピュータと、電力アナライザと温度センサーが 1 台ずつです。コンピュータの 1 台は、SUT(System Under Test : テスト対象システム)で、サポート対象のオペレーティングシステムと JVM が実行されます。JVM は、Java で実装されている SPECpower\_ssj2008 ワークロードを実行するために必要な環境を提供します。もう 1 台のコンピュータは、CCS(Control & Collection System : 収集および制御システム)で、ベンチマークの動作を制御し、レポートに使用する電力、パフォーマンス、および温度のデータを取得します。この図は、ベンチマーク構成の基本構造とさまざまなコンポーネントの概要を示しています。

## ベンチマーク環境

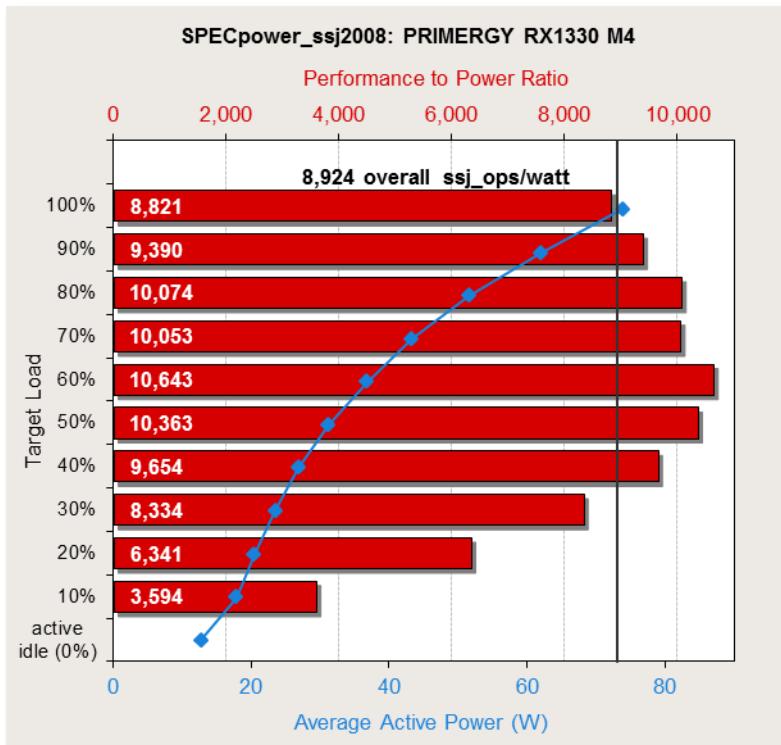
SUT (System Under Test : テスト対象システム)	
<b>ハードウェア</b>	
モデル	PRIMERGY RX1330 M4
プロセッサ	Intel® Xeon® E-2176G
メモリ	8 GB (1x8 GB) 1Rx8 DDR4-2666 U ECC × 2
ネットワークインターフェース	Intel I210 Gigabit Network Connection × 2
ディスクサブシステム	オンボード SATA コントローラー M.2 SSD 240GB, S26361-F5706-E240 × 1
電源ユニット	Standard PSU 300W × 1
<b>ソフトウェア</b>	
BIOS	R1.1.0
BIOS 設定	ASPM Support = Force F0s. Adjacent Cache Line Prefetch = Disabled. Hardware Prefetcher = Disable. DCU Streamer Prefetcher = Disable. Intel Virtualization Technology = Disable. SATA Port 1/2/3/4/5/7 = Disable. Turbo = Disabled. Serial port = Disabled. LAN2 = Disabled. USB Port Control = Enable internal ports only. Software Guard Extensions = Disabled. Network Stack = Disabled.
ファームウェア	1.60c
オペレーティングシステム	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standard
オペレーティングシステム設定	Turn off hard disk after = 1 Minute. Turn off display after = 1 Minute. Minimum processor state = 0%. Maximum processor state = 100%. Using the local security settings console, "lock pages in memory" was enabled for the user running the benchmark. Benchmark was started via Windows Remote Desktop Connection. SPECpower_ssj.props input.load_level.number_warehouses set to 12.
JVM	Oracle Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM 18.9(build 11+28, mixed mode) , version 11
JVM 設定	-server -Xmn10500m -Xms12000m -Xmx12000m -XX:SurvivorRatio=1 -XX:TargetSurvivorRatio=99 -XX:AllocatePrefetchDistance=256 -XX:AllocatePrefetchLines=4 -XX:ParallelGCThreads=2 -XX:InlineSmallCode=3900 -XX:MaxInlineSize=270 -XX:FreqInlineSize=2500 -XX:+UseLargePages -XX:+UseParallelOldGC -XX:AllocatePrefetchInstr=0 -XX:MinJumpTableSize=18 -XX:UseAVX=0 -XX:TenuredGenerationSizeSupplement=40 -XX:-UseFastStosb

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

PRIMERGY RX1330 M4 で次の結果が得されました。

**SPECpower\_ssj2008 = 8,924 overall ssj\_ops/watt**



左のグラフは、上記の測定結果を示しています。赤い横棒は、グラフの y 軸で示された各目標負荷レベルに対する電力性能比（単位 : ssj\_ops/watt、x 軸の上目盛）を表しています。青い線は、小さなダイヤで示された各目標負荷レベルにおける平均消費電力（x 軸の下目盛）が描く曲線を表しています。黒い縦線は、PRIMERGY RX1330 M4 の出したベンチマーク結果である、8,924 overall ssj\_ops/watt を表しています。これは、各負荷レベルでのトランザクションスループットの合計を各測定での平均消費電力の合計で割ったものです。

次の表は、各負荷レベルにおけるスループット（単位 : ssj\_ops）、平均消費電力（単位 : W）、およびエネルギー効率の詳細を表しています。

パフォーマンス		電力	エネルギー効率
目標負荷	ssj_ops	平均消費電力 (W)	ssj_ops/watt
100%	651,586	73.9	8,821
90%	582,666	62.1	9,390
80%	519,605	51.6	10,074
70%	455,039	43.3	10,053
60%	391,263	36.8	10,643
50%	322,940	31.2	10,363
40%	259,677	26.9	9,654
30%	195,508	23.5	8,334
20%	130,148	20.5	6,341
10%	64,423	17.9	3,594
アクティブアイドル	0	12.8	0
			$\Sigma ssj\_ops / \Sigma power = 8,924$

## 使用 OS、JVM バージョンによるスコアの違いについて

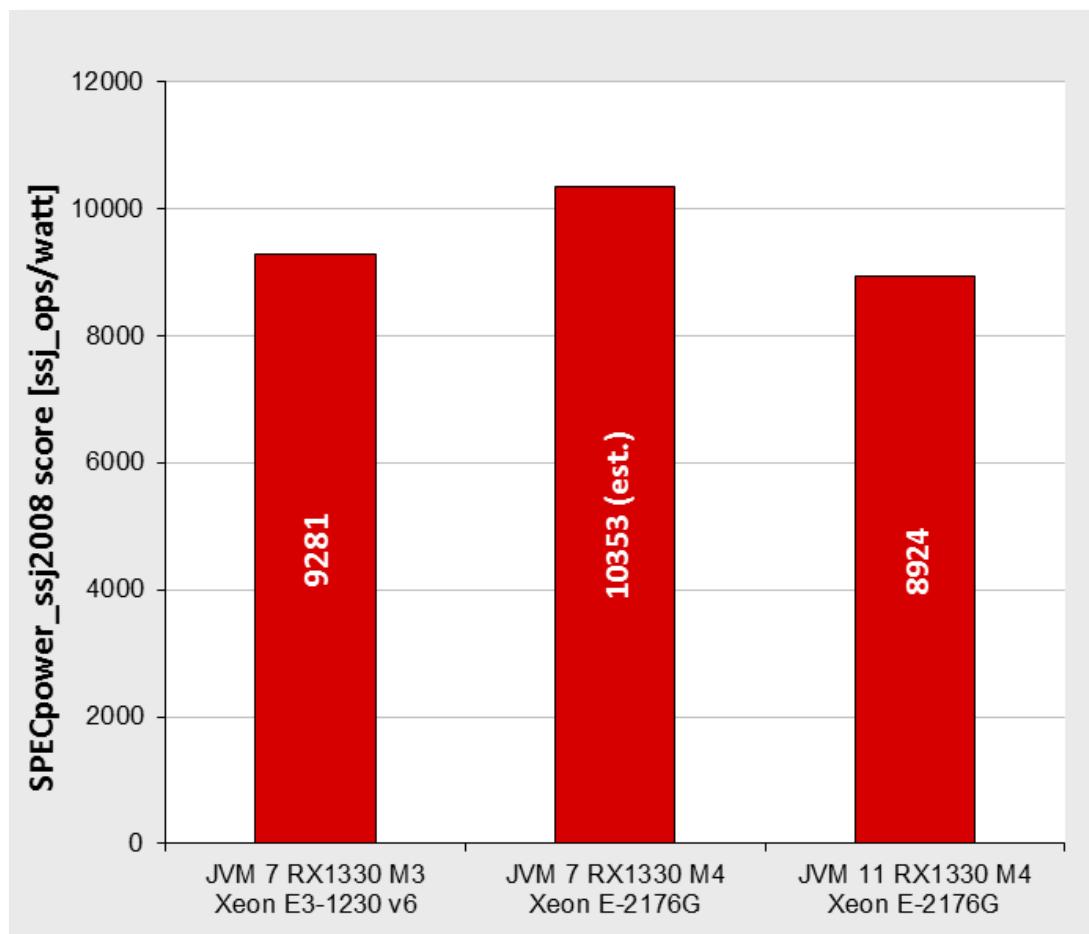
SPECpower\_ssj2008 のスコアは使用 OS によって 10%程度の違いが出ることが分かっています。これは OS それ自体の性能影響に加え、OS によって SPECpower\_ssj2008 の測定に使用可能な JVM バージョンが異なることが理由です。現在、富士通や他のベンダーの投稿結果に使われている OS と JVM の組み合わせとして、Windows Server2012 R2&JVM7, Windows Server2016&JVM11, Linux&JVM7 があります。

適切な OS 設定や JVM オプションの下ではスコアは  $\text{Linux\&JVM7} \geq \text{Windows Server2012 R2\&JVM7} > \text{Windows Server2016\&JVM11}$  となることが分かっています。

Linux&JVM7 と Windows Server2012 R2&JVM7 の差はほぼありませんが、Windows Server2016&JVM11 の組み合わせは上記 2 つの組み合わせに比べ約 10%スコアが低くなります。

SPECpower\_ssj2008 のルール上、比較的新しい OS である Windows Server2016 では JVM7 の使用は許可されておらず、新しい JVM を使用する必要があります。JVM11 では JVM7 に含まれている alt-rt.jar というコレクション型のハッシュマップ高速化に関わるモジュールが削除されており、これが原因で JVM11 では SPECpower\_ssj2008 のスコアが低くなります。

このため JVM 11 で測定した PRIMERGY RX1330 M4 のスコアは JVM 7 で測定された RX1330 M3 のスコアよりも低くなります。しかしこれは PRIMERGY RX1330 M4 が旧世代の RX1330 M3 よりも電力効率で劣っているというわけではありません。富士通が行った検証の結果、同一の JVM バージョンでスコアを比較した場合、PRIMERGY RX1330 M4 の SPECpower\_ssj2008 スコアは RX1330 M3 のスコアよりも高くなることが分かっています。



# SPECjbb2015

## ベンチマークの説明

SPECjbb2015 は、SPECjbb2000、SPECjbb2005、SPECjbb2013 から続く一連の Java ベンチマークの最新版です。“jbb” は、Java Business Benchmark (Java 業務アプリケーションベンチマーク) を表します。SPECjbb2015 は、Java ビジネスアプリケーション環境の性能とスケーラビリティを評価します。

SPECjbb2015 は、世界規模のスーパー・マーケット企業の IT インフラストラクチャーでの業務活動をモデル化したベンチマークです。企業には、複数のスーパー・マーケットの店舗とこれらを統括するヘッドクォーター、スーパー・マーケットに在庫を補充するサプライヤーが存在し、顧客や企業内部からの要求に基づいて、以下の処理が行われます。

- スーパー・マーケットでの POS (販売時点情報管理) 処理、オンラインでの購入処理
- クーポンや割引の発行と管理、顧客の支払い情報管理
- 領収書、請求書、および、顧客データベースの管理
- 在庫補充のためのサプライヤーとの対話
- 販売パターンの特定や四半期の業務報告書作成のためのデータマイニング

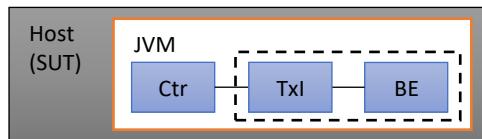
SPECjbb2015 のパフォーマンスの評価指標は、2つあります。

- max-jOPS: これは、評価対象システムがベンチマークの制約を満たしつつ達成できる最大のトランザクション速度です。すなわち、システムの最大処理スループットをみる指標です。
- critical-jOPS: これは、10、25、50、75、100 ミリ秒の応答時間を満たしつつ達成できるトランザクション速度の幾何平均です。すなわち、応答時間の制約がある場合でのシステムの最大処理スループットをみる指標となります。

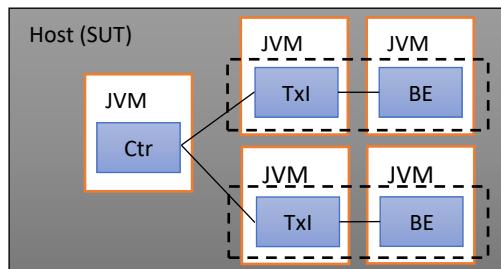
SPECjbb2015 は、業務ロジックとデータが存在するバックエンド (BE)、トランザクション要求を発行するトランザクションインジェクター (TxI)、それらを制御するコントローラー (Ctr) の3つのコンポーネントからなり、その配置構成により、以下の3つにカテゴリに分かれています。

- SPECjbb2015 Composite  
全てのコンポーネントは、1つのホスト上の1つのJVM上で動作します。
- SPECjbb2015 MultiJVM  
全てのコンポーネントは、1つのホスト上に存在しますが、それぞれ別のJVM上で動作します。
- SPECjbb2015 Distributed  
バックエンドは、他のコンポーネントから独立したホスト上に存在します。バックエンドと他のコンポーネントとの間は、ネットワークで接続されます。

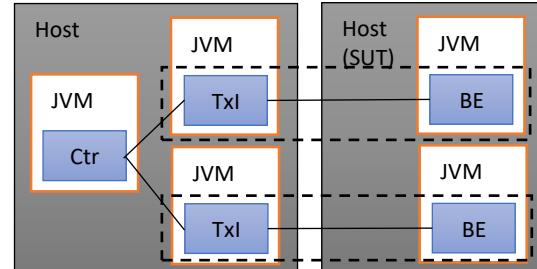
異なるカテゴリ間での評価指標は比較できません。



(a) SPECjbb2015 Composite の構成



(b) SPECjbb2015 MultiJVM の構成例



(c) SPECjbb2015 Distributed の構成例

SPECjbb2015 の測定結果には、Java 実行環境 (JRE) だけではなく、オペレーティングシステム、および、その下にあるハードウェアの性能が反映されます。JRE 部分は、Java 仮想マシン (JVM)、JIT (ジャストインタイム) コンパイル、ガーベージコレクション、ユーザースレッドなどのパフォーマンスが、ハードウェアについては、プロセッサ、メモリ、そしてネットワークのパフォーマンスが性能値に影響します。SPECjbb2015 では、ディスク入出力のパフォーマンスは対象となりません。

ベンチマークの詳細な仕様は、<https://www.spec.org/jbb2015/> を参照してください。

## ベンチマーク環境

PRIMERGY RX1330 M4 での SPECjbb2015 測定は、Multi-JVM 構成で実施されました。

### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX1330 M4
プロセッサ	Intel Xeon E-2186G
メモリ	16 GB (1x16 GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC × 4
ネットワークインターフェース	1 Gbit/s LAN
ディスクサブシステム	240GB M.2 SSD × 1

#### ソフトウェア

#### 測定結果 (1) 用

BIOS 設定	VT-d set to Disabled
オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 4.12.14-23-default
オペレーティングシステム設定	cpupower -c all frequency-set -g performance echo 0 > /proc/sys/kernel/numa_balancing echo 16000000 > /proc/sys/kernel/sched_latency_ns echo 500000 > /proc/sys/kernel/sched_cfs_bandwidth_slice_us echo 1500 > /proc/sys/vm/dirty_writeback_centisecs
JVM	Oracle Java SE 10.0.2
JVM 設定 コントローラー(Ctr)	-server -Xms2g -Xmx2g -Xmn1536m --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseLargePages -XX:LargePageSizelnBytes=2m -XX:+UseParallelOldGC
JVM 設定 バックエンド(BE)	-showversion -server -Xmx28g -Xms28g -Xmn27g --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseParallelOldGC -XX:ParallelGCThreads=12 -XX:+AggressiveOpts - XX:+AlwaysPreTouch -XX:-UseAdaptiveSizePolicy -XX:SurvivorRatio=23 - XX:MaxTenuringThreshold=15 -XX:InlineSmallCode=10k -verbose:gc -XX:TargetSurvivorRatio=90 -XX:+UseRTMDeopt -XX:MaxGCPauseMillis=300
JVM 設定 トランザクションインジェクター(Txi)	-server -Xms2g -Xmx2g -Xmn1536m --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseLargePages -XX:LargePageSizelnBytes=2m -XX:+UseParallelOldGC
SPECjbb2015 設定	specjbb.group.count = 1 specjbb.txi.pergroup.count = 1

#### 測定結果 (2) 用

BIOS 設定	VT-d set to Disabled
オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 4.12.14-23-default
オペレーティングシステム設定	cpupower -c all frequency-set -g performance echo 0 > /proc/sys/kernel/numa_balancing echo 16000000 > /proc/sys/kernel/sched_latency_ns echo 500000 > /proc/sys/kernel/sched_cfs_bandwidth_slice_us echo 1500 > /proc/sys/vm/dirty_writeback_centisecs
JVM	Oracle Java SE 10.0.2
JVM 設定 コントローラー(Ctr)	-server -Xms2g -Xmx2g -Xmn1536m --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseLargePages -XX:LargePageSizelnBytes=2m -XX:+UseParallelOldGC
JVM 設定 バックエンド(BE)	-showversion -server -Xmx28g -Xms28g -Xmn27g --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseParallelOldGC -XX:ParallelGCThreads=12 -XX:+AggressiveOpts - XX:+AlwaysPreTouch -XX:-UseAdaptiveSizePolicy -XX:SurvivorRatio=23 -

	XX:MaxTenuringThreshold=15 -XX:InlineSmallCode=10k -verbose:gc -XX:TargetSurvivorRatio=90 -XX:+UseRTMDeopt -XX:MaxGCPauseMillis=300
JVM 設定 トランザクション インジェクター(Txi)	-server -Xms2g -Xmx2g -Xmn1536m --add-modules=java.xml.bind -XX:+UseLargePages -XX:LargePageSizeInBytes=2m -XX:+UseParallelOldGC
SPECjbb2015 設定	specjbb.group.count = 1 specjbb.txi.pergroup.count = 1

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

### SPECjbb2015 MultiJVM の測定結果 (1) (2018 年 11 月 6 日)

26,012 SPECjbb2015-MultiJVM max-jOPS

9,513 SPECjbb2015-MultiJVM critical-jOPS



2018 年 11 月 6 日、Xeon E-2186G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 は、SPECjbb2015 ベンチマークで 26,012 SPECjbb2015-MultiJVM max-jOPS の性能値を達成し、SPECjbb2015 Multi-JVM カテゴリでの 1 ソケット Xeon E サーバ SPECjbb2015-MultiJVM max-jOPS 性能で第 1 位を獲得しました。

### SPECjbb2015 MultiJVM の測定結果 (2) (2018 年 11 月 8 日)

25,155 SPECjbb2015-MultiJVM max-jOPS

9,535 SPECjbb2015-MultiJVM critical-jOPS



2018 年 11 月 8 日、Xeon E-2186G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 は、SPECjbb2015 ベンチマークで 9,535 SPECjbb2015-MultiJVM critical-jOPS の性能値を達成し、SPECjbb2015 Multi-JVM カテゴリでの 1 ソケット Xeon E サーバ SPECjbb2015-MultiJVM critical-jOPS 性能で第 1 位を獲得しました。

SPECjbb2015 ベンチマークの最新の結果は、<https://www.spec.org/jbb2015/results/> を参照してください。

# ディスク I/O : ストレージ媒体のパフォーマンス

## ベンチマークの説明

PRIMERGY サーバのディスクサブシステムのパフォーマンス測定は、実際のアプリケーションシナリオでのアクセスをモデル化した仕様に基づいて実施しています。  
仕様化されている項目は次のとおりです。

- ランダムアクセス/シーケンシャルアクセスの比率
- リードアクセス/ライトアクセスの比率
- ブロックサイズ (kiB)
- キューデブス (一度に発行する I/O 要求数)

仕様化された値の組み合わせを「負荷プロファイル」と呼びます。次の 5 つの標準負荷プロファイルは、典型的なアプリケーションシナリオに相当します。

標準負荷プロファイル	アクセス	アクセスの種類		ブロック サイズ[kiB]	アプリケーション
		リード	ライト		
ファイルコピー	ランダム	50 %	50 %	64	ファイルのコピー
ファイルサーバ	ランダム	67 %	33 %	64	ファイルサーバ
データベース	ランダム	67 %	33 %	8	データベース (データ転送) メールサーバ
ストリーミング	シーケンシャル	100 %	0 %	64	データベース (ログファイル)、 データバックアップ、 ビデオストリーミング (一部)
リストア	シーケンシャル	0 %	100 %	64	ファイルのリストア

異なる負荷密度で同時にアクセスするアプリケーションをモデル化するため、キューデブス (一度に発行する I/O 要求数) を 1 から 512 まで増やしていきます (2 の累乗で計算していきます)。

本書の測定は、これらの標準負荷プロファイルで行いました。

主な測定項目は次のとおりです。

- スループット [MiB/s] 1 秒あたりのデータ転送量 (メガバイト単位)
- トランザクション [I/O/s] 1 秒あたりの I/O 処理数
- レイテンシー [ms] 平均応答時間 (ミリ秒単位)

通常、シーケンシャルな負荷プロファイルでは「データスループット」が使用され、小規模なブロックサイズを使用するランダムな負荷プロファイルでは「トランザクションレート」が使用されます。スループットとトランザクションは互いに正比例の関係にあるので、次の計算式で相互に算出できます。

データスループット [MiB/s]	= トランザクションレート [I/O/s] × ブロックサイズ [MiB]
トランザクションレート [I/O/s]	= データスループット [MiB/s] / ブロックサイズ [MiB]

本項では、ハードストレージ媒体の容量を示す場合は 10 のべき乗 (1 TB =  $10^{12}$  バイト)、その他の容量やファイルサイズ、ブロックサイズ、スループットを示す場合は 2 のべき乗 ( $1 \text{ MiB/s} = 2^{20}$  バイト/s) で表記しています。

測定方法とディスク I/O パフォーマンスの基本については、ホワイトペーパー『[ディスク I/O パフォーマンスの基本](#)』を参照してください。

## ベンチマーク環境

本セクションで示すすべての測定結果は、次のハードウェアとソフトウェアのコンポーネントを使用して得られた結果です。

### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

##### 3.5 インチモデル

接続コントローラ: PRAID CP400i × 1

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
HDD	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512e]	AL15SEB18EQ *2 *3
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512n]	AL15SEB030N *2 *3
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 15k rpm) [512n]	ST300MP0006 *1 *3
	NL-SAS HDD (SAS 12Gbps, 7.2k rpm) [512e]	HUH721212AL5204 *2 *3
	NL-SAS HDD (SAS 12Gbps, 7.2k rpm) [512n]	ST2000NM0045 *1 *3
	BC-SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512e]	ST6000NM0115 *1 *3
	BC-SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512n]	HUH721212ALE604 *2 *3
	SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512e]	HUST22T1TALA604 *2 *3
	SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512e]	ST2000NM0055 *1 *3
SSD	SATA SSD (SATA 6Gbps, Mixed Use)	ST1000DM003-1SB *1 *3
		MZ7KH240HAHQ *2 *3
		MZ7KH480HAHQ *2 *3
		MZ7KH960HAJR *2 *3
		MZ7KH1T9HAJR *2 *3
		MZ7KH3T8HALS *2 *3
	SATA SSD (SATA 6Gbps, Read Intensive)	MTFDDAK240TCB *2 *3
		MTFDDAK480TDC *2 *3
		MTFDDAK960TDC *2 *3
		MTFDDAK1T9TDC *2 *3
		MTFDDAK3T8TDC *2 *3
		MTFDDAK7T6TDC *2 *3

接続コントローラ: Intel(R) C620 Standard SATA AHCI controller

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
SSD	M.2 Flash モジュール	MTFDDAV240TCB *2 *4
		MTFDDAV480TCB *2 *4

## 2.5 インチモデル

接続コントローラ: PRAID CP400i × 1

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
HDD	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512e]	AL15SEB12EQ *2 *3
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512n]	AL15SEB030N *2 *3
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 15k rpm) [512n]	ST300MP0006 *1 *3
	BC-SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512e]	ST1000NX0313 *1 *3
	BC-SATA HDD (SATA 6Gbps, 7.2k rpm) [512n]	ST2000NX0403 *1 *3
SSD	SATA SSD (SATA 6Gbps, Mixed Use)	MZ7KH240HAHQ *2 *3 MZ7KH480HAHQ *2 *3 MZ7KH960HAJR *2 *3 MZ7KH1T9HAJR *2 *3 MZ7KH3T8HALS *2 *3
	SATA SSD (SATA 6Gbps, Read Intensive)	MTFDDAK240TCB *2 *3 MTFDDAK480TDC *2 *3 MTFDDAK960TDC *2 *3 MTFDDAK1T9TDC *2 *3 MTFDDAK3T8TDC *2 *3 MTFDDAK7T6TDC *2 *3

接続コントローラ: Intel(R) C620 Standard SATA AHCI controller

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
SSD	M.2 Flash モジュール	MTFDDAV240TCB *2 *4 MTFDDAV480TCB *2 *4

\*1 )オペレーティングシステム Microsoft Windows Server 2012 Standard R2 を使用。

\*2 )オペレーティングシステム Microsoft Windows Server 2016 Standard を使用。

\*3 )測定領域タイプ 1 で測定。

\*4 )測定領域タイプ 2 で測定。

## ソフトウェア

オペレーティングシステム	Microsoft Windows Server 2012 Standard R2 Microsoft Windows Server 2016 Standard	
ベンチマークバージョン	3.0	
RAID タイプ	1 台のハードディスクで構成されるタイプ RAID 0 の論理ドライブ	
ストライプサイズ	コントローラのデフォルト (ここでは 64 KiB)	
測定ツール	Iometer 1.1.0	
測定領域	タイプ 1	RAW ファイルシステムを使用。使用可能な LBA 領域の最初の 10 %はシークンシャルアクセスで使用。続く 25 %はランダムアクセスで使用。
	タイプ 2	NTFS ファイルシステムを使用。対象ドライブの先頭に 32GiB の領域を確保しシークンシャルアクセス、ランダムアクセスで使用。
Iometer worker の総数	1	
Iometer アクセスの調整	4096 バイトの整数倍に調整	

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

ここに示す結果は、ディスク I/O パフォーマンスの観点から、ストレージ媒体モデルを選択する際の参考として利用いただくことを目的としたものです。この目的のため、1 台のストレージ媒体を対象に、サブセクション「[ベンチマーク環境](#)」で指定された構成で測定を実施しました。

## 接続コントローラ

測定には下表のコントローラを使用しました。

ストレージ媒体	コントローラ名	キャッシュ	対応インターフェース		RAID レベル
			ホスト	ドライブ	
SSD/HDD	PRAID CP400i	-	PCIe 3.0 x8	SATA 6G SAS 12G	0, 1, 1E, 10, 5, 50
M.2 Flash	C620 Standard SATA AHCI controller	-	DMI 3.0 x4	SATA 6G	-

## ストレージ媒体

ストレージ媒体のタイプと数を選択する際、ストレージ容量、パフォーマンス、セキュリティ、価格のいずれを重視するかはお客様の判断となります。PRIMERGY サーバでは、次のタイプの HDD および SSD ストレージ媒体を使用できます。

モデルタイプ	ストレージ媒体タイプ	インターフェース	フォームファクタ
3.5 インチモデル	HDD	SAS 12G	3.5 インチ、または、2.5 インチ <sup>1)</sup>
		SATA 6G	3.5 インチ
	SSD	SATA 6G	2.5 インチ <sup>1)</sup> 、または、M.2
2.5 インチモデル	HDD	SAS 12G	2.5 インチ
		SATA 6G	2.5 インチ
	SSD	SAS 12G	2.5 インチ
		SATA 6G	2.5 インチ、または、M.2

1) 3.5 インチケージに取り付けて使用できます。

HDD および SSD はホストバスアダプタ（通常 RAID コントローラ）を通じて動作し、SATA または SAS インターフェースが搭載されています。システムボードのチップセットに対する RAID コントローラのインターフェースは、通常 PCIe か、または統合型オンボードコントローラの場合はシステムボードの内部バスインターフェースです。

あらゆるストレージ媒体タイプの中で、SSD はランダム負荷プロファイルのトランザクションレートが飛び抜けて高く、最短のアクセス時間を誇っています。しかし、ギガバイトあたりのストレージ容量のコストは非常に高価です。

## キャッシュ設定

多くの場合、HDD のキャッシュは、ディスク I/O のパフォーマンスに大きな影響を及ぼします。キャッシュは、電源障害時のセキュリティ上の問題になると見なされて、しばしば無効に設定されています。しかし、ハードディスクメーカーは、ライトパフォーマンスを向上させるためにこの機能を組み込んでいます。パフォーマンスの観点では、ディスクキャッシュを使用することをお勧めします。電源障害時のデータの損失を防止するため、システムに UPS を装備することをお勧めします。

RAID コントローラとハードディスクの設定を簡単かつ確実に行うため、PRIMERGY サーバ向けに提供されている RAID-Manager ソフトウェア「ServerView RAID」の使用を推奨します。あらかじめ定義されている「Performance」モードまたは「Data Protection」モードを使用すると、コントローラとハードディスクのキャッシュ設定を特定の用途に合わせて一括設定できます。「Performance」モードでは、ほとんどのアプリケーションシナリオに対応した最高のパフォーマンス設定を行えます。

## 性能値

次の表にパフォーマンス値を示します。各ケースでは 1 台のストレージ媒体を使用し、さまざまな評価タイプとブロックサイズ別に測定を実行しています。サブセクション「[ベンチマークの説明](#)」すでに説明した測定方法を使用しています。つまり、ランダムアクセスではトランザクションレートを、シーケンシャルアクセスではデータスループットを使用しています。

表の各セルは、達成可能な最大値を示しています。つまり、各値はすべての負荷強度範囲（処理待ち I/O の数）に対して達成可能な最大値ということです。また、数値を視覚的に把握できるように、表の各セルの数値を横棒で表しました。横棒の長さが数値の大きさに比例し、その色は長さの比率が同じであることを示しています。つまり、同じ色のセル同士で視覚的に比較できることになります。各セルの横棒は達成可能な最大性能値を表しているので、左から右へと色が薄くなっています。棒の右端で色が薄くなっているのは、その値が最大値であり、最適な前提条件を満たした場合のみ達成できることを意味しています。左に向かって色が濃くなっているのは、対応する値を実際に実現できる可能性が高くなっていることを意味しています。

## ストレージ媒体の性能

### 3.5 インチモデル

#### HDDs

容量 [GB]	ストレージデバイス	インターフェース	トランザクション [IO/s]			スループット [MiB/s]	
			データベース	ファイルサーバ	ファイルコピー	ストリーミング	リストア
1,800	AL15SEB18EQ	SAS 12G	600	512	547	258	255
300	AL15SEB030N	SAS 12G	645	546	568	231	230
300	ST300MP0006	SAS 12G	768	662	472	304	304
12,000	HUH721212AL5204	SAS 12G	396	339	364	245	244
2,000	ST2000NM0045	SAS 12G	376	336	343	206	206
6,000	ST6000NM0115	SATA 6G	392	362	371	213	208
12,000	HUH721212ALE604	SATA 6G	350	313	341	246	246
1,000	HUS722T1TALA604	SATA 6G	287	264	269	201	201
2,000	ST2000NM0055	SATA 6G	339	301	314	196	195
1,000	ST1000DM003-1SB	SATA 6G	222	210	204	208	203

#### SSDs

容量 [GB]	ストレージデバイス	インターフェース	トランザクション [IO/s]			スループット [MiB/s]	
			データベース	ファイルサーバ	ファイルコピー	ストリーミング	リストア
240	MZ7KH240HAHQ	SATA 6G	49,159	7,313	7,431	526	486
480	MZ7KH480HAHQ	SATA 6G	50,558	7,774	7,810	526	485
960	MZ7KH960HAJR	SATA 6G	50,647	7,793	7,916	525	485
1,920	MZ7KH1T9HAJR	SATA 6G	50,702	8,040	7,960	526	485
3,840	MZ7KH3T8HALS	SATA 6G	50,766	8,039	7,936	526	485
240	MTFDDAK240TCB	SATA 6G	18,959	3,367	4,516	487	258
480	MTFDDAK480TDC	SATA 6G	24,710	3,799	5,006	507	362
960	MTFDDAK960TDC	SATA 6G	30,152	4,625	5,553	507	440
1,920	MTFDDAK1T9TDC	SATA 6G	37,234	5,606	5,566	507	483
3,840	MTFDDAK3T8TDC	SATA 6G	41,711	6,429	6,133	504	481
7,680	MTFDDAK7T6TDC	SATA 6G	40,683	6,874	6,672	469	482
240	MTFDDAV240TCB	SATA 6G	20,113	3,936	5,021	510	271
480	MTFDDAV480TCB	SATA 6G	22,596	4,993	6,331	509	403

## 2.5 インチモデル

### HDDs

容量 [GB]	ストレージデバイス	интер- フェース	トランザクション [IO/s]			スループット [MiB/s]	
			データベース	ファイルサーバ	ファイルコピー	ストリーミング	リストア
1,200	AL15SEB12EQ	SAS 12G	594	520	546	260	259
300	AL15SEB030N	SAS 12G	645	546	568	231	230
300	ST300MP0006	SAS 12G	768	662	472	304	304
1,000	ST1000NX0313	SATA 6G	324	281	288	131	131
2,000	ST2000NX0403	SATA 6G	326	286	294	133	133

### SSDs

容量 [GB]	ストレージデバイス	интер- フェース	トランザクション [IO/s]			スループット [MiB/s]	
			データベース	ファイルサーバ	ファイルコピー	ストリーミング	リストア
240	MZ7KH240HAHQ	SATA 6G	49,159	7,313	7,431	526	486
480	MZ7KH480HAHQ	SATA 6G	50,558	7,774	7,810	526	485
960	MZ7KH960HAJR	SATA 6G	50,647	7,793	7,916	525	485
1,920	MZ7KH1T9HAJR	SATA 6G	50,702	8,040	7,960	526	485
3,840	MZ7KH3T8HALS	SATA 6G	50,766	8,039	7,936	526	485
240	MTFDDAK240TCB	SATA 6G	18,959	3,367	4,516	487	258
480	MTFDDAK480TDC	SATA 6G	24,710	3,799	5,006	507	362
960	MTFDDAK960TDC	SATA 6G	30,152	4,625	5,553	507	440
1,920	MTFDDAK1T9TDC	SATA 6G	37,234	5,606	5,566	507	483
3,840	MTFDDAK3T8TDC	SATA 6G	41,711	6,429	6,133	504	481
7,680	MTFDDAK7T6TDC	SATA 6G	40,683	6,874	6,672	469	482
240	MTFDDAV240TCB	SATA 6G	20,113	3,936	5,021	510	271
480	MTFDDAV480TCB	SATA 6G	22,596	4,993	6,331	509	403

## OLTP-2

### ベンチマークの説明

OLTP とは、Online Transaction Processing（オンライントランザクション処理）の略です。OLTP-2 ベンチマークは、データベースソリューションの標準的なアプリケーションシナリオを基にしています。OLTP-2 では、データベースアクセスがシミュレートされ、1 秒あたりに実行されるトランザクションの数 (tps) が測定されます。

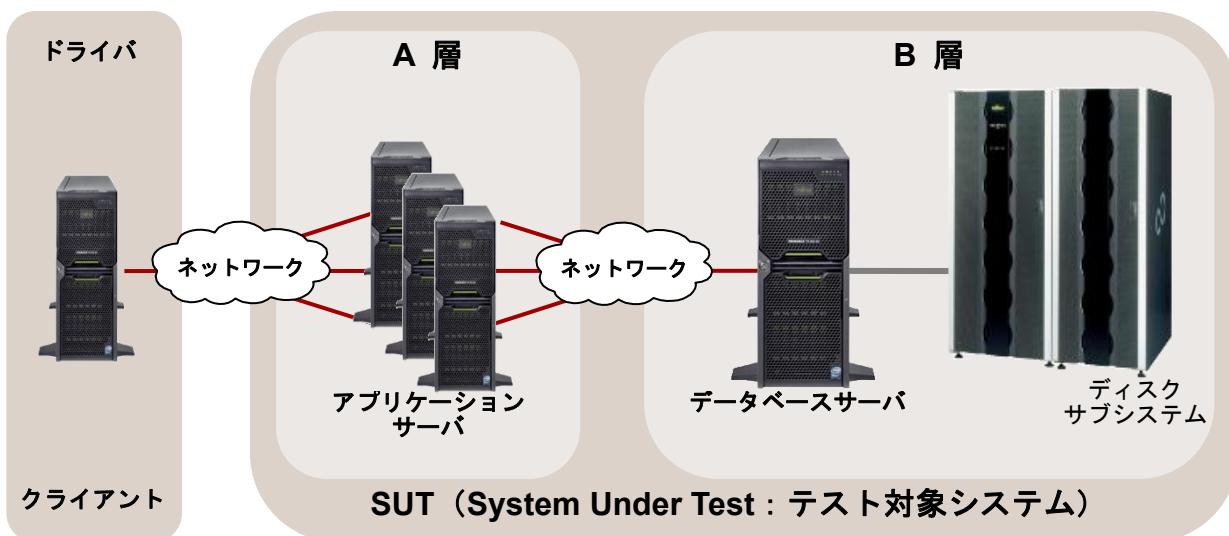
独立した機関によって標準化され、その規則を順守して測定しているかを監視される SPECint や TPC-E のようなベンチマークとは異なり、OLTP-2 は、富士通が開発した固有のベンチマークです。OLTP-2 は、データベースのベンチマークとしてよく知られている TPC-E を基に開発されました。そして、CPU やメモリの構成に応じてシステムがスケーラブルな性能を示すことを実証するために、さまざまな構成で測定できるように設計されています。

OLTP-2 と TPC-E の 2 つのベンチマークが同じ負荷プロファイルを使用して同様のアプリケーションのシナリオをシミュレートしても、この 2 つのベンチマークは異なる方法でユーザーの負荷をシミュレートするため、結果を比較したり同等のものとして扱うことはできません。通常、OLTP-2 の値は、TPC-E に近い値となります。しかし、価格性能比が算出されないため、直接比較できないだけでなく、OLTP-2 の結果を TPC-E として利用することも許可されません。

詳細情報は、[『ベンチマークの概要 OLTP-2』](#) を参照してください。

### ベンチマーク環境

一般的な測定環境を次に示します。



すべてのデータは、PRIMERGY RX1330 M4 の性能値を元に算出しました。

## データベースサーバ (B 層)

### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX1330 M4
プロセッサ	Intel Celeron G4900 Intel Pentium Gold G5400 Intel Core i3-8100 Intel Xeon Processor E-2100 Product Family  Intel Celeron G4930 Intel Pentium Gold G5420 Intel Core i3-9100 Intel Xeon Processor E-2200 Product Family
メモリ	16 GB (1x16 GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC × 4
ネットワークインターフェース	オンボード LAN 1 Gbps × 2
ディスクサブシステム	RAID 1 (OS 用) オペレーティングシステムおよびデータベースアプリケーション RAID 1 (ログ用) シーケンシャルアクセス、応答時間を短縮するよう最適化 RAID 1 (temp DB 用) 書き込み、応答時間優先に最適化 RAID 5 (データ用) ランダムアクセス、スループットを最適化

### ソフトウェア

BIOS	バージョン R1.0.0 (Xeon E-2100 Product Family, G4900, G5400, i3-8100) バージョン R1.12.0 (Xeon E-2200 Product Family, G4930, G5420, i3-9100))
オペレーティングシステム	Microsoft Windows Server 2016 Standard
データベース	Microsoft SQL Server 2017 Enterprise

## アプリケーションサーバ (A 層)

### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2699 v4 × 2
メモリ	128 GB、2400 MHz Registered ECC DDR4
ネットワークインターフェース	オンボード LAN 1 Gbps × 4
ディスクサブシステム	300 GB 10k rpm SAS ドライブ × 2

### ソフトウェア

オペレーティングシステム	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standard
--------------	---

## クライアント

### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2667 v4 × 2
メモリ	128 GB、2400 MHz Registered ECC DDR4
ネットワークインターフェース	オンボード LAN 1 Gbps × 2
ディスクサブシステム	300 GB 10k rpm SAS ドライブ × 2 400 GB 12Gb/s SAS ドライブ × 1

### ソフトウェア

オペレーティングシステム	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standard
ベンチマーク	OLTP-2 ソフトウェア EGen バージョン 1.14.0

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

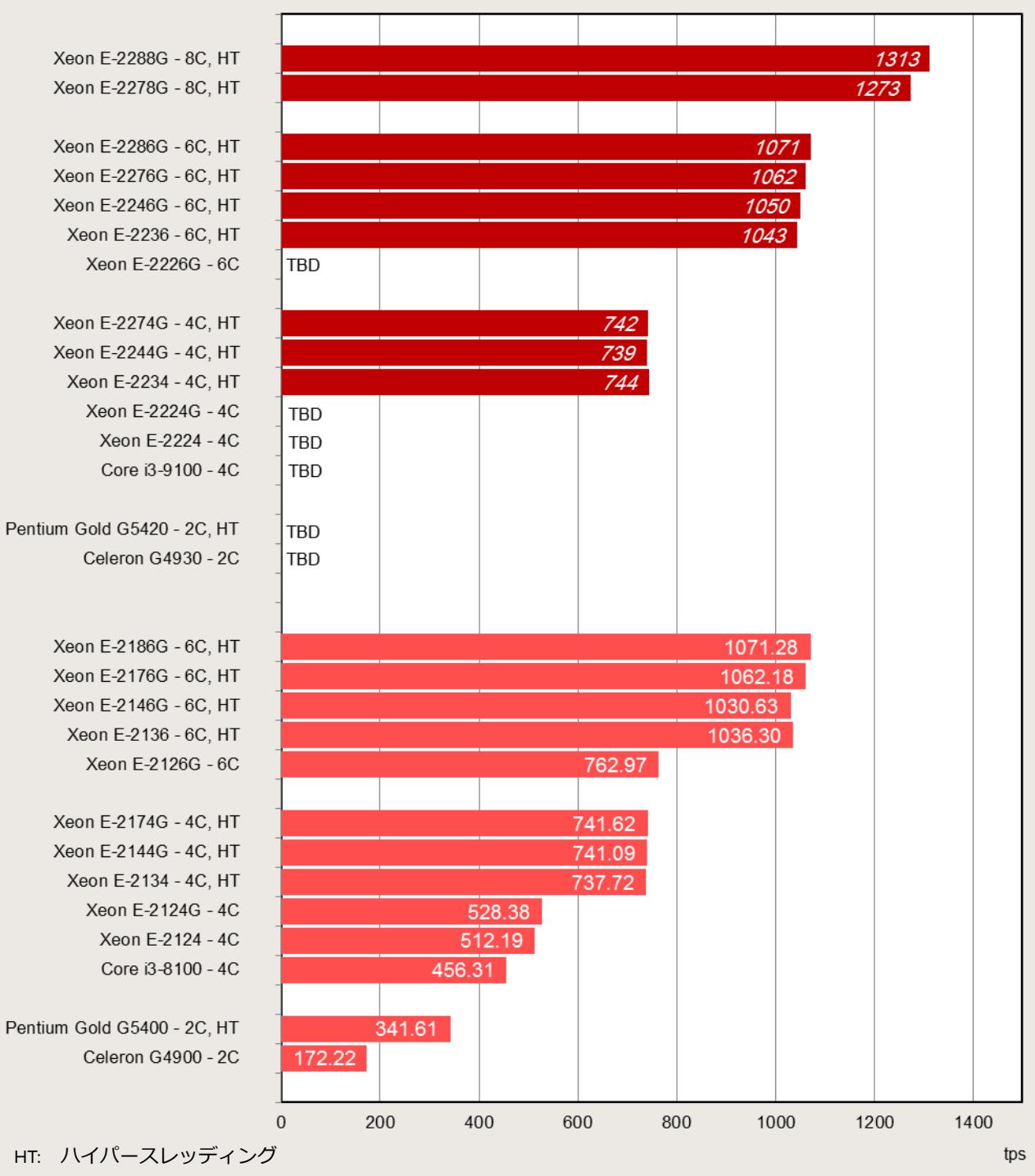
データベースのパフォーマンスは、CPU やメモリの構成と、データベースで使用するディスクサブシステムの接続性によって、大きく異なります。次に示すプロセッサの性能評価では、メモリとディスクサブシステムはどちらも適切であり、ボトルネックにならないものとします。

データベース環境でメインメモリを選択するときのガイドラインとして、メモリアクセス速度よりも、メモリ容量が十分にあることが重要です。このため、64GB の最大メモリ容量で構成しました。メモリアクセスは 2666 MHz で動作しました。

次のグラフは、Intel Celeron G4900, Intel Pentium Gold G5400, Intel Core i3-8100, Intel Xeon Processor E-2100 Product Family で得られる OLTP-2 トランザクションレート、および Intel Celeron G4930, Intel Pentium Gold G5420, Intel Core i3-9100, Intel Xeon Processor E-2200 Product Family で得られる OLTP-2 トランザクションレートを示しています。

斜体は予測値です。

## OLTP-2 tps



HT: ハイパースレッディング

tps

多種類のプロセッサにより、広範にわたるレベルのパフォーマンスが実現されていることがわかります。パフォーマンスが最も低いプロセッサ (Celeron G4900) を使用した場合に比べ、パフォーマンスが最も高いプロセッサ (Xeon E-2288G) を使用した場合は、OLTP-2 値は 7 倍になっています。

プロセッサの機能については、「製品データ」を参照してください。

プロセッサ間の大きな性能差は、その機能が影響していると考えられます。コア数、L3 キャッシュのサイズ、CPU クロック周波数や、ほとんどのプロセッサタイプが対応しているハイパースレッディング機能とターボモードによって値が変わります。

Celeron G4900, Pentium Gold G5400, Core i3-8100 プロセッサでは、ターボモードをサポートしていないため、低いパフォーマンスが見られます。特に、2 コアのプロセッサである Celeron G4900, Pentium Gold G5400 は、もっともパフォーマンスが低いです。

同じコア数のプロセッサグループ内では、CPU のクロック周波数によるパフォーマンスの違いが見られます。

# VMmark V3

## ベンチマークの説明

VMmark V3 は、ハイパーバイザーを使用した仮想化ソリューションにおけるサーバ統合の適合性比較を行うために VMware が開発したベンチマークです。ベンチマークは、負荷生成用のソフトウェアに加えて、定義済み負荷プロファイルおよび規定されたルールで構成されます。VMmark V3 によって得られたベンチマーク結果は、VMware に提出しレビューを経た後に VMware のサイト上で公開されます。実績あるベンチマークである「VMmark V2」の使用は 2017 年 9 月中止され、代わって後継の「VMmark V3」が使用されるようになりました。VMmark V2 では、2 台以上のサーバのクラスタが必要であり、仮想マシン (VM) のクローン作成とデプロイ、負荷分散、vMotion や Storage vMotion による VM の移動といった、データセンター機能も評価できました。VMmark V3 では、VMmark V2 に加えて XvMotion による VM の移動が追加されました。また、アプリケーションアーキテクチャがよりスケーラブルなワークロードに変更されました。

「Performance Only」の結果のほか、電力消費量を代わりに測定して、「Performance with Server Power」の結果（サーバシステムのみの消費電力）や「Performance with Server and Storage Power」の結果（サーバシステムおよびすべてのストレージコンポーネントの消費電力）として公開することもできます。

VMmark V3 は、実際には新しいベンチマークではありません。VMmark V3 は、既存のベンチマークをワークロードとして統合するフレームワークで、これにより仮想化された統合サーバ環境の負荷をシミュレートします。2 つの実績あるベンチマーク（それぞれ、スケーラブル web システム、e コマースシステムのアプリケーションシナリオに対応）が、VMmark V3 に統合されています。

アプリケーションシナリオ	負荷ツール	VM の数
スケーラブル web システム	Weathervane	14
e コマースシステム	DVD Store 3 クライアント	4
スタンバイシステム		1

これらの 2 つのアプリケーションシナリオは、合計 18 つの仮想マシンに 1 つずつ割り当てられます。さらに、スタンバイサーバという 19 番目の VM がこれらに追加されます。これらの 19 つの VM が「タイル」を形成します。測定対象となるサーバの処理能力によっては、全体として最大のパフォーマンスを達成するために複数のタイルを並列して開始する必要があります。

VMmark V3 では、ホスト 2 台ごとに 1 つ存在するインフラストラクチャーコンポーネントがあります。これにより、VM のクローン作成やデプロイ、vMotion、Storage vMotion、XvMotion によるデータセンター運用の効率性が評価されます。このとき、DRS (Distributed Resource Scheduler) によるデータセンターの負荷分散機能も使用されます。

VMmark V3 のテストタイプ「Performance Only」での結果は「スコア」と呼ばれる数値であり、テスト対象システムの仮想化パフォーマンスを表します。スコアは、サーバ集約によるメリットの最大合計値で、さまざまなハードウェアプラットフォームの比較基準として使用されます。

このスコアは、VM の個々の結果とインフラストラクチャーコンポーネントの結果から導かれます。5 つの VMmark V3 アプリケーション VM またはフロントエンド VM のそれぞれが、各 VM でのアプリケーション固有のトランザクションレートという形でベンチマーク結果を示します。スコアを正規化するために、各タイルのベンチマーク結果とリファレンスシステムでの結果との比率を求め、得られた値の幾何平均を算出します。さらに、すべての VM について、同じ手順で求めた値を加算します。この値は、総合スコアの 80 %を決定します。また、ホスト 2 台ごとに 1 つ存在するインフラストラクチャーコンポーネントによるワークロードが、結果の 20 %を決定します。インフラストラクチャーコンポーネントのスコアは、1 時間あたりのトランザクション数と、秒単位の平均持続時間で示されます。

実際にはスコアに加えて、タイル数がスコアと共に示されます。例えば「8.11@8 タイル」のように「スコア@タイル数」と表します。

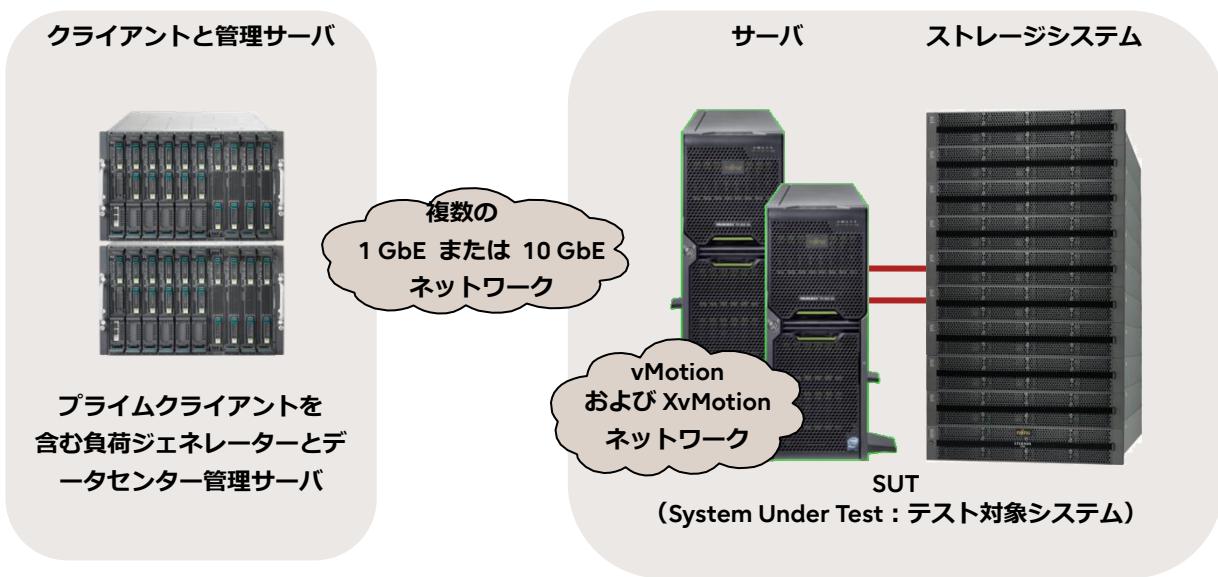
2 つのテストタイプ「Performance with Server Power」と「Performance with Server and Storage Power」の場合は、いわゆる「Server PPKW Score」と「Server and Storage PPKW Score」が決定されます。これは、パフォーマンススコアを平均消費電力 (キロワット単位) で割ったものです (PPKW は Performance Per Kilowatt の略です)。

この 3 つのテストタイプの結果は、相互に比較するべきではありません。

VMmark V3 の詳細については、『[ベンチマークの概要 VMmark V3](#)』を参照してください。

## ベンチマーク環境

一般的な測定環境を次に示します。



### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

サーバ数	3
モデル	PRIMERGY RX1330 M4
プロセッサ	Intel® Xeon® E-2186G
メモリ	64 GB : 16GB (1x16GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC × 4
ネットワーク インターフェース	Intel Ethernet Controller X710 for 10GbE SFP+ Intel Corporation I210 Gigabit Network Connection
ディスク サブシステム	Dual port PFC EP LPe31002 × 1 ファイバーチャネルのターゲットとして構成された PRIMERGY TX2560 M2 × 1 Toshiba PX02SMF040 400GB SAS SSD (400 GB) × 1 Fusion-io ioMemory PX600(2.6 TB) × 2 RAID 0 (数個の LUN で構成) 合計 : 5.6 TB

#### ソフトウェア

BIOS	R1.0.0
BIOS 設定	「詳細」を参照
オペレーティング システム	VMware ESXi 6.5 U2 GA, Build 8294253
オペレーティング システム設定	ESX 設定 : 「詳細」を参照

#### 詳細

公開 URL	<a href="http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4.pdf">http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4.pdf</a> <a href="http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4-serverPPKW.pdf">http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4-serverPPKW.pdf</a> <a href="http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4-serverstoragePPKW.pdf">http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2018-11-06-Fujitsu-RX1330M4-serverstoragePPKW.pdf</a>
--------	---

### DMS (Datacenter Management Server : データセンター管理サーバ)

#### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2698 v4 × 2
メモリ	64 GB
ネットワークインターフェース	Emulex One Connect Oce14000 1 GbE Dual Port Adapter × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	Hypervisor: VMware ESXi 6.7 EP 02a Build 9214924
--------------	--

### DMS (Datacenter Management Server : データセンター管理サーバ) VM

#### ハードウェア

プロセッサ	論理 CPU × 4
メモリ	16 GB
ネットワークインターフェース	1 Gbit/s LAN × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	VMware vCenter Server Appliance 6.7.0d Build 9451876
--------------	--

### 負荷ジェネレーター

#### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2699 v4 × 2
メモリ	256 GB
ネットワークインターフェース	Emulex One Connect Oce14000 1GbE Dual Port Adapter × 1 Emulex One Connect Oce14000 10GbE Dual Port Adapter × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	VMware ESXi 6.5.0 U1 Build 5969303
--------------	------------------------------------

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

### 「Performance Only」の測定結果（2018 年 11 月 6 日）



2018 年 11 月 6 日、富士通は、Xeon E-2186G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.5 U2 GA を使用して VMmark V3 スコアで「1.41@1 タイル」を達成しました。このときは、合計 3 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 3 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3「Performance Only」ランキングで、3 台の同一ホストによる最も強力な 1 ソケットラック型サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。

競合他社製品との比較はすべて、2018 年 11 月 6 日現在のものです。最新の VMmark V3「Performance Only」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

使用したプロセッサでは、優れたハイパーバイザー設定によってプロセッサの機能を最適に利用できます。そのため、これらのプロセッサの使用は、PRIMERGY RX1330 M4 がこの結果を達成するための重要な前提条件でした。プロセッサの機能には、ハイパースレッディングが含まれます。これらはすべて、仮想化に対して有効に機能します。

すべての VM、それらのアプリケーションデータ、ホストオペレーティングシステム、および追加で必要なデータは、強力なファイバーチャネルディスクサブシステムに格納されました。このディスクサブシステムは、ベンチマークの特定の要件を考慮して構成することもできます。SAS SSD や PCIe-SSD といったフラッシュテクノロジーを強力なファイバーチャネルディスクサブシステムで使用することにより、ストレージメディアの応答時間がさらに向上しました。

負荷ジェネレーターとのネットワーク接続やホスト間のインフラストラクチャー負荷接続は、10GbE LAN ポートを使って実装されています。

使用したすべてのコンポーネントは、それぞれが最適に動作するように調整しました。

### 「Performance with Server Power」の測定結果（2018 年 11 月 6 日）



2018 年 11 月 6 日、富士通は、Xeon E-2186G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.5 U2 GA を使用して VMmark V3「Server PPKW Score」で「3.4996@1 タイル」を達成しました。このときは、合計 3 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 3 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3「Performance with Server Power」ランキングで、世界で最もエネルギー効率がよい仮想サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。

最新の VMmark V3「Performance with Server Power」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

### 「Performance with Server and Storage Power」の測定結果（2018 年 11 月 6 日）



2018 年 11 月 6 日、富士通は、Xeon E-2186G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.5.0b を使用して VMmark V3「Server and Storage PPKW Score」で「1.9102@1 タイル」を達成しました。このときは、合計 3 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 3 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3「Performance with Server and Storage Power」ランキングで、世界で最もエネルギー効率がよい仮想サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。

最新の VMmark V3「Performance Server and Storage Power」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

## Intel Xeon E-2200Series

続いて、Intel Xeon E-2288G プロセッサを搭載した RX1330M4 と VMware ESXi 6.7 EP08 を使用した構成での結果を記します。このときは、合計 2 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 2 台使用しました。Intel Xeon E-2186G のプロセッサコアを搭載した PRIMERGY RX1330M4 では 3 台を使用し、1Tile を測定しました。Intel Xeon E-2288G プロセッサコアを搭載した RX1330M4 では 2 台を使用することで、同等の 1Tile での測定を実現しました。

### SUT (System Under Test : テスト対象システム)

#### ハードウェア

サーバ数	2
モデル	PRIMERGY RX1330 M4
プロセッサ	Intel® Xeon® E-2288G
メモリ	128GB : 32GB (1x32GB) 2Rx8 DDR4-2666 U ECC × 4
ネットワークインターフェース	Intel Ethernet Controller X710 for 10GbE SFP+ Intel Corporation I210 Gigabit Network Connection
ディスクサブシステム	Emulex LightPulse LPe31002-M6 Dual Port 16Gb × 1 ファイバーチャネルのターゲットとして構成された PRIMERGY RX2540 M4 × 1 Micron MTFDDAK960 TDC SATA-SSD(960GB) × 1 Intel® P4800X 750GB PCIe SSD (750GB) × 1 Intel® P4600 2TB PCIe SSD (2TB) × 3

#### ソフトウェア

BIOS	V5.0.0.13 R1.12.0 for D3675-A1x
BIOS 設定	「詳細」を参照
オペレーティングシステム	VMware ESXi 6.7EP08, Build 13473784
オペレーティングシステム設定	ESX 設定 : 「詳細」を参照

#### 詳細

公開 URL	<a href="https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4.pdf">https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4.pdf</a> <a href="https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4-serverPPKW.pdf">https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4-serverPPKW.pdf</a> <a href="https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4-serverstoragePPKW.pdf">https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/vmmark/2019-11-01-Fujitsu-RX1330M4-serverstoragePPKW.pdf</a>
--------	---

### DMS (Datacenter Management Server : データセンター管理サーバ)

#### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2698 v4 × 1
メモリ	64 GB
ネットワークインターフェース	Emulex One Connect Oce14000 1 GbE Dual Port Adapter × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	Hypervisor: VMware ESXi 6.7 EP 02a Build 9214924
--------------	--

### DMS (Datacenter Management Server : データセンター管理サーバ) VM

#### ハードウェア

プロセッサ	論理 CPU × 4
メモリ	16 GB
ネットワークインターフェース	1 Gbit/s LAN × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	VMware vCenter Server Appliance 6.7.0d Build 9451876
--------------	--

### 負荷ジェネレーター

#### ハードウェア

モデル	PRIMERGY RX2530 M2 × 1
プロセッサ	Xeon E5-2699 v4 × 2
メモリ	256 GB
ネットワークインターフェース	Emulex One Connect Oce14000 1GbE Dual Port Adapter × 1 Emulex One Connect Oce14000 10GbE Dual Port Adapter × 1

#### ソフトウェア

オペレーティングシステム	VMware ESXi 6.7 U1 Build 10302608
--------------	-----------------------------------

国または販売地域によっては、一部のコンポーネントが利用できない場合があります。

## ベンチマーク結果

### 「Performance Only」の測定結果（2019 年 11 月 1 日）



2019 年 11 月 1 日、富士通は、Xeon E-2288G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.7 EP08 を使用して VMmark V3 スコアで「1.38@1 タイル」を達成しました。このときは、合計 2 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 2 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3 「Performance Only」ランキングで、2 台の同一ホストによる最も強力な 1 ソケットラック型サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。

競合他社製品との比較はすべて、2019 年 11 月 1 日現在のものです。最新の VMmark V3 「Performance Only」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

使用したプロセッサでは、優れたハイパーバイザー設定によってプロセッサの機能を最適に利用できます。そのため、これらのプロセッサの使用は、PRIMERGY RX1330 M4 がこの結果を達成するための重要な前提条件でした。プロセッサの機能には、ハイパースレッディングが含まれます。これらはすべて、仮想化に対して有効に機能します。

すべての VM、それらのアプリケーションデータ、ホストオペレーティングシステム、および追加で必要なデータは、強力なファイバーチャネルディスクサブシステムに格納されました。このディスクサブシステムは、ベンチマークの特定の要件を考慮して構成することもできます。SAS SSD や PCIe-SSD といったフラッシュテクノロジーを強力なファイバーチャネルディスクサブシステムで使用することにより、ストレージメディアの応答時間がさらに向上しました。

負荷ジェネレーターとのネットワーク接続やホスト間のインフラストラクチャー負荷接続は、10GbE LAN ポートを使って実装されています。

使用したすべてのコンポーネントは、それぞれが最適に動作するように調整しました。

### 「Performance with Server Power」の測定結果（2019 年 11 月 1 日）



2019 年 11 月 1 日、富士通は、Xeon E-2288G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.7 EP08 を使用して VMmark V3 「Server PPKW Score」で「3.9262 @1 タイル」を達成しました。このときは、合計 2 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 2 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3 「Performance with Server Power」ランキングで、世界で最もエネルギー効率がよい仮想サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。

最新の VMmark V3 「Performance with Server Power」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

### 「Performance with Server and Storage Power」の測定結果（2019 年 11 月 1 日）



2019 年 11 月 1 日、富士通は、Xeon E-2288G プロセッサを搭載した PRIMERGY RX1330 M4 と VMware ESXi 6.7 EP08 を使用して VMmark V3 「Server and Storage PPKW Score」で「2.7464 @1 タイル」を達成しました。このときは、合計 2 のプロセッサコアを搭載するシステム構成で、「テスト対象システム」(SUT) には同一のサーバを 2 台使用しました。上記の結果により、PRIMERGY RX1330 M4 は、公式の VMmark V3 「Performance with Server and Storage Power」ランキングで、世界で最もエネルギー効率がよい仮想サーバと評価されています（ベンチマーク結果の公表日現在）。最新の VMmark V3 「Performance Server and Storage Power」の結果、および詳細な結果と構成データについては、<https://www.vmware.com/products/vmmark/results3x.html> を参照してください。

VMmark® is a product of VMware, Inc.

## 関連資料

### PRIMERGY サーバ

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

### PRIMERGY RX1330 M4

このホワイトペーパー :

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=b7e38640-3198-4c56-9f0e-f2b6a5887baa>  
 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=773f5e9a-1d20-44d6-9714-59346ab3d307>

データシート (英語)

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=043850d3-9e2f-4897-96fe-a7fa7ead8af6>

### PRIMERGY のパフォーマンス

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

### SPEC CPU2017

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

ベンチマークの概要 SPECcpu2017

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

### STREAM

<https://www.cs.virginia.edu/stream/>

### SPECpower\_ssj2008

[https://www.spec.org/power\\_ssj2008](https://www.spec.org/power_ssj2008)

ベンチマークの概要 SPECpower\_ssj2008

<https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=a133cf86-63be-4b5a-8b0f-a27621c8d3c5>

### SPECjbb2015

<https://www.spec.org/jbb2015/>

### OLTP-2

ベンチマークの概要 OLTP-2

<https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=9775e8b9-d222-49db-98b1-4796fbcd6d7a>

### VMmark V3

<https://www.vmware.com/products/vmmark.html>

ベンチマークの概要 VMmark

<https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=3af72ee8-4663-4b3f-9658-295c308e164c>

## 文書変更履歴

版数	日付	説明
1.5	2023-10-03	<p>更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>新 Visual Identity フォーマットに変更</li> </ul>
1.4	2020-04-17	<p>更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SPECcpu2017 Celeron G4930、Pentium Gold G5420、Core i3-9100 および Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family で算出</li> <li>STREAM Celeron G4930、Pentium Gold G5420、Core i3-9100 および Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family で算出</li> </ul>
1.3	2019-12-13	<p>更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>製品データ Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family を追加</li> <li>SPECcpu2017 Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family の結果を追加</li> <li>ディスク I/O :ストレージ媒体のパフォーマンス 2.5 インチ、3.5 インチストレージ媒体の結果</li> <li>OLTP-2 Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family で算出</li> <li>VMmark V3 Intel® Xeon® Processor E-2200 Product Family の結果を追加</li> </ul>
1.2	2019-08-05	<p>更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SPECpower_ssj2008 使用 OS、JVM バージョンについての記述変更</li> </ul>
1.1	2018-12-25	<p>新規</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SPECpower_ssj2008</li> <li>Intel® Xeon® E-2176G で測定</li> <li>ディスク I/O :ストレージ媒体のパフォーマンス</li> <li>2.5 インチ、3.5 インチストレージ媒体の結果</li> </ul> <p>更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>OLTP-2 Celeron G4900、Pentium Gold G5400、Core i3-8100 および Intel® Xeon® Processor E-2100 Product Family での追加の測定</li> </ul>

## 文書変更履歴

版数	日付	説明
1.0	2018-11-27	<p>新規</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SPECcpu2017 Celeron G4900、Pentium Gold G5400、Core i3-8100 および Intel® Xeon® Processor E-2100 Product Family で測定</li> <li>• SPECjbb2015 Intel® Xeon® E-2186G で測定</li> <li>• OLTP-2 Celeron G4900、Pentium Gold G5400、Core i3-8100 および Intel® Xeon® Processor E-2100 Product Family で測定</li> <li>• VMmark V3 Intel® Xeon® E-2186G で「Performance Only」「Performance with Server Power」「Performance with Server and Storage Power」の測定</li> <li>• STREAM Celeron G4900、Pentium Gold G5400、Core i3-8100 および Intel® Xeon® Processor E-2100 Product Family で測定</li> </ul>

## 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>