

本書では、Fujitsu Server PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite 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。

PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite のパフォーマンスデータを、従来の PRIMEQUEST 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

1.1

2024-11-12



目次

製品データ	3
SPEC CPU2017	6
ベンチマークの説明	6
ベンチマーク環境	7
ベンチマーク結果	8
STREAM	10
ベンチマークの説明	10
ベンチマーク環境	11
ベンチマーク結果	12
LINPACK	14
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
ディスク I/O : ストレージ媒体のパフォーマンス	18
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	21
ストレージ媒体の性能	23
関連資料	25

製品データ

PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite



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 = 10⁹ 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 = 2³⁰ 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	PRIMEQUEST 4000 シリーズ			
	4400L	4400E	4400S	4400S Lite
形状	ラック型サーバ			
チップセット	Intel C741			
ソケット数	SB あたり 2			SB あたり 1
構成可能なプロセッサ数	1 ~ 4			1 ~ 2
プロセッサタイプ	4th Generation Intel Xeon Scalable Processors Family			
メモリスロットの数	64 (プロセッサあたり 16)			32 (プロセッサあたり 16)
最大メモリ構成	16,384 GB			8,192 GB
最大内蔵ストレージ搭載数	2.5 インチ: 16			
最大 PCI スロット数	PCI-Express 5.0 (x8 lane): 8 (x16 lane): 6 (Low Profile)			PCI-Express 5.0 (x8 lane): 8 (x16 lane): 4 (Low Profile)

PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S サポートプロセッサ

プロセッサ									
モデル	タイプ	コア数	スレッド数	L3 キャッシュ [MB]	UPI スピード [GT/s]	定格 周波数 [GHz]	最大ターボ 周波数 [GHz]	最大メモリ 周波数 [MHz]	TDP [W]
Xeon Platinum 8490H	XCC	60	120	112.5	16	1.90	3.50	4,800	350
Xeon Platinum 8468H	XCC	48	96	105	16	2.10	3.80	4,800	330
Xeon Platinum 8460H	XCC	40	80	105	16	2.20	3.80	4,800	330
Xeon Platinum 8450H	XCC	28	56	75	16	2.00	3.50	4,800	250
Xeon Platinum 8444H	XCC	16	32	45	16	2.90	4.00	4,800	270
Xeon Gold 6448H	MCC	32	64	60	16	2.40	4.10	4,800	250
Xeon Gold 6434H	MCC	8	16	22.5	16	3.70	4.10	4,800	195
Xeon Gold 6418H	MCC	24	48	60	16	2.10	4.00	4,800	185
Xeon Gold 6416H	MCC	18	36	45	16	2.20	4.20	4,800	165

PRIMEQUEST 4400S Lite サポートプロセッサ

プロセッサ									
モデル	タイプ	コア数	スレッド数	L3 キャッシュ [MB]	UPI スピード [GT/s]	定格 周波数 [GHz]	最大ターボ 周波数 [GHz]	最大メモリ 周波数 [MHz]	TDP [W]
Xeon Platinum 8490H	XCC	60	120	112.5	16	1.90	3.50	4,800	350
Xeon Platinum 8468	XCC	48	96	105	16	2.10	3.80	4,800	350
Xeon Platinum 8460Y+	XCC	40	80	105	16	2.00	3.70	4,800	300
Xeon Gold 6430	XCC	32	64	60	16	2.10	3.40	4,400	270
Xeon Gold 6416H	MCC	18	36	45	16	2.20	4.20	4,800	165
Xeon Gold 5420+	MCC	28	56	52.5	16	2.00	4.10	4,400	205
Xeon Gold 5418N	MCC	24	48	45	16	1.80	3.80	4,000	165
Xeon Gold 5416S	MCC	16	32	30	16	2.00	4.00	4,400	150
Xeon Gold 5415+	MCC	8	16	22.5	16	2.90	4.10	4,400	150

PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite でオーダーできるプロセッサはすべて、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、定格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。上記のプロセッサ一覧に記載された「最大ターボ周波数」は、アクティブなコアが 1 つしかない場合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、消費電力、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は個体によって差異が生じます。差異の範囲は、定格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、Turbo Mode 周波数は前述した動作条件に依存し、常に保証されるものではありません。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ようなアプリケーションにおいてはターボ周波数が変動します。安定したパフォーマンスが必要な場合や消費電力を抑えたいような場合には、[Turbo Mode] オプションを [Disabled] に設定しターボ機能を無効しておく方がメリットがある場合もあります。

サフィックスのついたプロセッサは以下のワークロードに最適化されていることを意味します。

サフィックス	ワークロード
H	DB/Analytics データ分析、ビッグデータ
N	Networking ネットワーク、5G 環境のエッジ、データセンター
S	Storage & HCI ストレージプロバイダ、HCI
Y	IaaS, networking, virtualized environments Speed Select Technology を使用した粒度の細かい性能制御が必要な用途

詳細については以下の URL を参照ください。

<https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/support/articles/000059657/processors/intel-xeon-processors.html>

メモリモジュール									
タイプ	容量 [GB]	バンク数	メモリチップのビット幅	周波数 [MHz]	3DS	Load Reduced	Registered	NVDIMM	ECC
32GB (1x32GB) 1Rx4 DDR5-4800 R ECC	32	1	4	4,800			✓		✓
64GB (1x64GB) 2Rx4 DDR5-4800 R ECC	64	2	4	4,800			✓		✓
128GB (1x128GB) 4Rx4 DDR5-4800 R 3DS ECC	128	4	4	4,800	✓		✓		✓
256GB (1x256GB) 8Rx4 DDR5-4800 R 3DS ECC	256	8	4	4,800	✓		✓		✓

電源	最大数	
Modular redundant PSU	2,200W platinum PSU	4
	2,600W platinum PSU *	4

* PRIMEQUEST 4400S Lite は、未サポート。

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、PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite のカタログを参照してください。

SPEC CPU2017

ベンチマークの説明

SPEC CPU2017 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。

SPEC CPU2017 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ー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。

SPEC CPU2017 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。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、コンパイラー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	タイプ	コンパイラー最適化	測定結果
SPECspeed2017_int_peak	10	整数	ピーク	アグレッシブ	速度
SPECspeed2017_int_base	10	整数	ベース	標準	
SPECrate2017_int_peak	10	整数	ピーク	アグレッシブ	スループット
SPECrate2017_int_base	10	整数	ベース	標準	
SPECspeed2017_fp_peak	10	浮動小数点	ピーク	アグレッシブ	速度
SPECspeed2017_fp_base	10	浮動小数点	ベース	標準	
SPECrate2017_fp_peak	13	浮動小数点	ピーク	アグレッシブ	スループット
SPECrate2017_fp_base	13	浮動小数点	ベース	標準	

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、SPEC CPU2017 のすべての測定値を提出してはおりません。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、測定の内容に関し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	PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite
・ プロセッサ	4th Generation Intel Xeon Scalable Processors Family x 4 または 2
・ メモリ	64GB (1x64GB) 2Rx4 DDR5-4800 R ECC x 32 (4CPU 構成時) または 16(2CPU 構成時)

ソフトウェア

・ BIOS 設定	<p>SPECSpeed2017_int_base:</p> <ul style="list-style-type: none"> Override OS Energy Performance = Enabled Energy Performance = Balanced Performance CPU Performance Boost = Aggressive SNC(Sub NUMA) = Enable SNC2 (MCC 搭載時は Disabled) FAN Control = Full <p>SPECSpeed2017_fp_base:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hyper Threading = Disabled Package C State limit = C0 LLC Prefetch = Enabled Homeless Prefetch = Enabled DBP-F = Enabled CPU Performance Boost = Aggressive FAN Control = Full <p>SPECrate2017_int_base:</p> <ul style="list-style-type: none"> DCU Streamer Prefetcher = Disabled Package C State limit = C0 LLC Dead Line Alloc = Disabled CPU Performance Boost = Aggressive SNC(Sub NUMA) =Enable SNC4(MCC 搭載時は Enable SNC2) FAN Control = Full <p>SPECrate2017_fp_base:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hyper Threading = Disabled (MCC 搭載時は Enabled) Package C State limit = C0 CPU Performance Boost = Aggressive SNC (Sub NUMA) =Enable SNC4 (MCC 搭載時は Enable SNC2) FAN Control = Full
・ オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 5.14.21-150400.22-default
・ オペレーティングシステム 設定	Default
・ コンパイラー	C/C++: Version 2023.0 of Intel C/C++ Compiler for Linux Fortran: Version 2023.0 of Intel Fortran Compiler for Linux

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 コアのみを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。

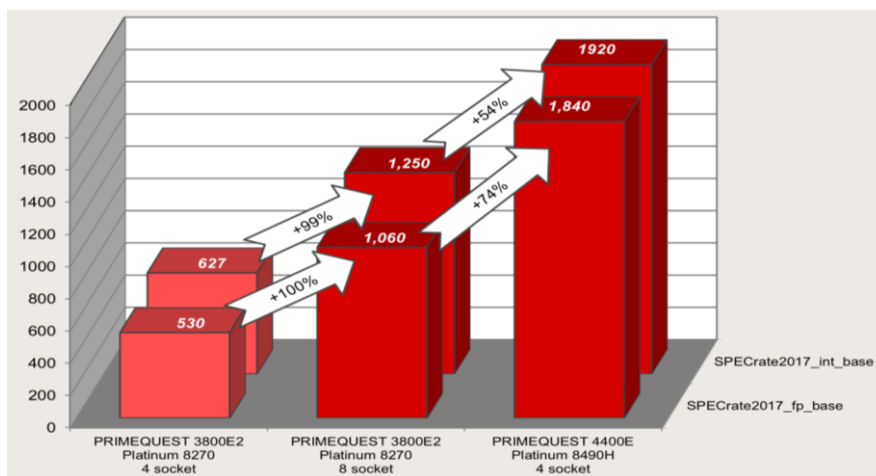
「est.」のついた値は予測値です。

プロセッサ	コア数	プロセッサ数	SPECrate2017_int_base	SPECrate2017_fp_base
PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S				
Xeon Platinum 8490H	60	4	1,920	1,840
Xeon Platinum 8468H	48	4	1,660	1,720
Xeon Platinum 8460H	40	4	1,480	1,640
Xeon Platinum 8450H	28	4	942	1,200
Xeon Platinum 8444H	16	4	650	907
Xeon Gold 6448H	32	4	1,230	1,400
Xeon Gold 6434H	8	4	397	567
Xeon Gold 6418H	24	4	881	1,110
Xeon Gold 6416H	18	4	665	892
PRIMEQUEST 4400S Lite				
Xeon Platinum 8490H	60	2	960 est.	920 est.
Xeon Platinum 8468	48	2	843 est.	892 est.
Xeon Platinum 8460Y+	40	2	690 est.	795 est.
Xeon Gold 6430	32	2	526 est.	632 est.
Xeon Gold 6416H	18	2	333 est.	446 est.
Xeon Gold 5420+	28	2	477 est.	593 est.
Xeon Gold 5418N	24	2	395 est.	476 est.
Xeon Gold 5416S	16	2	284 est.	383 est.
Xeon Gold 5415+	8	2	178 est.	254 est.

プロセッサ	コア数	プロセッサ数	SPECspeed2017_int_base	SPECspeed2017_fp_base
PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S				
Xeon Platinum 8490H	60	4	-	357
Xeon Gold 6416H	16	4	16.0	-

次の グラフは、PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite とその旧モデルである PRIMEQUEST 3800E2 のスループットを、最大のパフォーマンス構成で比較したものです。

PRIMEQUEST 3800E2 の 4socket に比べ 3 倍以上、8socket と比較しても 1.6 倍以上の性能向上がみられました。



SPECrate2017: PRIMEQUEST 3800E2 と PRIMEQUEST 4400E の比較

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	PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite
・ プロセッサ	4th Generation Intel Xeon Scalable Processors Family x 4 または 2
・ メモリ	64GB (1x64GB) 2Rx4 DDR5-4800 R ECC x 32 (4CPU 構成時) または 16(2CPU 構成時)

ソフトウェア

・ BIOS 設定	<ul style="list-style-type: none">・ DCU Streamer Prefetcher = Disabled・ SNC(Sub NUMA) = Enable SNC4 (MCC 搭載時は Enable SNC2)・ Intel Virtualization Technology = Disabled・ LLC Dead Line Alloc = Disabled・ Stale Atos = Enabled
・ オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 5.14.21-150400.22-default
・ オペレーティングシステム 設定	Default
・ コンパイラー	C/C++: Version 2023.0 of Intel C/C++ Compiler for Linux
・ ベンチマーク	STREAM Version 5.10

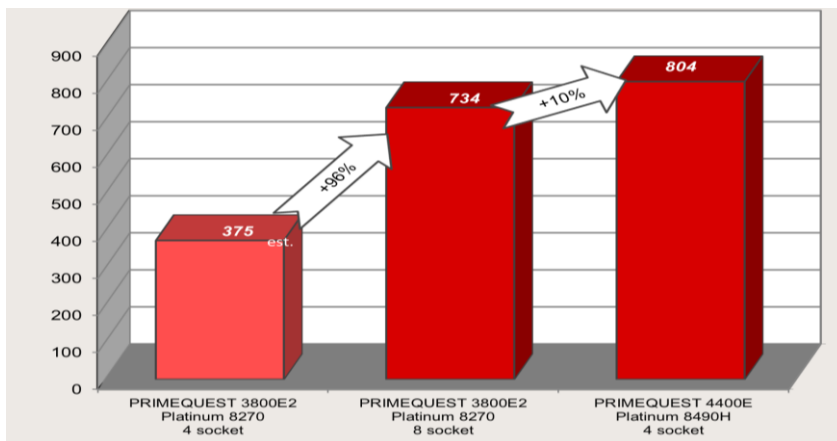
ベンチマーク結果

「est.」のついた値は予測値です。

プロセッサ	メモリ 周波数 [MHz]	最大メモリ 帯域幅 [GB/s]	コア 数	プロセッサ 周波数 [GHz]	プロセッサ数	TRIAD [GB/s]
PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S						
Xeon Platinum 8490H	4,800	307	60	1.90	4	805
Xeon Platinum 8468H	4,800	307	48	2.00	4	808
Xeon Platinum 8460H	4,800	307	40	2.00	4	817
Xeon Platinum 8450H	4,800	307	28	2.10	4	766
Xeon Platinum 8444H	4,800	307	16	2.80	4	643
Xeon Gold 6448H	4,800	307	32	2.40	4	701
Xeon Gold 6434H	4,800	307	8	3.70	4	434
Xeon Gold 6418H	4,800	307	24	2.10	4	679
Xeon Gold 6416H	4,800	307	18	2.20	4	579
PRIMEQUEST 4400S Lite						
Xeon Platinum 8490H	4,800	307	60	1.90	2	465 est.
Xeon Platinum 8468	4,800	307	48	2.10	2	438 est.
Xeon Platinum 8460Y+	4,800	307	40	2.00	2	436 est.
Xeon Gold 6430	4,400	282	32	2.10	2	368 est.
Xeon Gold 6416H	4,800	307	18	2.20	2	335 est.
Xeon Gold 5420+	4,800	307	28	2.00	2	368 est.
Xeon Gold 5418N	4,800	307	24	1.80	2	321 est.
Xeon Gold 5416S	4,800	307	16	2.00	2	256 est.
Xeon Gold 5415+	4,800	307	8	2.90	2	195 est.

次のグラフは、PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite とその旧モデルである PRIMEQUEST 3800E2 のスループットを最大のパフォーマンス構成で比較したものです。

PRIMEQUEST 3800E2 の 4socket に比べ 2 倍以上、8socket と比較しても 1.1 倍以上の性能向上がみられました。



STREAM PRIMEQUEST 3800E2 と PRIMEQUEST 4400E の比較

LINPACK

ベンチマークの説明

LINPACK は、1970 年代に Jack Dongarra 氏他数名によって、スーパーコンピュータの性能を評価するために開発されました。このベンチマークは、線形方程式系の解析および求解用のライブラリ関数を集めたものです。詳細は次のドキュメントで参照できます。

<https://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/hplpaper.pdf>

LINPACK は線型方程式系を解くコンピュータの速度の測定に使用できます。この目的のため、 $n \times n$ のマトリクスを設定し、 $-2 \sim +2$ のランダムな数値を入れます。その後の計算は、部分ピボット選択を伴う LU 分解で実行されます。

このマトリクスには、 $8n^2$ バイトのメモリが必要です。 $n \times n$ のマトリクスの場合、求解に必要な演算回数は、 $2/3n^3 + 2n^2$ です。したがって、 n の選択によって測定時間が決まります。つまり、 n が 2 倍になれば、測定時間はおよそ 8 倍になります。 n の大きさも測定結果そのものに影響があります。 n が増えていくと、測定値は漸近的に限界に近づきます。そのため、マトリクスのサイズは通常、利用可能なメモリ容量に合わせます。また、システムのメモリ帯域幅が測定結果に及ぼす影響はわずかですが、完全には無視できません。プロセッサのパフォーマンスが測定結果にとって決定的要因です。使用するアルゴリズムでは並列処理が可能のため、特に、使用するプロセッサの数とそのプロセッサコアの数、それにクロック周波数が、きわめて重要です。

LINPACK を使用して、浮動小数点演算が 1 秒間に何回行われるかを測定します。この結果は Rmax と呼ばれるもので、GFlops (Giga Floating Point Operations per Second : 10 億回の浮動小数点演算/秒) で示されます。

コンピュータ速度の上限は Rpeak と呼ばれ、そのプロセッサコアが理論的に 1 クロックサイクルで実行可能な、浮動小数点演算の最大回数から計算できます。

Rpeak = クロックサイクルあたりの浮動小数点演算の最大回数
 × コンピュータのプロセッサコア数
 × 定格プロセッサ周波数 [GHz]

LINPACK は、HPC (High Performance Computing : 高性能計算) の分野で代表的なベンチマークの 1 つです。また、LINPACK は、HPC チャレンジベンチマーク (HPC 環境における他の性能的側面を考慮に入れたベンチマーク) を構成する 7 つのベンチマークの 1 つです。

メーカーに依存しない LINPACK の結果は、<https://www.top500.org/> で公開が可能です。これには、HPL に基づいた LINPACK バージョンを使用することが前提条件です (<https://www.netlib.org/benchmark/hpl/> を参照)。

Intel は、Intel プロセッサを搭載した個別システム用に、高度に最適化された LINPACK バージョン (共有メモリバージョン) を提供しています。ここで並行プロセスの通信は、「共有メモリ」(言い換えるなら、一緒に使われるメモリ) を介して行われます。Intel が提供するもう 1 つのバージョンは、HPL (High Performance Linpack : 高性能 Linpack) に基づくものです。ここでの LINPACK プロセスの相互通信は、openMP と MPI (Message Passing Interface : メッセージ通信インターフェース) を介して行われます。これにより、並行プロセス間通信、あるいはやコンピュータ間の通信も、可能になります。どちらのバージョンも、<https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/onemkl-benchmarks-suite.html>

からダウンロードできます。

グラフィックス処理ユニット (GPGPU) で汎目的計算のためにグラフィックスカードを使用する場合は、メーカー固有の LINPACK バージョンも関与します。これらは HPL に基づくもので、グラフィックスカードとの通信に必要な拡張機能が含まれています。

ベンチマーク環境

SUT (System Under Test : テスト対象システム)

ハードウェア

・ モデル	PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite
・ プロセッサ	4th Generation Intel Xeon Scalable Processors Family x 4 または 2
・ メモリ	64GB (1x64GB) 2Rx4 DDR5-4800 R ECC x 32 (4CPU 構成時) または 16(2CPU 構成時)

ソフトウェア

・ BIOS 設定	<ul style="list-style-type: none">HyperThreading = DisabledCPU Performance Boost = AgressiveFan Control = Full
・ オペレーティングシステム	SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 5.14.21-150400.22-default
・ オペレーティングシステム 設定	Default
・ コンパイラー	C/C++: Version 2023.0 of Intel C/C++ Compiler for Linux
・ ベンチマーク	Intel Optimized MP LINPACK Benchmark for Clusters

ベンチマーク結果

「est.」のついた値は予測値です。

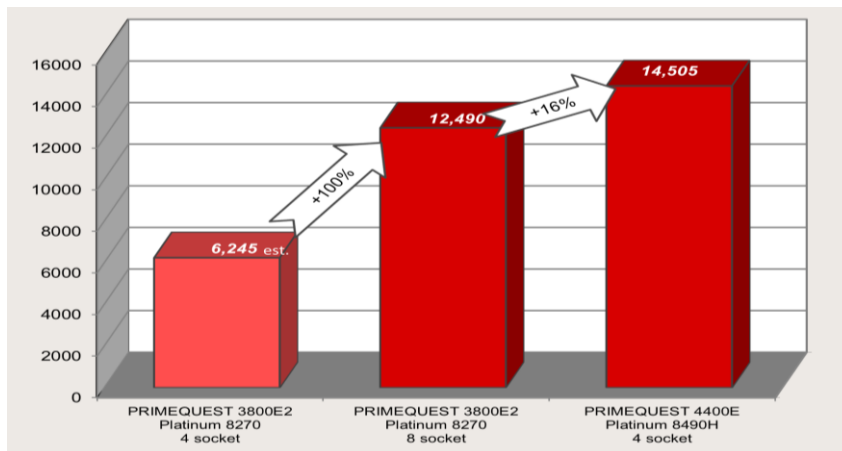
プロセッサ	コア数	プロセッサ周波数 [GHz]	プロセッサ数	Rpeak [GFlops]	Rmax [GFlops]	効率
PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S						
Xeon Platinum 8490H	60	1.90	4	14,592	14,505	99%
Xeon Platinum 8468H	48	2.10	4	12,902	12,656	98%
Xeon Platinum 8460H	40	2.20	4	11,264	11,872	105%
Xeon Platinum 8450H	28	2.00	4	7,168	7,844	109%
Xeon Platinum 8444H	16	2.90	4	5,939	6,042	102%
Xeon Gold 6448H	32	2.40	4	9,830	10,101	103%
Xeon Gold 6434H	8	3.70	4	3,789	3,743	99%
Xeon Gold 6418H	24	2.10	4	6,451	7,090	110%
Xeon Gold 6416H	18	2.20	4	5,069	5,586	110%
PRIMEQUEST 4400S Lite						
Xeon Platinum 8490H	60	1.90	2	7,286	7,253 est.	99%
Xeon Platinum 8468	48	2.10	2	6,451	6,380	99%
Xeon Platinum 8460Y+	40	2.00	2	5,120	5,382	105%
Xeon Gold 6430	32	2.10	2	3,891	4,470 est.	114%
Xeon Gold 6416H	18	2.20	2	2,535	2,793 est.	110%
Xeon Gold 5420+	28	2.00	2	3,584	3,870	108%
Xeon Gold 5418N	24	1.80	2	2,765	2,902	105%
Xeon Gold 5416S	16	2.00	2	2,048	2,266	111%
Xeon Gold 5415+	8	2.90	2	1,485	1,577	106%

上記 Rpeak は定格のプロセッサ周波数を元に計算しています。本測定ではターボモードを有効にしているため、CPUによってベンチマーク実行中の平均ターボ周波数が定格周波数を上回ることがあります。

「製品データ」のセクションで説明しているように、Intel では原則として、製造上の公差により、すべてのプロセッサモデルで最大ターボ周波数が達成できることを保証していません。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 LINPACK で生成されるようなワークロードについては、さらに制限が適用されます。また、消費電流の上限に達する前に、プロセッサの電力消費および温度の上限に達すると、コアの周波数も制限されることがあります。そのため、ターボモードを使用しても、使用しない場合に比べてパフォーマンスが低下することがあります。そのような場合は、BIOS オプションでターボ機能を無効にしてください。

次のグラフは、PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite とその旧モデルである PRIMEQUEST 3800E2 のスループットを最大のパフォーマンス構成で比較したものです。

PRIMEQUEST 3800E2 の 4socket に比べ 2 倍以上、8socket と比較しても 1.1 倍以上の性能向上がみられました。



LINPACK: PRIMEQUEST 3800E2 と PRIMEQUEST 4400E の比較

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

PRIMEQUEST 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)
- キューデプス (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、キューデプス (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 = 10¹² 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 MiB/s = 2²⁰ 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。

PRIMEQUEST PQ4400L は、SSD は未サポート、HDD のみのサポートとなります。

SUT (System Under Test : テスト対象システム)

ハードウェア

接続コントローラ : PRAID EP540i

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
HDD	SAS HDD (SAS 12Gbps, 15k rpm) [512n]	ST300MP0006 ST600MP0006
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512e]	AL15SEB18EQ AL15SEB24EQ
	SAS HDD (SAS 12Gbps, 10k rpm) [512n]	AL15SEB060N AL15SEB120N
SSD	SAS SSD (SAS 12Gbps, 10DWPD)	XS400ME70084 XS800ME70084 XS1600ME70084
	SAS SSD (SAS 12Gbps, 3DWPD)	XS800LE70084 XS1600LE70084 XS3200LE70084
	SAS SSD (SAS 12Gbps, 1DWPD)	XS960SE70084 XS1920SE70084 XS3840SE70084 XS7680SE70084

接続コントローラ : PRAID EP680i

ストレージ媒体	種別	ドライブ名
SSD	PCIe SSD	SSDPF21Q400GB SSDPF21Q800GB SSDPF21Q016TB
	PCIe SSD (3DWPD)	KCM61VUL1T60 KCM61VUL3T20 KCM61VUL6T40
	PCIe SSD (1DWPD)	KCM61RUL960G KCM61RUL1T92 KCM61RUL3T84 KCM61RUL7T68

接続コントローラ : Intel C741 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	MTFDDAV240TGA MTFDDAV480TGA MTFDDAV960TGA

ソフトウェア		
オペレーティング システム	Microsoft Windows Server 2019 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	HDD : 256KiB、SSD : 64 KiB	
測定ツール	lometer 1.1.0	
測定領域	HDD, SSD (M.2 以外)	RAW ファイルシステムを使用。使用可能な LBA 領域の最初の 32GiB はシーケンシャルアクセスで使用。続く 64GiB をランダムアクセスで使用。
	SSD(M.2)	NTFS ファイルシステムを使用。使用可能な LBA 領域の最初の 32GiB はシーケンシャルアクセスで使用。続く 64GiB をランダムアクセスで使用。
lometer worker の総数	1	
lometer アクセスの調整	アクセスブロックサイズに調整	

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 EP540i	-	PCIe 3.0 x8	SATA 6G SAS 12G PCIe x16	0, 1, 1E, 10, 5, 50
PCIe SSD 2.5"	PRAID EP680i	-	PCIe 4.0 x8	SATA 6G SAS 12G PCIe x16	0, 1, 1E, 10, 5, 50
M.2 Flash	C741 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。PRIMEQUEST 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	フォームファクター
2.5 インチモデル	HDD	SAS 12G	2.5 インチ
	SSD	SAS 12G	2.5 インチ
		SATA 6G	M.2
		PCIe 4.0	2.5 インチ

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を行うため、PRIMEQUEST 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](#)」で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となります。各セルの横棒は達成可能な最大性能値を表しているため、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

HDDs

Capacity [GB]	Storage device	Interface	Transactions [IO/s]			Throughput [MiB/s]	
			Database	Fileserver	filecopy	Streaming	Restore
□ SAS HDD 15krpm [512n]							
300	ST300MP0006	SAS 12G	790	696	666	304	304
600	ST600MP0006	SAS 12G	736	651	601	301	300
□ SAS HDD 10krpm [512e]							
1,800	AL15SEB18EQ	SAS 12G	767	631	624	255	249
2,400	AL15SEB24EQ	SAS 12G	754	620	617	264	260
□ SAS HDD 10krpm [512n]							
600	AL15SEB060N	SAS 12G	698	586	600	232	232
1,200	AL15SEB120N	SAS 12G	732	604	615	230	226

SSDs ※PRIMEQUEST PQ4400L は、SSD 未サポート。

Capacity [GB]	Storage device	Interface	Transactions [IO/s]			Throughput [MiB/s]	
			Database	Fileserver	filecopy	Streaming	Restore
□ SAS SSD (10DWPD)							
400	XS400ME70084	SAS 12G	122,956	22,969	19,438	1,052	872
800	XS800ME70084	SAS 12G	123,848	23,784	19,435	1,052	874
1,600	XS1600ME70084	SAS 12G	123,277	23,725	19,270	1,051	884
□ SAS SSD (3DWPD)							
800	XS800LE70084	SAS 12G	121,914	23,707	19,257	1,052	871
1,600	XS1600LE70084	SAS 12G	122,949	23,771	19,455	1,052	874
3,200	XS3200LE70084	SAS 12G	123,090	22,816	19,418	1,051	872
□ SAS SSD (1DWPD)							
960	XS960SE70084	SAS 12G	123,014	23,678	19,424	1,052	870
1,920	XS1920SE70084	SAS 12G	123,093	23,760	19,423	1,052	874
3,840	XS3840SE70084	SAS 12G	122,810	22,949	19,406	1,051	871
7,680	XS7680SE70084	SAS 12G	123,461	22,899	19,516	1,051	880
□ PCIe SSD							
400	SSDPF21Q400GB	PCIe4 x4	303,783	91,576	84,727	6,693	4,562
800	SSDPF21Q800GB	PCIe4 x4	290,266	99,852	94,882	6,738	4,512
1,600	SSDPF21Q016TB	PCIe4 x4	304,687	108,995	110,292	6,682	4,382
□ PCIe SSD (3DWPD)							
1,600	KCM61VUL1T60	PCIe4 x4	272,211	49,350	47,236	6,649	2,740
3,200	KCM61VUL3T20	PCIe4 x4	314,143	72,898	75,032	6,649	4,062
6,400	KCM61VUL6T40	PCIe4 x4	305,271	67,808	71,273	6,649	3,853
□ PCIe SSD (1DWPD)							
960	KCM61RUL960G	PCIe4 x4	77,623	9,719	6,428	6,633	1,400
1,920	KCM61RUL1T92	PCIe4 x4	180,706	19,204	12,678	6,649	2,730
3,840	KCM61RUL3T84	PCIe4 x4	315,657	72,526	75,132	6,649	4,048
7,680	KCM61RUL7T68	PCIe4 x4	311,548	68,020	71,191	6,649	3,853

Capacity [GB]	Storage device	Interface	Transactions [IO/s]			Throughput [MiB/s]	
			Database	Fileserver	filecopy	Streaming	Restore
<input type="checkbox"/> M.2 SATA SSD							
240	MTFDDAV240TGA	SATA 6G	 34,363	 5,680	 5,730	 500	 353
480	MTFDDAV480TGA	SATA 6G	 43,056	 6,473	 6,540	 503	 490
960	MTFDDAV960TGA	SATA 6G	 50,096	 6,984	 7,049	 505	 494


関連資料


PRIMEQUEST サーバ

<https://www.fsastech.com/products/mission-critical/>

PRIMEQUEST 4400L / 4400E / 4400S / 4400S Lite

このホワイトペーパー

 <https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=894abdf0-c011-49a2-882b-d8ac1cf512f7>

 <https://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=f176128b-c037-4383-9594-ffe38a4c694>

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/>

LINPACK

The LINPACK Benchmark: Past, Present, and Future

<https://www.netlib.org/utk/people/jackDongarra/PAPERS/hplpaper.pdf>

TOP500

<https://www.top500.org/>

HPL - A Portable Implementation of the High-Performance Linpack Benchmark for Distributed-Memory Computers

<https://www.netlib.org/benchmark/hpl/>

Intel Math Kernel Library – LINPACK Download

<https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/onemkl-benchmarks-suite.html>

文書変更履歴

版数	日付	説明
1.1	2024-11-12	更新 ・ 軽微な修正
1.0	2023-09-12	新規 ・ 製品データ ・ SPEC CPU2017、STREAM、LINPACK 4 th Generation Intel Xeon Processor Scalable Family で測定及び算出 ・ ディスク I/O 2.5 インチモデルのストレージ性能値

お問い合わせ先

エフサステクノロジーズ株式会社

Web サイト: <https://www.fsastech.com>

PRIMEQUEST のパフォーマンスとベンチマーク

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