

ホワイトペーパー

FUJITSU Server PRIMERGY

Xeon E5-2600 v3 搭載システムのための BIOS 最適化

本書は、Intel Xeon E5-2600 v3 搭載 PRIMERGY サーバ世代（PRIMERGY BX2560 M1、BX2580 M1、CX2550 M1、CX2570 M1、RX2530 M1、RX2540 M1、RX2560 M1、TX2560 M1）で有効な BIOS 設定について説明しています。

本書の目的は、要件に応じた BIOS 設定を最適化することです。ここではまた、PRIMERGY サーバのパフォーマンスとエネルギー効率を最大にするための最適化を目指しています。最大のスループットを実現するための最適化や、応答時間を最短にするためのアプリケーションシナリオについても考慮します。



バージョン
1.1
2015-02-12

目次

ドキュメントの履歴	2
概要	3
アプリケーションシナリオ	4
パフォーマンス	4
低レイテンシ	4
省エネ/エネルギー効率	5
PRIMERGY BIOS オプション	6
最適化の推奨	6
BIOS オプションの詳細	9
関連資料	19
お問い合わせ先	20

ドキュメントの履歴

バージョン 1.0

第 1 版

バージョン 1.1

- BIOS オプションの「CPU C3/C6 Report」に関する説明を拡充
- マイナー修正

概要

Fujitsu PRIMERGY サーバは、工場出荷時の時点で、最も一般的なアプリケーションシナリオ向けに、パフォーマンスとエネルギー効率の最適な比率を提供する標準の BIOS が設定されています。ただし、可能な限り最大のスループット（パフォーマンス）、可能な限り最小のレイテンシ（低レイテンシ）、または可能な限り最大の省エネ（エネルギー効率）という要件に応じて、サーバを設定する際に標準設定からの逸脱が必要な状況になる可能性があります。本書では、この 3 つのシナリオについて、最適な BIOS 設定のための推奨されるベストプラクティスを提供します。これらについて、以下に詳細に説明します。PRIMERGY サーバを最適化の際は、BIOS 設定だけでなく、システム全体も考慮する必要があります。サーバシステムのプランニングには、次の点を特に考慮する必要があります。

- サーバハードウェア
 - プロセッサ : プロセッサの種類および周波数
 - メモリ : メモリの種類とメモリ構成
 - I/O カード : PCIe スロットにおける複数のカードの最適な配置
- オペレーティングシステムとアプリケーションソフトウェア
 - プラン : パフォーマンスやエネルギー効率
 - チューニング : カーネル、レジストリ、割り込みバインディング、スレッド分割
- ネットワーク
 - ネットワークテクノロジー : 1/10/40 Gbit イーサネット、ファイバーチャネル、Infiniband、RDMA
 - ネットワークアーキテクチャー : スイッチ、マルチチャネル
- ストレージ
 - テクノロジー : RAID、ファイバーチャネル、Direct Attached
 - ディスク : HDD、SSD、SATA、SAS

アプリケーションシナリオ



パフォーマンス

現在のオペレーティングシステムやアプリケーションに対応する最新のマルチプロセッサ、マルチコア、マルチスレッドテクノロジーにより、Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ世代を搭載した今日の 2 ソケット PRIMERGY サーバは、最高レベルのパフォーマンスを提供します。これは、Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)、SAP、またはトランザクション処理性能評議会 (TPC) による数々のベンチマークの公表によっても証明されています。サーバのパフォーマンスについて注目を集めるのは、たいていはスループットについてです。最高のパフォーマンスを求めるユーザーは、できるだけ多くの作業を同時に実行し、可能であれば新世代の並列プロセッサのすべてのリソースを活用したいと考えます。PRIMERGY サーバは、標準設定でもパフォーマンスとエネルギー効率の最適な比率を提供しますが、BIOS 設定によって、システムのパフォーマンスとエネルギー効率を最大にするように最適化できます。基本的には、この最適化ではシステム内のすべてのコンポーネントを可能な限り最大速度で動作させ、省エネオプションの機能がシステムの速度低下を招かないようにします。そのため、パフォーマンスが最大になるように最適化すると、消費電力の増加につながります。



低レイテンシ

特にハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) 分野や、遅延なくリアルタイムで秒あたり数百万のトランザクションとデータ処理を行う必要がある金融市場のアプリケーションでは、可能な限り最小のレイテンシが求められています。この分野のユーザーは、システムの最適化を介して可能な限り最大のスループットを実現することではなく、個々のトランザクションの速度を上げること、すなわち、個々のトランザクションの実行にかかる時間を短縮することに関心があります。このような場合は、システムの応答時間、いわゆるレイテンシ (通常はナノ秒、マイクロ秒、またはミリ秒で測定) が注目されます。BIOS は、レイテンシを改善するさまざまなオプションを提供します。また、対応するアプリケーションがハードウェアで使用可能なすべてのスレッドを効率的に使用するわけではないことがわかっている場合、不要なスレッド (ハイパースレッディング) またはコアを BIOS 設定で無効にすることで、HPC アプリケーションで特に多く発生する演算の変動を最小限にすることも可能です。さらに、不要なコアを無効にすることで、特定の動作条件下での残りのコアのターボモードのパフォーマンスを向上させることができます。一方、できるだけ一定のパフォーマンスを必要とするシナリオもあります。この場合は、ターボモードなどで周波数変動が発生するような設定を回避し、応答時間を一定に保つことが必要になります。現世代の Intel プロセッサは、先行世代よりも明らかに優れたターボモードパフォーマンスを実現していますが、ターボモードの最大周波数は、特定の動作条件下では保証されません。このような場合は、ターボモードを無効にすると、周波数変動を回避できます。省エネ機能は、可能な限り周波数や電圧を低くし、特定の機能ブロックおよびコンポーネントを無効にしてエネルギーを節約することが目的ですが、応答時間に悪影響を及ぼすこともあります。つまり、省エネモードを強化すればするほど、パフォーマンスが低下します。さらに、省エネモードで低下したパフォーマンスを最大に戻すには、プロセッサで一定の時間を必要とします。そのため、特にトランザクションのバーストがアイドル状態後に保留されている場合や、システムが不規則に使用されている場合は、システムのレイテンシ増加につながります。本書では、低レイテンシを重視する分野のユーザーを対象として、システムレイテンシが最小限になるように省エネモードを構成する方法について説明します。サーバのレイテンシ、特にアイドル状態のレイテンシを最適化すると必ず、電力消費量が実質的に多くなります。

「性能」および「低レイテンシ」に関する注意 :

I/O システムの最大スループットまたは最小レイテンシは、I/O に強く依存するアプリケーションに大きな影響を与える場合があります。I/O システムのスループットまたはレイテンシの値は、プロセッサに対しては異なる意味を持ちます。例えば I/O スループットは、I/O システムによって一定時間内に転送されるデータの量を意味します。最大 I/O スループットまたは最小 I/O レイテンシを達成するために、BIOS のプロセッサ最適化機能を、最大のコンピュータ処理速度 (「パフォーマンス」) または「低レイテンシ」に設定する必要はありません。ほとんどの場合では、最適に設定された I/O コンポーネントとともに BIOS の標準設定を使用するのが最も適しています。そうすることで、これらのコンポーネントに対して、ほぼ例外なく可能な限りの最大値が割り当てられます。特定のまれなケース (要件が非常に高い SSD など) では、これら

の目標値が見落とされてしまう場合があります。その解決策として、BIOS オプションの [Uncore Frequency Override] を [Enabled] に設定するか、BIOS オプションの [Utilization Profile] を設定します (詳細については、それぞれのセクションを参照してください)。



省エネ／エネルギー効率

最大のスループットと最小のレイテンシのためのシナリオの他に、大きな役割を担うのがパフォーマンスではなくエネルギー消費である環境もあります。この場合に追及するのが、次の2つの目的です。

1 つは、可能な限り消費電力を低く抑えるように BIOS のオプションを選択することです。これは、電力予算に限りがあり、パフォーマンスよりもラックやサーバ当たりの電力消費量の削減を重視しているデータセンターオペレーターなどのユーザーに適したオプションになります。この方向で最適化を行う場合は、速度、つまりサーバのパフォーマンスを低下させる操作が中心になります。

もう 1 つは、スループットと消費電力が最良の比率になるようにサーバを設定することです。これは、ワット当たりのパフォーマンスが測定されたサーバで最適なエネルギー効率を実現する唯一の方法です。こうした最適化は特に、パフォーマンスの最大化を重視せず、総所有コストの最適化に重きを置くデータセンターオペレーターによって採用されます。

Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) による数多くの公表と、サーバのエネルギー効率を測定する際の業界標準のベンチマークである SPECpower_ssj2008 や、SAP Server Power Benchmark および VMmark V2 Performance with Server Power は、PRIMERGY サーバがエネルギー効率に関して最良の選択であることを証明しています。

PRIMERGY BIOS オプション

このホワイトペーパーには、Intel Xeon E5-2600 v3 搭載の PRIMERGY サーバに対して有効な BIOS オプションに関する情報が記載されています。これは以下のサーバに適用されます。

- PRIMERGY BX2560 M1
- PRIMERGY BX2580 M1
- PRIMERGY CX2550 M1
- PRIMERGY CX2570 M1
- PRIMERGY RX2530 M1
- PRIMERGY RX2540 M1
- PRIMERGY RX2560 M1
- PRIMERGY TX2560 M1

PRIMERGY サーバの BIOS は、常に開発が続けられています。そのため、いずれの場合も最新の BIOS バージョンを使用して、本書に記載されているすべての BIOS 機能を利用できるようにすることは大変重要です。該当するダウンロードは、<http://www.fujitsu.com/fts/support> で公開されています。

最適化の推奨

以下の表に、最大のパフォーマンス、低いレイテンシ、または最大のエネルギー効率のいずれかを実現するために PRIMERGY サーバを最適化する場合の BIOS オプションの推奨設定を示します。BIOS オプションを変更するには、最初にシステムセルフテスト (Power On Self Test = POST) 時の BIOS セットアップを呼び出す必要があります。詳細については、サーバのマニュアルを参照してください。

ここに記載されている BIOS オプションの多くは、互いに依存関係にあります。そのため、どのオプションの変更が、望ましくないシステムの動作を発生させ、また望ましいシステムの動作を発生させるかを明らかにするには、他のオプションも同時に変更してみるしかありません。以下の表に示されている BIOS オプションに変更する前に、該当の BIOS オプションの脚注に目を通すことをお勧めします。また、すべての変更を実稼働環境に適用する前に、必要な効果が有効かどうかテスト環境で検証することをお勧めします。

サーバシステムを計画する際は、BIOS オプションの推奨設定の他に、オペレーティングシステムの選択と調整にも留意する必要があります。使用方法によっては、オペレーティングシステムの選択と調整がパフォーマンス、レイテンシ、エネルギー効率に影響を及ぼす場合があります。個々のオペレーティングシステムの調整に関する補足情報については、以下のリンクを参照してください。

Microsoft Windows: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/dn529134>

RedHat Linux: <https://access.redhat.com/articles/221153>

https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/7/html/Performance_Tuning_Guide/

SUSE Linux: https://www.suse.com/documentation/sles11/pdfdoc/book_sle_tuning/book_sle_tuning.pdf

VMware vSphere: <http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMW-Tuning-Latency-Sensitive-Workloads.pdf>

表 1 : BIOS オプションの概要

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定 ¹⁾	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > PCI Subsystem Settings	ASPM Support	Disabled L1 Only	Disabled	Disabled	L1 Only
Advanced > PCI Subsystem Settings	DMI Control	GEN 1 GEN 2	GEN 2	GEN 2	GEN 1 ²⁾
Advanced > CPU Configuration	Hyper-Threading	Disabled Enabled	Enabled	Disabled ³⁾	Enabled
Advanced > CPU Configuration	Active Processor Cores	0 (All) [1 - n]	0 (All)	1 - n ⁴⁾	0 (All)
Advanced > CPU Configuration	[Hardware] [Adjacent Cache Line] [DCU Streamer] [DCU Ip] Prefetcher	Enabled Disabled	Enabled	Enabled	Disabled ⁵⁾
Advanced > CPU Configuration	Intel Virtualization Technology	Disabled Enabled	Disabled ⁶⁾	Disabled	Disabled
Advanced > CPU Configuration	Power Technology	Disabled Energy Efficient Custom	Custom	Custom	Custom
Advanced > CPU Configuration	Enhanced SpeedStep ⁷⁾	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Advanced > CPU Configuration	Turbo Mode ⁷⁾	Disabled Enabled	Enabled	Disabled ⁸⁾	Disabled
Advanced > CPU Configuration	Override OS Energy Performance ⁷⁾	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Disabled ⁹⁾
Advanced > CPU Configuration	Energy Performance ¹⁰⁾	Performance Balanced Performance Balanced Energy Energy Efficient	Performance	Performance	Energy Efficient
Advanced > CPU Configuration	Utilization Profile ¹⁰⁾	Even Unbalanced	Even	Unbalanced	Even
Advanced > CPU Configuration	CPU C1E Support ⁷⁾	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled
Advanced > CPU Configuration	CPU C3 Report ⁷⁾	Disabled Enabled	Disabled	Disabled	Enabled

1) 太字で示している設定は標準値です。

2) GEN 1 はチップセットの I/O 負荷が低い場合に推奨されます (CX モデルサーバの USB、オンボード SATA、オンボード LAN)。それ以外は GEN 2 に設定することをお勧めします。

3) ハイパースレッディングは論理コアの数を 2 倍にしますが、演算操作でパフォーマンスの変動も誘発します。無効にすると、レイテンシが改善されます。

4) シングルスレッドのアプリケーション、またはすべての CPU スレッドを使用するわけではないアプリケーション用にアクティブコアの数を制限すると、ターボモードのパフォーマンスが向上します。

5) プリフェッチャーを無効にすると、パフォーマンスが変わらないか改善される場合でも、エネルギー効率は向上します。この点は事前に確認する必要があります。

6) 仮想化を使用しない場合は、このオプションを [Disabled] に設定してください。

7) [Power Technology] の設定が [Custom] に変更されている場合のみ、このオプションが表示されます。

8) すべての動作条件の下でターボモードの最大パフォーマンスが保証されているのではなく、パフォーマンスは変動します。[Turbo Mode] オプションを [Disabled] に設定すれば、安定した一定の応答時間にすることができます。

9) 使用中のオペレーティングシステムで CPU の「エネルギー効率ポリシー」を設定することが可能な場合は、[Energy Performance] オプションの設定をオペレーティングシステムの電源プランで行ってください。これが不可能な場合、またはオペレーティングシステムにこの記録を残したくない場合は、このオプションを [Enabled] に設定し、BIOS で設定を行ってください。

10) [Override OS Energy Performance] の設定が [Enabled] に変更されている場合のみ、このオプションを設定できます。

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定 ¹⁾	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	CPU C6 Report ⁷⁾	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled
Advanced > CPU Configuration	Package C State limit ⁷⁾	C0 C2 C6 C6(Retention)	C0	C0	C6(Retention)
Advanced > CPU Configuration	QPI Link Frequency Select	6.4 GT/s 8.0 GT/s 9.6 GT/s Auto	Auto	Auto	6.4 GT/s
Advanced > CPU Configuration	Uncore Frequency Override	Disabled Enabled	Disabled ¹¹⁾	Enabled	Disabled
Advanced > CPU Configuration	COD Enable	Disabled Enabled Auto	Auto	Auto	Auto
Advanced > CPU Configuration	Early Snoop	Disabled Enabled Auto	Auto	Auto	Auto
Advanced > Memory Configuration	DDR Performance	Performance optimized Energy optimized	Performance optimized	Performance optimized	Energy optimized
Advanced > Memory Configuration	Patrol Scrub	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled
Advanced > USB Configuration	Onboard USB Controllers	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Disabled ¹²⁾

¹¹⁾ このオプションを有効にすると、I/O 稼働率が高く、コア稼働率が低いかまったくないアプリケーションで効果を発揮します。

¹²⁾ このオプションをオフに切り替えると、内部または外部 USB デバイスの使用が無効になります。

BIOS オプションの詳細

ASPM Support

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > PCI Subsystem Settings	ASPM Support	Disabled L1 Only	Disabled	Disabled	L1 Only

ASPM は「Active State Power Management」の略で、PCIe デバイスへの PCIe リンクがさまざまな省電力モードで送信されるようにし、電力消費量を低減します。[L1 Only] 設定は、PCIe リンクのアクティビティに応じて、リンクを最もエネルギー効率の高い省電力モードに移行するためにシステムで使用されます。ただし、省電力モードを変更または終了すると、レイテンシが増加します。PCIe デバイスの I/O パフォーマンスを最大限まで高めるには、[Disabled] に設定します。

DMI Control

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > PCI Subsystem Settings	DMI Control	GEN 1 GEN 2	GEN 2	GEN 2	GEN 1

DMI は「Digital Media Interface」の略で、Intel プロセッサとチップセットの間を接続します。このリンクは、さまざまな異なる速度で実行されます。チップセットは、オンボード LAN コントローラ（CX モデルのサーバのみ）、USB コントローラ、およびオンボード SAS/SATA コントローラへの通信も提供します。電力消費量を少しだけ下げるには、環境の [GEN 2] から [GEN 1] への DMI リンクの速度を下げます。チップセットが提供するこれらのコンポーネントの使用頻度は非常に限られています。

Hyper-Threading

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Hyper-Threading	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled

通常、[Hyper-Threading] を常に有効（[Enabled]）にすることを推奨しています。ただし、金融市場の取引ソフトウェアや HPC アプリケーションのように、応答時間の短さを特に重要視するアプリケーションの場合は、[Hyper-Threading] を無効にすることをお勧めします。こうした分野のユーザーは通常、追加スレッドによるシステムのスループットの最大化よりも、個々のスレッドのパフォーマンスと安定性を重視する傾向があります。[Hyper-Threading] を無効にすると、演算操作によるパフォーマンス変動を抑えてレイテンシを改善することができます。

Active Processor Cores

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Active Processor Cores	0 (All) [1 - n]	0 (All)	1 - n	0 (All)

BIOS でプロセッサの各コアを無効にすることもできます。たとえば、10 コアプロセッサ上で 4 つのコアを無効にできます。この場合、残りのコアで L3 キャッシュが完全に保持されます。最大のスループットはコアの最大数を使用する場合に達成されますが、不要なコアを無効にして、残りのアクティブなコアでターボモードの最大周波数を確保することもできます。これは特に、すべてのコアを利用しない、レイテンシの影響を受けやすいアプリケーションの場合に便利です。不要なコアを無効にすることでプロセッサの電力消費量が低減され、残りのコアのターボモード周波数が高くなります。これは、すべての負荷プロファイルで動作するわけではありません。特に、消費電力の大きい AVX アプリケーションには向きません。ただし、この BIOS オプションは、可能な限り高い周波数と高いキャッシュ使用量を実現する設定にすることもできます。

Prefetcher

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	[Hardware] [Adjacent Cache Line] [DCU Streamer] [DCU Ip] Prefetcher	Enabled Disabled	Enabled	Enabled	Disabled

PRIMERGY サーバの BIOS には、以下のようなプリフェッチャーオプションがあります。

- Hardware Prefetcher
- Adjacent Cache Line Prefetch
- DCU Streamer Prefetcher
- DCU Ip Prefetcher

プリフェッチャーはプロセッサの機能のひとつで、特定のパターンに応じてデータをメインメモリからプロセッサの L1 または L2 キャッシュに前もってロードすることができます。プリフェッチャーを有効にすると、通常、より高いキャッシュヒット率を実現し、システム全体のパフォーマンスが向上します。これはメインメモリが最大容量まで使用されるため、メモリ接続がパフォーマンスのボトルネックになっているアプリケーションシナリオには向いていません。この場合、プリフェッチャーオプションを [Disabled] に設定して、プリフェッチ以外に使用される帯域幅をプリフェッチに使用できるようにすることも可能です。また、プリフェッチャーを無効にすることで、サーバの消費電力をわずかに低減できます。実稼働システムでプリフェッチャーオプションを変更する前に、まずテスト環境で各アプリケーションシナリオの個々の設定の効果を検証することをお勧めします。

個々のプリフェッチャーの詳細

Hardware Prefetcher	このプリフェッチャーは、データがアドレス A および A+1 で要求された場合、アドレス A+2 でも要求されることを想定してデータストリームを検索します。このデータはその後、メインメモリから L2 キャッシュにプリフェッチされます。
Adjacent Cache Line Prefetch	このプリフェッチャーは、常にメインメモリからキャッシュラインのペア (128 バイト) を収集し、データがキャッシュに含まれないようにします。このプリフェッチャーが無効の場合、プロセッサが要求するデータを含む 1 つのキャッシュライン (64 バイト) のみが収集されます。
DCU Streamer Prefetcher	このプリフェッチャーは L1 データキャッシュプリフェッチャーとなり、同じキャッシュラインから一定の時間内に発生した複数の負荷を検出します。次のキャッシュラインも必要になるという仮定に基づいて、検出された負荷は、L2 キャッシュまたはメインメモリから L1 キャッシュに事前に適用されます。
DCU Ip Prefetcher	この L1 キャッシュプリフェッチャーは、以前のシーケンシャルアクセスを検索し、これに基づいて、予想される次のデータを決定することを試みます。また、必要に応じてこのデータを L2 キャッシュまたはメインメモリから L1 キャッシュにプリフェッチすることを試みます。

Intel Virtualization Technology

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Intel Virtualization Technology	Disabled Enabled	Disabled	Disabled	Disabled

この BIOS オプションは、CPU の追加の仮想化機能を有効または無効にします。サーバを仮想化用に使していない場合は、このオプションを [Disabled] に設定してください。これにより、電力を節約することもできます。

Power Technology

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Power Technology	Disabled Energy Efficient Custom	Custom	Custom	Custom

BIOS オプション [Power Technology] は、別の BIOS オプションのスーパーセットです。プロセッサのパフォーマンスおよび電力管理機能を制御します。標準設定の [Energy Efficient] は、消費電力と演算機能のバランスを調整します。対応する関連オプションを表示し、個別に設定するには、[Custom] 設定を選択します。[Energy Efficient] 設定の各オプションの標準設定は、次のセクションに太字で表示されます。以下の BIOS オプションがあります。

- Enhanced SpeedStep
- Turbo Mode
- Override OS Energy Performance
 - Energy Performance
 - Utilization Profile
- CPU C1E Support
- CPU C3/C6 Report
- Package C State limit

[Disabled] に設定すると、プロセッサの電源管理が非アクティブになり (P-States → „Enhanced SpeedStep = Disabled“ になり、C-States が無効になります)、同時に [Turbo Mode] オプションも無効にすれば、プロセッサの最大周波数を公称周波数に制限できます。

Enhanced SpeedStep

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Enhanced SpeedStep	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Enabled

Enhanced Intel SpeedStep Technology (EIST) は、特定の負荷プロファイルに応じて各コアまたはプロセッサ全体のパフォーマンスを調整する省電力機能です。この機能では、最大演算速度が不要な場合に周波数と電圧を下げることで、必要なエネルギー量を大幅に下げます。演算速度の分散はオペレーティングシステムとオペレーティングシステムで導入されている戦略 (実行する電力プラン) によって異なるため、富士通では [Enhanced SpeedStep] を有効にしたまま使用することをお勧めします。このオプションを無効にすると、ターボモード機能も利用できなくなります。ターボモードは、周波数を公称周波数より上げることで演算速度を直ちに向上させる機能です。

Turbo Mode

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Turbo Mode	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Disabled

この BIOS オプションは、プロセッサの Intel ターボブーストテクノロジー機能を有効または無効にします。ターボブーストテクノロジー機能では、周波数を公称周波数より上げることで演算速度を直ちに向上させることができます。実行可能な最大周波数は、プロセッサのタイプ、アクティブなプロセッサコアの数、電源、現在の電力消費量、温度、実行すべき命令（AVX 命令か非 AVX 命令か）など、多くの要素によって左右されます。これらの一般的な条件に加え、プロセッサの品質は、特に HPC アプリケーションの場合、ターボモードのパフォーマンスに大きく影響します。このため、たとえば同タイプのプロセッサ間の製造公差によっても、同負荷条件で電力消費量に違いが生じます。

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により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。しかし周波数の高さとは一般的条件に依存するものであって常に保証されるものではないため、パフォーマンスを安定させたり消費電力を少なくしたいアプリケーションシナリオでは、[Turbo Mode] を無効にすることをお勧めします。

Override OS Energy Performance

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Override OS Energy Performance	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Disabled

新世代の Intel Xeon E5-2600 v3 搭載プロセッサは、さまざまな省エネオプションを備えています。プロセッサの中のいわゆるパワーコントロールユニット（PCU）は、これらの省エネオプションすべてを制御する際の中心的な役割をします。PCU は、設定を省エネや最大パフォーマンス重視で制御するために、パラメーター化できます。これには 2 つの方法があります。標準設定では、[Energy Performance] オプションをオペレーティングシステムを通じて制御できます。選択した電源プラン（オペレーティングシステムで設定される）に応じて、特定の値が CPU レジスターに書き込まれます。このレジスターを PCU が評価し、CPU の省エネ機能がそれに応じて制御されます。もう 1 つの方法は、[Energy Performance] オプションを BIOS を介して直接設定することにより、オペレーティングシステムの設定を無効にします。これは特に、たとえば古いオペレーティングシステムでこの特殊な CPU レジスターに書き込めない場合、あるいは省エネオプションを BIOS で一元的に（つまりオペレーティングシステムとは無関係に）設定したい場合に有効です。この場合、BIOS オプション [Override OS Energy Performance] を有効にする必要があります。このオプションを有効にすると、BIOS オプション [Utilization Profile] の設定を行うことも可能になります。

BIOS オプション [Override OS Energy Performance] は PRIMERGY CX サーバでは使用できません。つまり、オペレーティングシステムの設定を BIOS から無効にすることはできません。

Energy Performance

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Energy Performance	Performance Balanced Performance Balanced Energy Energy Efficient	Performance	Performance	Energy Efficient

この BIOS オプションは設定に応じて、Intel プロセッサ内部の「パワーコントロールユニット（PCU）」をパラメーター化して、プロセッサの電力管理機能をパフォーマンスとエネルギー効率の間で最適化します。可能な設定は、[Performance]、[Balanced Performance]、[Balanced Energy]、および [Energy Efficient] です。この設定は、BIOS オプション [Override OS Energy Performance] を [Enabled] に設定した場合のみ使用できます。それ以外の場合、オペレーティングシステムは電源プランを介して [Energy Performance] オプションを設定するタスクを担います。

Utilization Profile

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Utilization Profile	Even Unbalanced	Even	Unbalanced	Even

BIOS オプション [Override OS Energy Performance] が有効な場合は、[Utilization Profile] を設定することも可能です。[Utilization Profile] オプションは省エネオプションをパラメーター化するために使用します。このオプションは QPI と PCIe 帯域幅の両方をモニタリングして、使用率に基づいてプロセッサ周波数を適応させようとしています。標準設定は [Even] ですが、これは CPU 負荷がすべてのプロセッサで均等に分散されていて、適切な周波数が CPU 使用率に基づいて最適に適合されているが前提です。そのため [Even] 設定では、プロセッサ周波数が積極的には増加しません。一方、[Unbalanced] 設定は、CPU 負荷が低い場合に PCIe 使用率が高いアプリケーションシナリオを対象とします。GPGPU による構成がこの典型的な例です。その場合、オペレーティングシステムは CPU の使用率が低いことから低い周波数を要求しますが、実際には可能な最大 PCIe 帯域幅を実現するために高い周波数が必要になります。[Unbalanced] 設定により、QPI または PCIe 使用率が高い場合、プロセッサの周波数は、CPU 使用率が低い場合でも、積極的に増大します。標準設定の [Even] の方がエネルギー効率が良いため、通常はこの設定にすることをお勧めします。しかしパフォーマンスの問題がアプリケーションシナリオに存在する場合（高い PCIe 帯域幅が必要）は、[Unbalanced] 設定によりこの問題が解消される可能性があります。

CPU C1E Support

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	CPU C1E Support	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled

C1E は CPU C 状態であり、これはオペレーティングシステムが CPU にアイドル状態であることを知らせるとすぐに有効になります。CPU C 状態はアイドル状態で、このときプロセッサのコアは、実行するコードがなければ、ある種のスリープ状態にはいります。その結果、アイドル状態では消費電力が大きく減ります。有効状態では、プロセッサが P 状態になると、電力を必要な量だけ利用可能にすることで、コードがエネルギー効率よく実行されるようになります。



**プロセッサパフォーマンス
電力状態 (P 状態)**

- Enhanced Intel SpeedStep® Technology (EIST) と呼ばれる
- Demand Based Switching (DBS) と呼ばれる
- P 状態は、プロセッサがコードを実行していても、CPU 使用率に基づいて消費電力を小さくする
- P 状態はプロセッサ電圧とプロセッサ周波数を合わせたもの
- P 状態は、さまざまなパフォーマンスレベルと比較できる



**プロセッサのアイドル状態時の電力
状態 (C 状態)**

- C 状態は、プロセッサがコードを実行していない場合に消費電力を少なくする
- プロセッサの一部を無効にできる
- C-0 プロセッサがアクティブ
- C-6 プロセッサがディープパワーダウン状態
- C-0 状態と C-6 状態の違いは、プロセッサ当たりで最大 70W（プロセッサタイプによる）
- C-6 状態のプロセッサの消費電力は、およそ 10W

C1E によりアイドル状態では、周波数のクロック数が常に最小の 1.20 GHz に下がります。これは、Intel SpeedStep テクノロジーに関係なく行われます。言い換えると、プロセッサが最大周波数で動作する設定がオペレーティングシステムの電源プランを介して行われていても、C1E が有効であれば、プロセッサはアイドル状態になるとクロック数が 1.20 GHz に下がります。これは、特に低レイテンシアプリケーションで不利になる可能性があります。理由は、周波数のクロック数低下と再度のバックアップによって待ち時間が増えるためです。そのような場合は、この設定を [Disabled] に変更できます。ここで、アイドル状態の電力消費量が大幅に増えることに留意する必要があります。

CPU C3/C6 Report

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	CPU C3 Report	Disabled Enabled	Disabled	Disabled	Enabled
Advanced > CPU Configuration	CPU C6 Report	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled

これらの BIOS オプションは、オペレーティングシステムに CPU C3 または C6 状態を使用できる (Enabled) かあるいは使用できない (Disabled) かを知らせるために使用されます。これらの C 状態からのウェイクアップによって待ち時間が増えるため、可能な限り低いレスポンス時間での最大パフォーマンスが重要になるアプリケーションでは CPU C 状態の設定を [Disabled] にすることをお勧めします。この場合に適用されるのは、C 状態が高くなると、ウェイクアップ時間が長くなるということです。すべての CPU C 状態が無効になると、可能な限り最高のターボモード周波数を実現できなくなることを留意しておく必要があります。この場合はアクティブなコア数に関係なく、最高のターボモード周波数は、すべてのコアがアクティブな場合に可能となる最大周波数に限定されます。プロセッサタイプにもよりますが、これは通常はかなり小さくなります。ターボモード周波数が最大になるためには、すべてのコアが有効でない限り、少なくとも [CPU C3 Report] を [Enabled] に設定する必要があります。BIOS オプション [CCPU C3/C6 Report] で [Disabled] 設定を使用することによって BIOS ができなくなるのは、ACPI を介して適切な CPU C 状態をオペレーティングシステムへ転送することです (結果として、通常はこの状態を使用できる位置ではなくなります)。C 状態に関連する BIOS 設定は、一部のオペレーティングシステム、特に「intel_idle」ドライバを使用する Linux ディストリビューションには作用しません (2015 年現在、すべての Enterprise Linux ディストリビューションが富士通でサポートされています)。そのようなオペレーティングシステムで BIOS 設定を強制的に作用させるには、Linux カーネルパラメーター [intel_idle.max_cstate=0] を使用して、このドライバを無効にします。こうすると、Linux カーネルは代わりに「processor」アイドルドライバを使用するようになるため、BIOS 設定が作用するようになります。

Package C State limit

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Package C State limit	C0 C2 C6 C6(Retention)	C0	C0	C6(Retention)

CPU またはコア C 状態に加えて、いわゆるパッケージ C 状態というものもあります。このときは、個々のコアのプロセッサのみでなく、プロセッサチップ全体をある種のスリープ状態にすることができます。その結果として、消費電力量はさらに少なくなります。低パッケージ C 状態からアクティブな C0 状態へ変わるのに必要な「ウェイクアップ時間」は、CPU またはコア C 状態と比べると長くなります。[C0] 設定が BIOS で行われると、プロセッサチップは常にアクティブなままになります。ただし、動作時間内のサーバのアイドル時間が非常に長くなることが予想できず、パッケージ C-states からの「ウェイクアップ」時にレイテンシが重要な役割を果たさない場合は、アイドル状態のサーバの電力消費量を大幅に低減するために、設定を [C6 (Retention)] のままにしておきます。[C6] と [C6 (Retention)] の違いは電圧であり、プロセッサはこのパッケージ C-states で動作します。[C6 (Retention)] に設定すると、電圧と電力消費量がさらに減少します。

QPI Link Frequency Select

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	QPI Link Frequency Select	6.4 GT/s 8.0 GT/s 9.6 GT/s Auto	Auto	Auto	6.4 GT/s

この BIOS オプションを使用することで、システム内の CPU 間の QuickPath インターコネクト (QPI) 速度を小さくして電力を節約することができます。これは、使用可能帯域幅が不要な場合に特に有効です。しかしパフォーマンスを最大にしてレスポンス時間を短くすることが指定されている場合は、最高速度を自動的に設定する [Auto] 設定は変更しないでおきます。必要となる帯域幅に応じて、[6.4 GT/s] (節約度が最高になる)、[8.0 GT/s]、[9.6 GT/s] (最高速度) から選択できます。

Uncore Frequency Override

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	Uncore Frequency Override	Disabled Enabled	Disabled	Enabled	Disabled

新世代の Intel Xeon E5-2600 v3 ベースプロセッサは、各コアとアンコアと呼ばれる領域が、独立した周波数で動作します。各領域の周波数は、稼働率に応じて設定されます。つまり、稼働率が高くなるとプロセッサの周波数が高くなり、負荷に応じた演算性能を発揮できます。一方で、プロセッサやプロセッサの該当する領域で稼働率が低下すると、周波数を最小限に抑えてエネルギーを節約します。

この BIOS オプションを有効にすると、コアの稼働率が低い場合やアイドル状態の場合でも、プロセッサのアンコア領域が最大周波数で動作するようになります。これに応じて、電力消費量も高くなります。このため、通常はこのオプションを常に [Disabled] に設定します。I/O レイテンシが重要なアプリケーションや、一般に I/O を多用するアプリケーションは、プロセッサに対する負荷がまったくないか非常に少ないので、例外となります。この場合、プロセッサの電源管理メカニズムが周波数を最小に設定しようと試みます (「CPU C1E Support」を参照)。この場合は、アンコアと呼ばれる領域の周波数も自動的に低くなります。これは、I/O スループットに悪影響を与える可能性があります。というのも、すべての I/O 通信 (PCIe、メモリ、QPI など) は アンコア領域を経由しているためです。[Uncore Frequency Override = Enabled] 設定を使用すればこの動作を回避できますが、電力消費量の増加は避けられません。

QPI スヌープモード

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > CPU Configuration	COD Enable	Disabled Enabled Auto	Auto	Auto	Auto
Advanced > CPU Configuration	Early Snoop	Disabled Enabled Auto	Auto	Auto	Auto

Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ世代は、3 つの異なるスヌープモードをサポートし、Intel QPI リンクを介したキャッシュコヒーレンスの実践方法を制御します。これらの PRIMERGY サーバの BIOS には、3 つの異なるスヌープモードの設定に使用できる 2 つの BIOS オプションがあります。必要な設定を行う前に、使用するアプリケーションとオペレーティングシステムで、必要なスヌープモードがサポートされていることを確認する必要があります。最適な設定はアプリケーションによって異なるため、このホワイトペーパーでは、3 つのアプリケーションシナリオに対して推奨されるスヌープモードを特に明記しません。たとえば、同じ分野 (「低レイテンシ」など) で 2 つの異なるアプリケーションがあったとしても、スヌープモードに対する条件が異なる場合があります。この場合は、パフォーマンスの観点から最適な設定を判断するために、各アプリケーションで異なるスヌープモードをテストする必要があります。参考として、このセクションの後半に「スヌープモードの相対的なパフォーマンス」表を収録しています。

以下の表は、それぞれのケースで必要となるスヌープモードを設定するための [COD Enable] および [Early Snoop] という利用可能な 2 つの BIOS オプションの構成方法を示しています。

スヌープモード	BIOS オプション	COD Enable	Early Snoop
Early Snoop (ES)		Disabled	Enabled
Cluster on Die (COD)		Enabled	Disabled
Home Snoop (HS)		Disabled	Disabled

利用可能なスヌープモードは、使用する CPU とその他のハードウェア構成によって異なります。このため、それぞれのケースにおける BIOS の 2 つのオプションの標準設定は [Auto] になります。[Auto] に設定することで、使用するハードウェア構成に応じて最適なスヌープモードが常に使用されます。2 ソケット構成の場合は、BIOS オプションの標準設定である [Auto] によって [Early Snoop] モードが選択されます。

それぞれのスヌープモードは、スヌープトラフィックの作成方法に応じて、メモリ帯域幅やメモリレイテンシに対して異なる機能と効果をもたらします。

個々の QPI スヌープモードの詳細 :

Cluster on Die (COD) [Cluster on Die] (COD) モードは、すべてのプロセッサを論理的に 2 つのクラスタに等分し、プロセッサで利用できるすべてのコアの半分と利用可能な L3 キャッシュの半分のそれぞれ割り当てます。このため、[Cluster on Die] モードの個々の物理プロセッサは、割り当てに応じて適切な数のコアと L3 キャッシュのサイズを持つ 2 つの異なる NUMA ノードなどのオペレーティングシステムで使用されます。[on-die directory cache] と [in-memory directory bits] に基づいて、このモードでスヌープを送信するかどうかに関する評価が行われます。
[Cluster on Die] (COD) モードは、最小限のローカルメモリレイテンシと最高のローカルメモリ帯域幅を達成するために、NUMA に最適化されたアプリケーションで特に推奨されます。このモードは、10 個以上のコアを持つ Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサで、BIOS オプションの標準設定である [NUMA = Enabled] が構成されている場合のみサポートされます。

Home Snoop (HS) スヌープは Home Snoop モードで常に送信されます。スヌープの送信元は Early Snoop モードとは異なります。Home Snoop モードでは、スヌープはホームエージェントによって送信されます。このモードは、ローカルおよびリモートメモリの帯域幅の影響を受けやすい NUMA アプリケーションで推奨されます。

Early Snoop (ES) Home Snoop モードでは、スヌープは常に Early Snoop モードで送信されます。Early Snoop モードでは、スヌープはキャッシングエージェントによって送信されます。このモードは、メモリレイテンシの必要性が非常に低いアプリケーションや、リモートソケットのキャッシュ間の転送レイテンシの必要性が低いアプリケーションで推奨されます。このモードではスヌープが早めに送信されるため、スヌープメモリのレイテンシは減少します。

スヌープモードの相対的なパフォーマンス			
10 個以上のコアを持つ Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ、BIOS オプション [NUMA = Enabled]			
パフォーマンスの評価指標*	Early Snoop (ES)	Cluster on Die (COD)	Home Snoop (HS)
L3 キャッシュヒットレイテンシ	低	最低	低
ローカルメモリレイテンシ	中	低	高
リモートメモリレイテンシ	最低	低 - 高	低
ローカルメモリ帯域幅	高	最高	高
リモートメモリ帯域幅	中	中	高
10 個以上のコアを持つ Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ、BIOS オプション [NUMA = Disabled]			
メモリレイテンシ	低	サポートされません	低
メモリ帯域幅	高		高
10 個未満のコアを持つ Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ、BIOS オプション [NUMA = Enabled]			
L3 キャッシュヒットレイテンシ	低	サポートされません	低
ローカルメモリレイテンシ	最低		低
リモートメモリレイテンシ	最低		低
ローカルメモリ帯域幅	高		高
リモートメモリ帯域幅	低		高
10 個未満のコアを持つ Intel Xeon E5-2600 v3 プロセッサ、BIOS オプション [NUMA = Disabled]			
メモリレイテンシ	最低	サポートされません	低
メモリ帯域幅	高		高

*レイテンシは、低いほど優れています。帯域幅は、高いほど優れています。

DDR Performance

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > Memory Configuration	DDR Performance	Performance optimized Energy optimized	Performance optimized	Performance optimized	Energy optimized

この BIOS オプションは、メモリモジュールが動作する速度を制御します。このため、パフォーマンスとエネルギー消費量を比較しながら評価する必要があります。「パフォーマンス重視」の設定では、使用する CPU のタイプとメモリ構成に応じて DIMM が最大速度で動作するため（これに関する詳細については、Xeon E5-2600 v3 (Haswell-EP) ベースシステムのメモリパフォーマンスに関するホワイトペーパーを参照）、最高のメモリパフォーマンスが得られます。「エネルギー重視」の設定では、プロセッサのモデルやメモリ構成にかかわらず、メモリ周波数が常に最小値（1066 MHz）に制限されるため、電力消費量が最小限になります。

BIOS オプションのメモリパフォーマンスの場合に加えて、使用しているメモリタイプと最適な構成の DIMM はさらに大きな役割を果たします。これに関する詳細な説明とトピック NUMA (Non-Uniform Memory Access : 非均等型メモリアクセス) については、Xeon E5-2600 v3 (Haswell-EP) ベースシステムのメモリパフォーマンスに関するホワイトペーパー（本書巻末の関連資料を参照）をご覧ください。

Patrol Scrub

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > Memory Configuration	Patrol Scrub	Disabled Enabled	Enabled	Disabled	Enabled

この BIOS オプションは、システムの主メモリに、オペレーティングシステムとは無関係にバックグラウンドで繰り返しアクセスして、メモリエラーを予防的に検出して修正する、いわゆるメモリスクラビングを有効または無効にします。このメモリテストの時間は調整することができず、特定の状況ではパフォーマンスが低下する可能性があります。[Patrol Scrub] オプションを無効にすることにより、オペレーティングシステムによるアクセスがアクティブな場合にメモリエラーが検出される可能性が高まります。これらのエラーが修正可能になるまで、メモリモジュールの ECC テクノロジーによりシステムが引き続き安定して動作するようになります。しかし、修正可能なメモリエラーが多すぎると、修正不可能なエラーが検出されるリスクが高まり、その結果としてシステムが停止してしまいます。

Onboard USB Controllers

BIOS セットアップメニュー	BIOS オプション	設定	パフォーマンス	低レイテンシ	エネルギー効率
Advanced > USB Configuration	Onboard USB Controllers	Disabled Enabled	Enabled	Enabled	Disabled

PRIMERGY サーバのチップセットには、複数の USB コントローラーがあります。USB デバイス（マウスやキーボードも含む）を使用しないで済む場合は、この BIOS オプションの設定を [Disabled] にしてください。これにより電力量が節約されて、第三者による不正なアクセスに対するセキュリティが高まります。設定には関係なく、USB コントローラーはシステム起動時はアクティブなままであるため（無効化は POST の後にのみ行われる）設定を再度変更できるので、USB キーボードを介した BIOS 設定へのアクセスを [Disabled] に設定した選択肢もあります。

関連資料

PRIMERGY サーバ


<http://jp.fujitsu.com/primergy>


PRIMERGY のパフォーマンス


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

コンポーネント別性能情報

このホワイトペーパー :

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=f154aca6-d799-487c-8411-e5b4e558c88b>

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=b0877217-e9ef-4c7b-943d-299c0a4c4637>

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=2009eb5b-f273-4f1f-94ef-07f1d0304255>

パフォーマンス、低レイテンシ、エネルギー効率を重視した BIOS 設定 (Xeon E5-2400/2600/4600 ベースシステムの場合、英語)

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=e5f29616-130e-47c7-8fa0-be230670edab>

Xeon E5-2600 v2 搭載システムのための BIOS 最適化

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=c9c496f2-3cc9-4d8d-8e34-64d997bd0a86>

Xeon E5-2600 v3 (Haswell-EP) 搭載システムのメモリパフォーマンス

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=342460c7-d7ec-4a7c-ade8-c33016154215>

PRIMERGY のマニュアル

<http://support.ts.fujitsu.com/Manuals/Index.asp>

PRIMERGY BIOS ダウンロード

<http://support.ts.fujitsu.com/Download/Index.asp>

SPECpower_ssj2008

http://www.spec.org/power_ssj2008

ベンチマークの概要 SPECpower_ssj2008

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

SAP Server Power

http://global.sap.com/campaigns/benchmark/appbm_benchmarks.epx

VMmark V2

ベンチマークの概要 VMmark V2

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=a083d947-8a41-45d1-a112-8cd295595a95>

VMmark V2

<http://www.vmmark.com>

オペレーティングシステムのパフォーマンス調整のガイドライン

Microsoft Windows

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/dn529134>

RedHat Linux

<https://access.redhat.com/articles/221153>

https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/7/html/Performance_Tuning_Guide/

SUSE Linux

https://www.suse.com/documentation/sles11/pdfdoc/book_sle_tuning/book_sle_tuning.pdf

VMware vSphere

<http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMW-Tuning-Latency-Sensitive-Workloads.pdf>

お問い合わせ先

富士通

Web サイト : <http://jp.fujitsu.com/>

PRIMERGY のパフォーマンスとベンチマーク

<mailto:primergy.benchmark@ts.fujitsu.com>

© Copyright 2014-2015 Fujitsu Technology Solutions. Fujitsu と Fujitsu ロゴは、富士通株式会社の日本およびその他の国における登録商標または商標です。その他の会社名、製品名、サービス名は、それぞれ各社の登録商標または商標です。知的所有権を含むすべての権利は弊社に帰属します。製品データは変更される場合があります。納品までの時間は在庫状況によって異なります。データおよび図の完全性、事実性、または正確性について、弊社は一切の責任を負いません。本書に記載されているハードウェアおよびソフトウェアの名称は、それぞれのメーカーの商標等である場合があります。第三者が各自の目的でこれらを使用した場合、当該所有者の権利を侵害することがあります。詳細については、<http://www.fujitsu.com/fts/resources/navigation/terms-of-use.html> を参照してください。

2015-02-12 WW JA