



インテル H P C ・ A I

2018年2月16日

インテル株式会社
H P C 事業開発マネージャ 矢澤 克巳

HPC Trends



EXASCALE COMPUTING



ARTIFICIAL INTELLIGENCE



WORKFLOW CONVERGENCE

Intel® Scalable System Framework for HPC

MODELING & SIMULATION



HPC DATA ANALYTICS



MACHINE LEARNING



VISUALIZATION



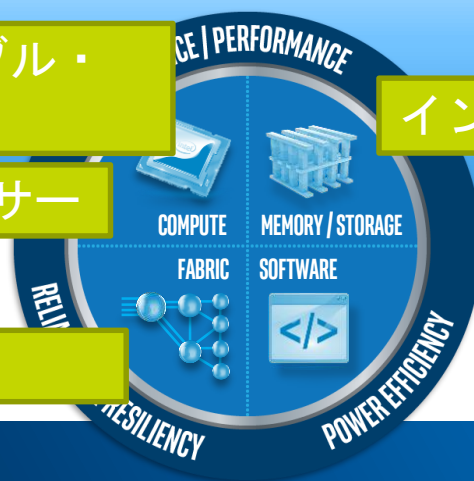
MANY WORKLOADS – ONE FRAMEWORK

インテル® Xeon® スケーラブル・
プロセッサ

インテル® Xeon Phi™ プロセッサ

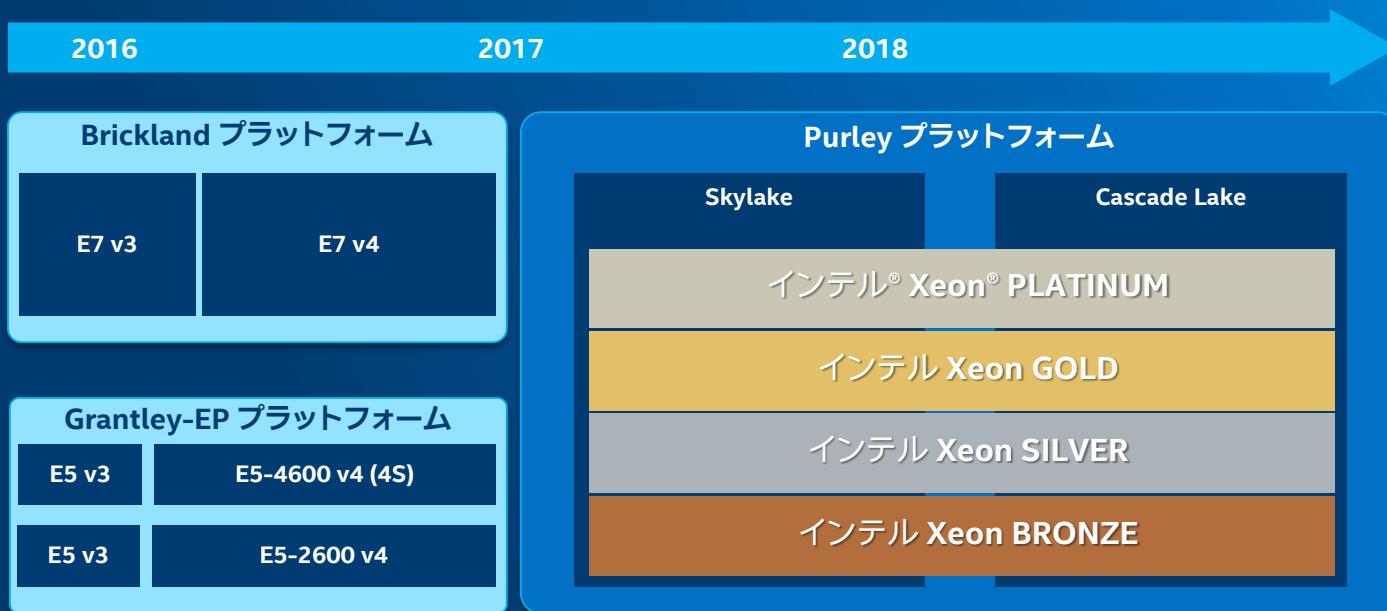
インテル® Omni-Path

インテル® Optane™ and Ruler



インテル® XEON® スケーラブル・ プロセッサ

インテル® Xeon® プロセッサのロードマップ



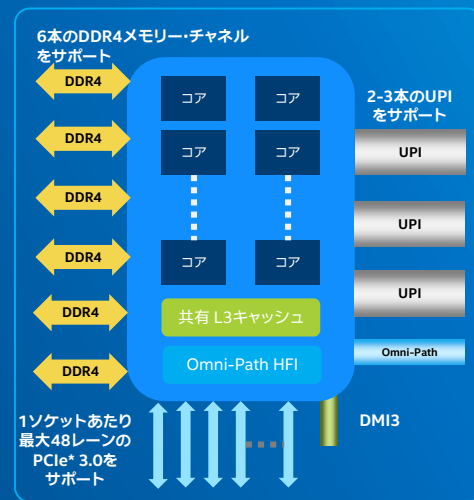
Skylake-SP マイクロアーキテクチャーで
革新的なコンバージド・プラットフォームを実現

この10 年で最大規模となるプラットフォームの進化を実現する

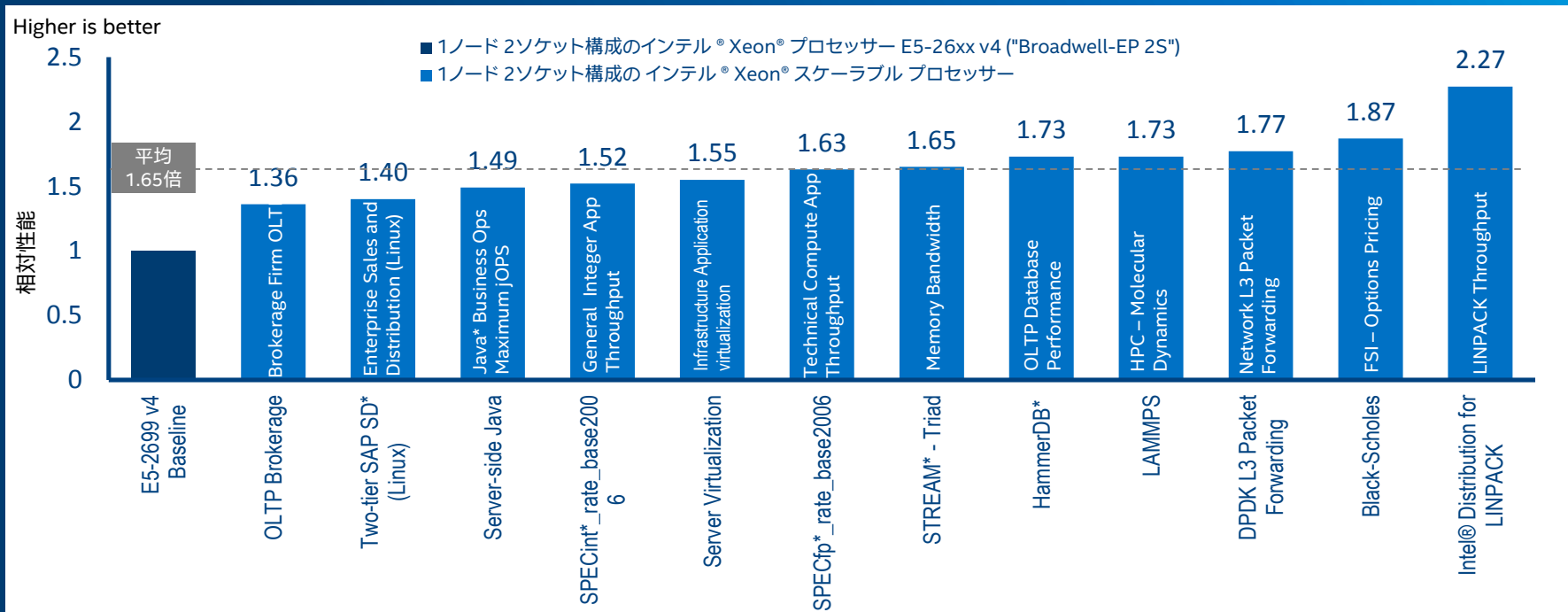
インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサー データセンターの再設計

- ・ コアあたり32 DP flops性能を実現するインテル® AVX-512
- ・ キャッシュ階層をデータセンター向けに最適化 - コアごとに1MB L2キャッシュとノンインクルーシブ L3キャッシュ
- ・ 拡張されたメモリー・サブシステム
- ・ インテル® Omni-Path ファブリック (インテル® OPA)を統合 (オプション)

機能	インテル® Xeon® プロセッサー E5-2600 v4	インテル® Xeon® スケーラブル・ プロセッサー
ソケットあたりのコア数	最大 22コア	最大 28コア
ソケットあたりのスレッド数	最大 44 スレッド	最大 56 スレッド
ラストレベル・キャッシュ (LLC) (LLC)	最大 55 MB	最大 38.5 MB (ノンインクルーシブ)
QPI/UPI 転送速度 (GT/s)	2本のQPI チャンネル @ 9.6 GT/s	最大 3本のUPI @ 10.4 GT/s
PCIeレーン数 / 転送速度 (GT/s)	40 / PCIe 3.0 (2.5、5、8 GT/s)	48 / PCIe 3.0 (2.5、5、8 GT/s)
搭載可能メモリー	4本のメモリー・チャンネル	6本のメモリー・チャンネル
最大メモリー転送速度	最大 2400 MHz	最大 2666MHz
TDP (W)	55W-145W	70W-205W



相対性能の平均¹で1.65倍の性能向上を実現(2ソケットサーバー)



¹Geomean based on Normalized Generational Performance (estimated based on Intel internal testing of OLTP Brokerage, SAP SD 2-Tier, HammerDB, Server-side Java, SPECint*_rate_base2006, SPECfp*_rate_base2006, Server Virtualization, STREAM* triad, LAMMPS, DPDK L3 Packet Forwarding, Black-Scholes, Intel Distribution for LINPACK).

Software and workloads used in performance tests may have been optimized for performance only on Intel microprocessors. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products. For more information go to <http://www.intel.com/performance>. Intel does not control or audit the design or implementation of third party benchmark data or Web sites referenced in this document. Intel encourages all of its customers to visit the referenced Web sites or others where similar performance benchmark data are reported and confirm whether the referenced benchmark data are accurate and reflect performance of systems available for purchase. Configuration: see page 9, 10

インテル® QuickAssist テクノロジー (QAT)

暗号 & 認証

対称暗号化および認証

[illegible]

公開鍵暗号

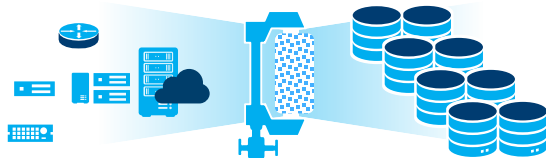
インテル® セキュア・キー・エスタブリッシュメント
(非対称暗号化、デジタル署名、鍵交換)



Certificate Shared Secret

圧縮

インフライトおよび休止中のロスレス圧縮



インテル® XEON PHI™ プロセッサー

Intel® Xeon Phi™ Processor Roadmap Updates



- **Knights Landing:** In production and seeing increased adoption.
- **Knights Mill:** In production and systems will be available later this year.
- **Knights Hill:** Intel re-targeted investments in the “Knights Hill” product as we continue to focus on achieving exascale class computing as soon as feasible

Roadmap Goals Moving Forward

**Hasten Pace Of Architectural Innovation
And Increase Cadence Of New Products**



**Deliver Improved, Real World
Application Performance**

**Single Platform Scalable to Multiple Workloads
– Mod/Sim, AI (Machine & Deep Learning),
Analytics → On-prem and in the Cloud**

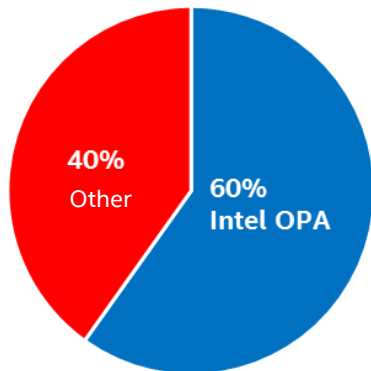
インテル[®] OMNI-PATH

Intel® Omni-Path Architecture, First 18 Months

Intel® Omni-Path Architecture in the Nov'17 Top500¹

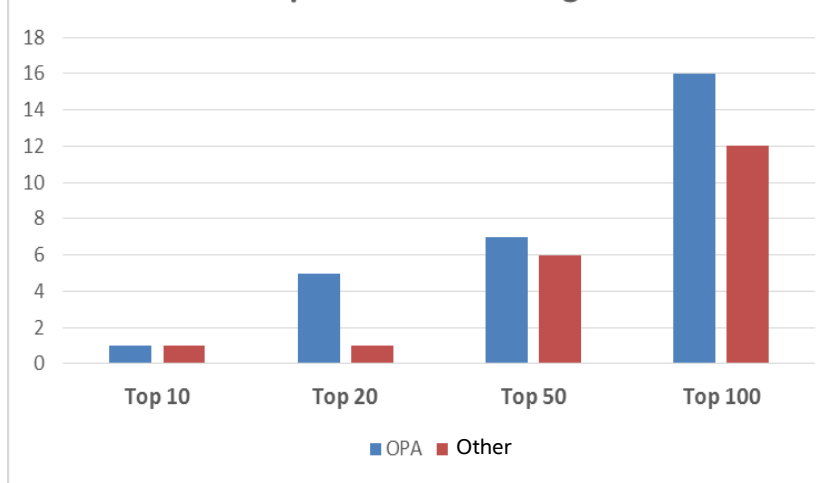


Top500 Servers with 100G Fabric



60% Connected with Intel® OPA in
only 18 months!

Top500 100Gb Listings



1. Top500.org – Nov. 2017 list

Intel® OPA – A leading platform for HPC and AI



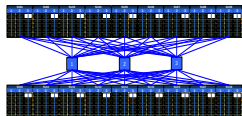
Performance: It's still king!

- In most cases, Intel OPA has equal to or better HPC performance (latency, bandwidth, and applications)



Cost: Price-Performance is a key criterion

- Leadership price/performance at any scale – from entry to large supercomputers
- Frees up budget to build a better cluster – more FLOPS and storage



Scalability / Resiliency: No endpoint in sight for cluster sizes

- Maintains low end-to-end low latency at scale
- High traffic throughput; latency efficient error detection & correction, QoS features



Power: Lower power, higher density yields cost savings

Intel® Omni-Path Architecture

Evolutionary Approach, Revolutionary Features, End-to-End Solution

HFI Adapters

Single port
x8 and x16



x16
Adapter
(100 Gb/s)



x8 Adapter
(58 Gb/s)



“F”
Processor
w/integrated
HFI

Edge Switches

1U Form Factor
24 and 48 port



48-port
Edge Switch



24-port
Edge Switch

Director Switches

QSFP-based
192 and 768 port



768-port
Director Switch
(20U chassis)



192-port
Director Switch
(7U chassis)

Silicon

OEM custom designs
HFI and Switch ASICs



HFI silicon
Up to 2 ports
(50 GB/s
total b/w)



Switch silicon
up to 48 ports
(1200 GB/s
total b/w)

Software

Open Source
Host Software and
Fabric Manager



Cables

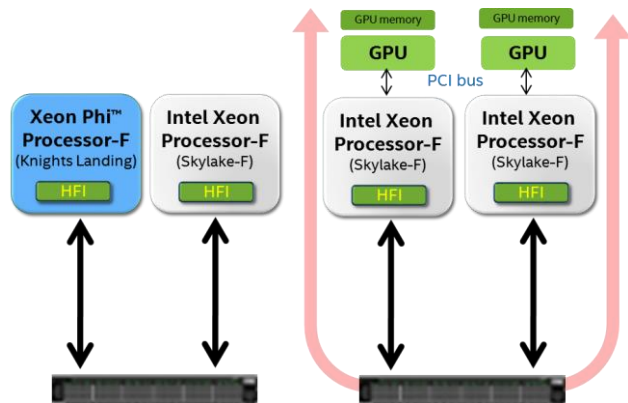
Third Party Vendors
Passive Copper
Active Optical



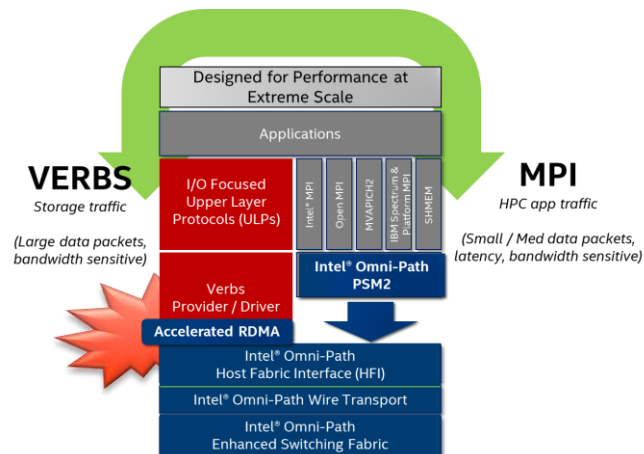
¹ Source: Intel internal information. Design win count based on OEM and HPC storage vendors who are planning to offer either Intel-branded or custom switch products, along with the total number of OEM platforms that are currently planned to support custom and/or standard Intel® OPA adapters. Design win count as of November 1, 2015 and subject to change without notice based on vendor product plans. *Other names and brands may be claimed as property of others.

Intel® Omni-Path Expanding Its Capabilities

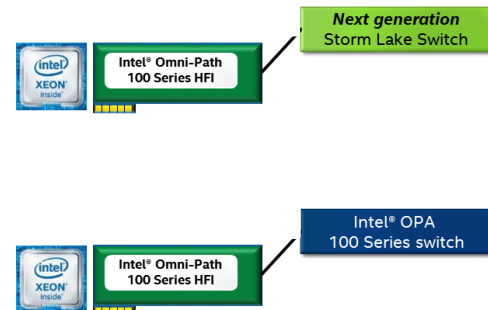
GPU Direct v3



Accelerated RDMA



Full Interoperability With Next Generation

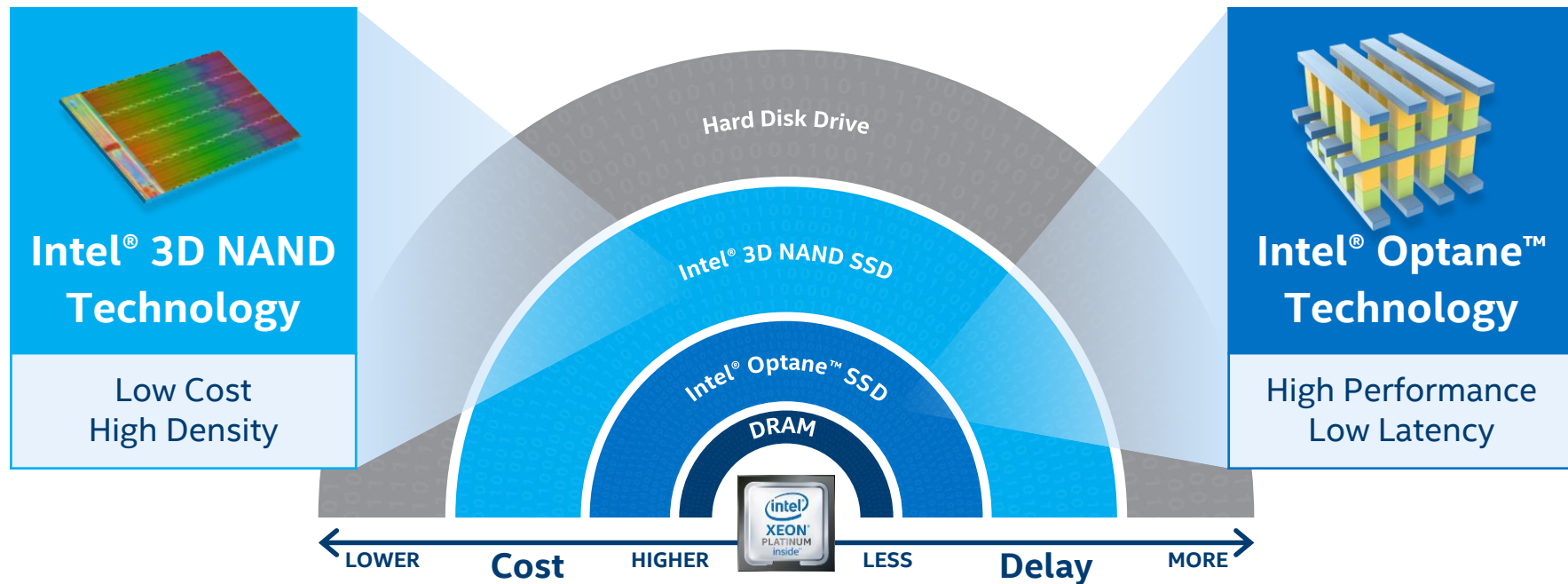


インテル[®] OPTANE[™] AND RULER

Intel® Technology Innovations

Fill the Memory and Storage Gaps

Match data to the right media for every enterprise need



World's Most Responsive Data Center SSD¹

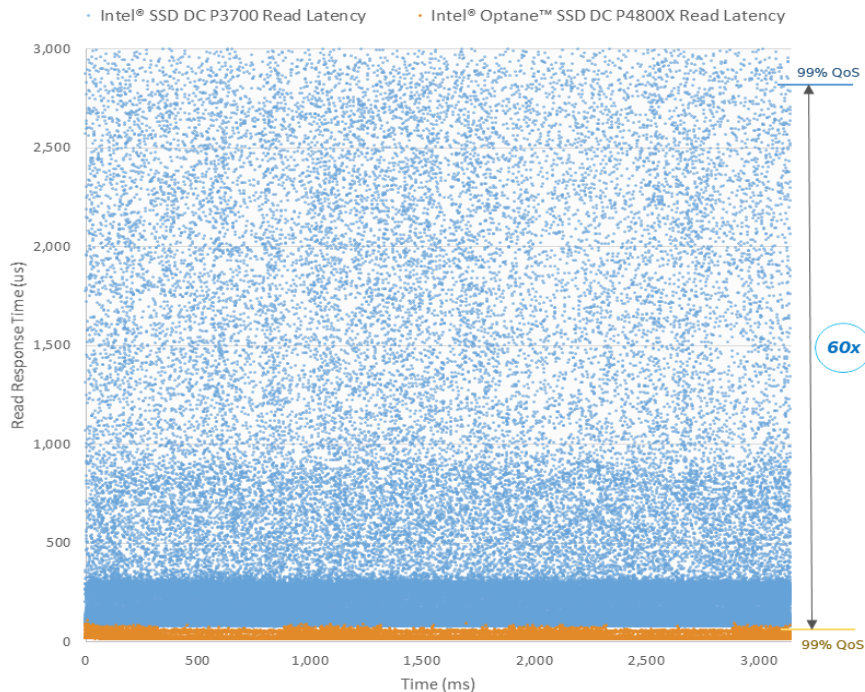
Delivering an **industry leading combination of low latency, high endurance, QoS and high throughput**, the Intel® Optane™ SSD is the first solution to **combine the attributes of memory and storage**. This innovative solution is optimized to **break through storage bottlenecks** by providing a new data tier. It accelerates applications for **fast caching and storage, increasing scale per server** and reducing transaction cost. Data centers based on the latest Intel® Xeon® processors can now also **deploy bigger and more affordable datasets** to gain new insights from larger memory pools.



1. Responsiveness defined as average read latency measured at queue depth 1 during 4k random write workload. Measured using FIO 2.15. Common configuration - Intel 2U PCSD Server ("Wildcat Pass"), OS CentOS 7.2, kernel 3.10.0-327.el7.x86_64, CPU 2 x Intel® Xeon® E5-2699 v4 @ 2.20GHz (22 cores), RAM 396GB DDR @ 2133MHz. Intel drives evaluated - Intel® Optane™ SSD DC P4800X 375GB, Intel® SSD DC P3700 1600GB, Intel® SSD DC P4600 1600GB. Samsung drives evaluated - Samsung® SSD PM1725a, Samsung® SSD PM1725, Samsung® PM963, Samsung® PM953. Micron drive evaluated - Micron® 9100 PCIe® NVMe™ SSD. Toshiba drives evaluated - Toshiba® ZD6300. Test - QD1 Random Read 4K latency, QD1 Random RW 4K 70% Read latency, QD1 Random Write 4K latency using fio-2.15.

Predictably Fast Service

Read QoS in Mixed Workload



✓ up to **60X** better at 99% QoS¹

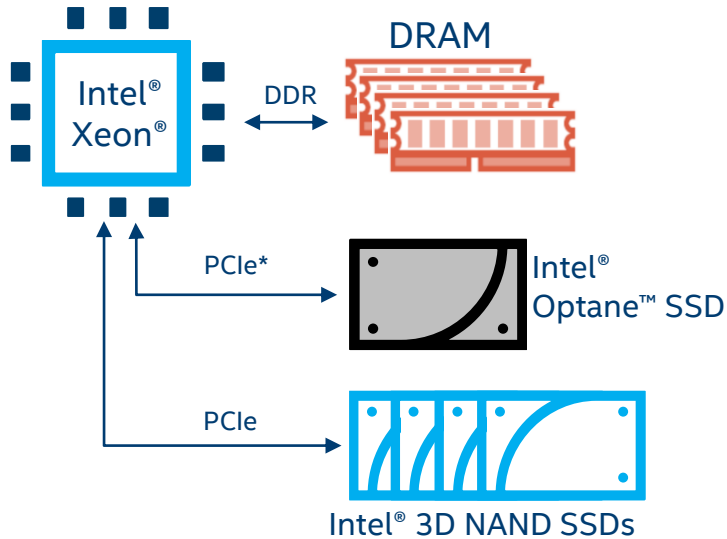
✓ Ideal for critical applications with aggressive latency requirements

1. Common Configuration - Intel 2U PCSD Server ("Wildcat Pass"), OS CentOS 7.2, kernel 3.10.0-327.el7.x86_64, CPU 2 x Intel® Xeon® E5-2699 v4 @ 2.20GHz (22 cores), RAM 396GB DDR @ 2133MHz. Optane Configuration - Intel® Optane™ SSD DC P4800X 375GB. NAND Configuration - Intel® SSD DC P3700 1600GB. QoS - measures 99% QoS under 4K 70-30 workload at QD1 using fio-2.15.

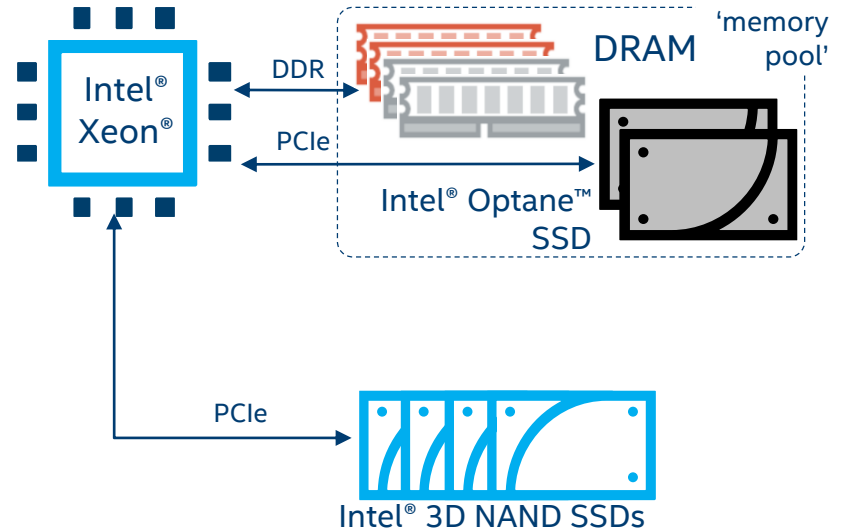
Intel® Optane™ SSD Use Cases



Fast Storage and Cache

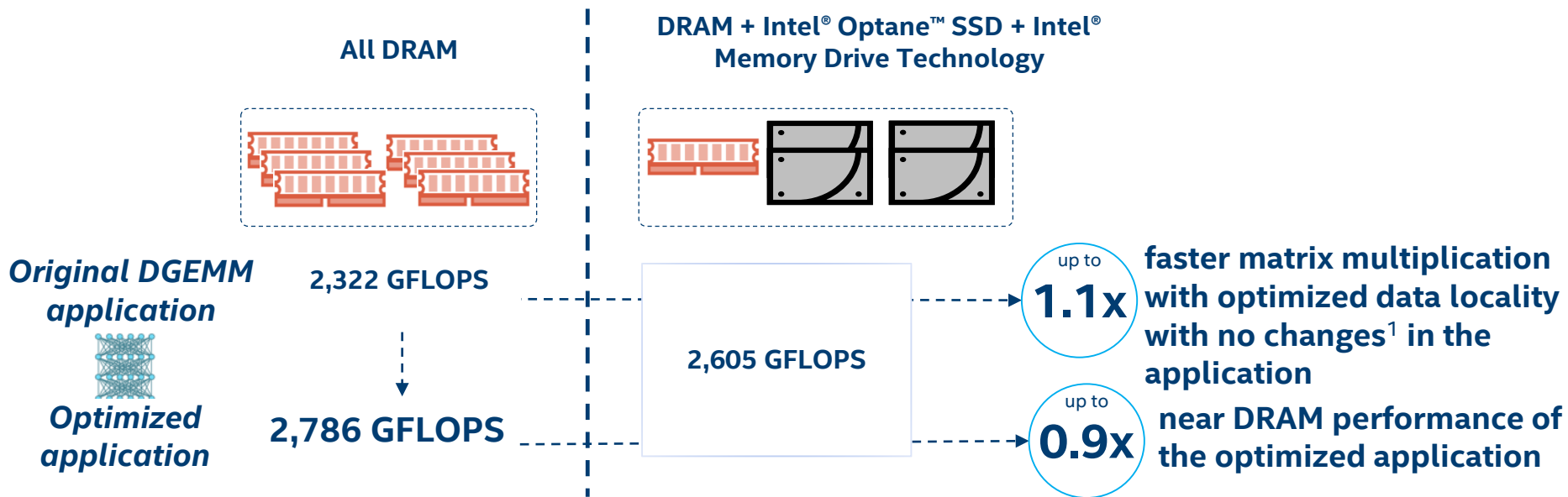


Extend Memory Intel® Memory Drive Technology



*Other names and brands names may be claimed as the property of others

Segmented GEMM benchmark on OPTANE



1. Optane + IMDT configuration – 2 x Intel® Xeon® CPU E5-2699 v4 @ 2.20Ghz, Intel® Server Board S2600WT, 128GB DDR4 + 4* Intel® SSD Optane® (SSDPED1K375GA), CentOS 7.3.1611. All DRAM configuration – 2 x Intel® Xeon® CPU E5-2699 v4 @ 2.20Ghz, Intel® Server Board S2600WT, 768GB DDR4 CentOS 7.3.1611. Test – GEMM(MKL), segment size 18689, factor 22, threads 42, dataset consumed ~650GB.

Intel® Optane™ Technology

PCIe*/NVMe* Delivered in Many Form Factors

M.2



U.2, 2.5 in



Add-in Card



“Ruler” form factor



*Other names and brands may be claimed as the property of others.

Roadmap to 1PB in 1U in 2018



1PB IN 42U
w/2 TB HDDs



STORAGE CAPACITY
1PB IN 1U
INTEL® 3D NAND SSD, 32TB RULER IN 2018

Opening up new use cases in
warm storage with disruptive
total cost of ownership

インテル AI

インテル[®] Nervana[™]

インテル® Nervana™ ポートフォリオ

体験



プラットフォーム

インテル® Nervana™ クラウド / システム
インテル® Nervana™
ディープラーニング・スタジオ

インテル®
コンピューター・
ビジョン SDK

Movidius™
(VPU)



フレームワーク



theano

ライブラリー



Python 向け
インテル®
ディストリ
ビューション

インテル®データ・
アナリティクス・
アクセラレーション・
ライブラリー (インテル® DAAL)

インテル® Nervana™ グラフ*
インテル® マス・カーネル・
ライブラリー (インテル®
MKL、
インテル® MKL-DNN)

ハードウェア



コンピューティング



メモリー / ストレージ

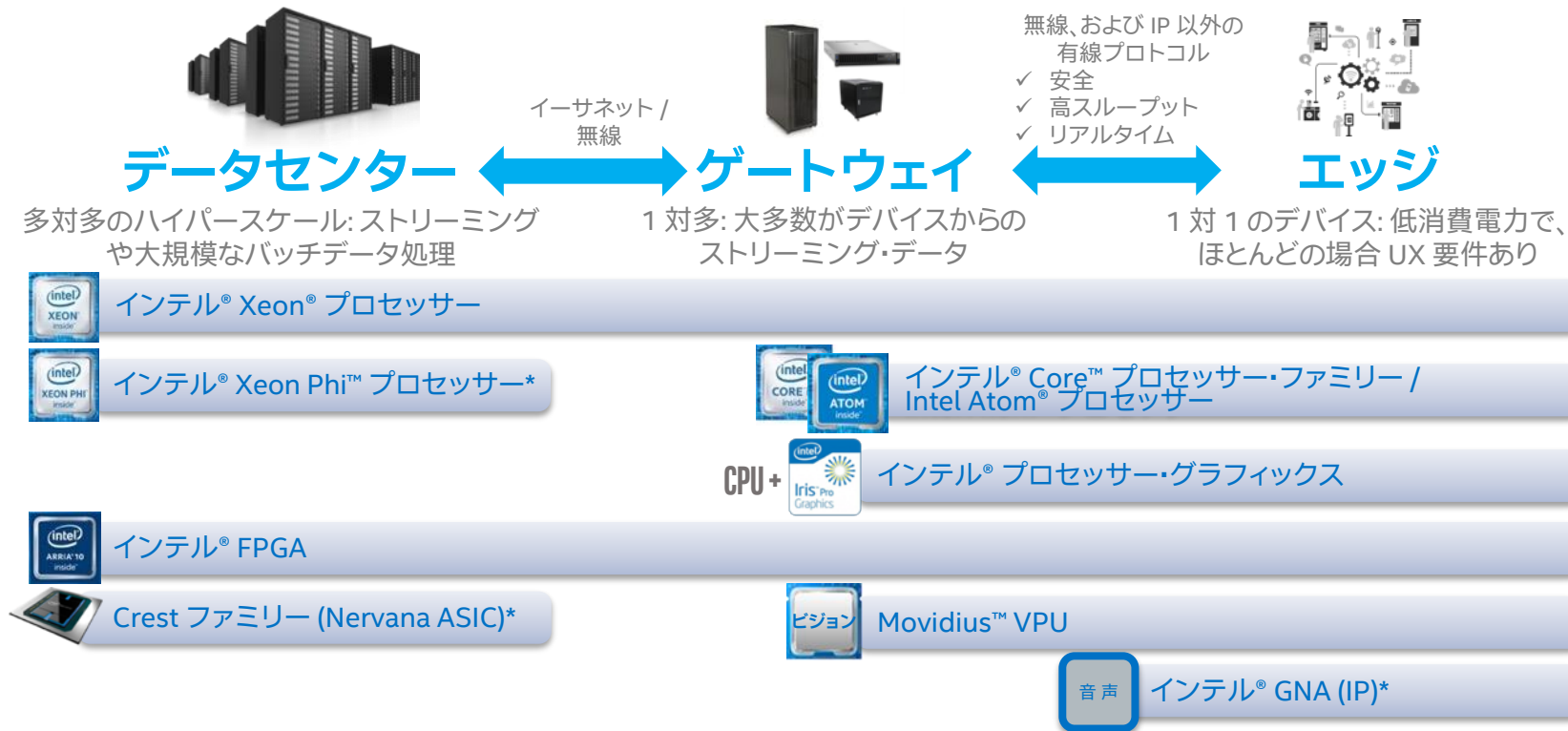


ネットワーキング

INSIDE AI

* 将来
その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

エンドツーエンドの AI コンピューティング



* 将来



データセンター

汎用



インテル® Xeon®
プロセッサ・ファミリー
**極めて俊敏性に優れた
AI プラットフォーム**

ディープラーニングの学習処理と
推論を含め、AI およびその他の
幅広いデータセンター・
ワークロードに適した
拡張性に優れたパフォーマンス

高度並列処理



インテル® Xeon Phi™
プロセッサ (Knights Mill †)
**DL 学習処理の
高速化**

ディープラーニングの
学習処理や一部の高度並列
データセンター・ワークロードの
さらなる高速化に向けて
最適化された
拡張性に優れたパフォーマンス*

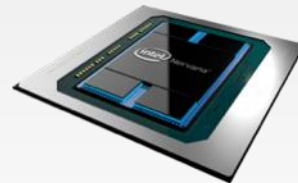
柔軟性に優れた アクセラレーション



インテル®
FPGA
DL 推論の向上

高い効率性と幅広い
ワークロードおよび構成により、
リアルタイムの
ディープラーニング推論を
スケラブルに
アクセラレーション

ディープラーニング



Crest ファミリー†
**ディープラーニング
を追求した設計**

負荷の高い
ディープラーニングの
学習処理と推論に
最適なパフォーマンスを
備えた拡張性に優れた
アクセラレーション

† 近日発売予定の製品の開発コード名

パフォーマンスの位置付けに関する記述はすべて、インテルのAI データセンター・ポートフォリオ内の他のプロセッサ・テクノロジーに対する相対的なものです。

* Knights Mill (KNM)、「一部の」= エネルギー (リバース・タイム・マイグレーション)、ディープラーニング学習処理など、一般に 100 スレッドを超える規模で、ベクトル化を進めるメリットがあり、メモリ帯域幅の増加でもメリットのある単精度の高度並列ワークロード

本資料に記載されているすべての製品、コンピュータ・システム、日付、および数値は、現在の予想に基づくものであり、予告なく変更されることがあります。



インテル® Arria® 10 FPGA

DL 推論の 向上



高い効率性と幅広いワークロード
と構成により、リアルタイムの
ディープラーニング推論を
スケーラブルにアクセラレーション

電力効率

- 最大 **80%** の消費電力低減で (インテル® Xeon® プロセッサーとの比較)、推論は
最大 **25 画像/秒/w** (Caffe上でAlexnet
を実行する場合)

高スループット、 低レイテンシー

- バッファリングなしで、ストリーミング・データ
をリアルタイムで的確にインライン処理
(**3 ms 未満**¹ のレイテンシー)

柔軟性に優れた インフラストラクチャー

- 新しいニューラル・ネットワーク・トポロジー、
任意の精度のデータタイプ (FloatP32 => FixedP2、
スパース性、重み共有)、インライン処理、
オフロード処理に対応可能な将来性
- さまざまなワークロードに対して、高速切り替えでア
クセラレーターをリコンフィグレーション可能

搭載製品も提供

インテル® プログラマブル・アクセラレーション・カード インテル® Arria® 10 GX FPGA搭載版



注意: ディスクリットまたは統合 FPGA 搭載インテル® Xeon® プロセッサーとして利用可能 (Broadwell 概念実証)

構成の詳細は末尾のフットノート(複数ページ)に記載
性能に関するデータは使用されるソフトウェアによって異なります。製品を購入を検討される場合は、他の製品と組み合わせた場合の本製品の性能など、ほかの情報や性能テストも参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。詳細につ
いては <http://www.intel.com/performance/> (英語) を参照してください。出版: 2016 年 11 月時点の測定値
最適化に関する注意事項: インテル® コア i7-6700K プロセッサーに搭載されない構成に関して、並行製マイクロプロセッサ用に同等の最適化を行えないことがあります。これには、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 2、インテル®
ストリーミング SIMD 拡張命令 3、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 3 補足命令などの最適化が該当します。インテル® は、他社製マイクロプロセッサに關して、いかなる最適化の利用、機能、または効果も保証いたしません。本製品のマイクロプロセッサ
依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサでの使用を前提としています。インテル® マイクロアーキテクチャに限定されない最適化のなかにも、インテル® マイクロプロセッサ用のものがあります。この注意事項で言及した命令セットの詳細については、該
当する製品のユーザー・リファレンス・ガイドを参照してください。注意事項の改訂 #20110804

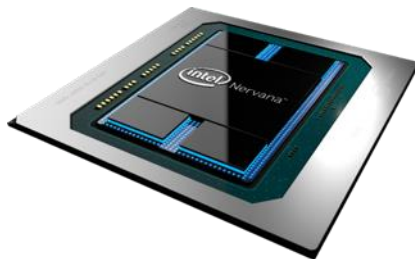
柔軟性に優れたアクセラレーション



Crest ファミリー

最初の半導体:
2017年

ディープラーニング を追求した設計



負荷の高いディープラーニングの
学習処理と推論に最適な
パフォーマンスを備えた拡張性に
優れたアクセラレーション

カスタム・ハードウェア

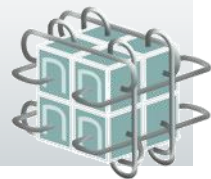
- かつてないコンピューティング密度
- 学習処理時間の大幅な短縮

超高速データアクセス

- HBM2 テクノロジーによる 32 GB の
イン・パッケージ・メモリー
- 8 Tb/s のメモリーアクセス速度

高速スケーラビリティ

- 12 の双方向高帯域幅リンク
- インターコネクトによる
シームレスなデータ転送



1. 結果はインテル社内での分析またはアーキテクチャーのシミュレーションあるいはモデリングに基づくものであり、情報提供のみを目的としています。システム・ハードウェア、ソフトウェア、構成などの違いにより、実際の性能は掲載された性能テストや評価とは異なる場合があります。
性能に関するテストに使用されるソフトウェアとワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサ用に最適化されていることがあります。SYSmark® や MobileMark® などの性能テストは、特定のコンピューター・システム、コンポーネント、ソフトウェア、操作、機能に基づいて行われたものです。結果はこれらの要因によって異なります。製品の購入を検討される場合は、他の製品と組み合わせた場合の本製品の性能など、ほかの情報や性能テストも参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。詳細については、<http://www.intel.com/performance/> (英語) を参照してください。出版: 2016 年 11 月時点のインテル® 社のデータ。
最適化に関する注意事項: インテル® コンバイナードでは、インテル® マイクロプロセッサに限定されない最適化に関して、他社製マイクログプロセッサ用に同等の最適化を行えないことがあります。これには、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 2、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 3、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 3 補足命令などの最適化が該当します。インテルは、他社製マイクログプロセッサに関して、いかなる最適化の利用、機能、または効果も保証いたしません。本製品のマイクログプロセッサ依存の最適化は、インテル マイクログプロセッサでの使用を前提としています。インテル マイクロアーキテクチャーに限定されない最適化のなかにも、インテル® マイクログプロセッサ用のものがあります。この注意事項で言及した命令セットの詳細については、該当する製品のユーザーガイドを参照してください。注意事項の改訂 #20110804

AI フレームワーク

お気に入りの
AI フレームワークを選択



Caffe



Caffe2



Microsoft
CNTK

theano

mxnet



Chainer



BigDL ML iB

インテル® Nervana™ グラフにより、さらに多くのフレームワークを使用可能 (将来)

あらゆるハードウェア上で
最適なパフォーマンスを
もたらすインテルの
リファレンス・ディープ
ラーニング・フレームワーク
intelnervana.com/neon/
(英語)

✓ インテル® アーキテクチャー向けに最適化

提供時期については
ロードマップを参照

その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。



インテル HPC ・ AI

- この10年で最大規模となるプラットフォームの進化を実現する
インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサー
- 新たなデータストレージレイヤーを実現する
インテル® Optane™ テクノロジー
- 次世代SSDフォームファクター Ruler
- AIの可能性を最大限に発揮するために必要なエンドツーエンドの
インテル® Nervana™ ポートフォリオ



注意事項および免責事項

インテル® テクノロジーの機能と利点はシステム構成によって異なり、対応するハードウェアやソフトウェア、またはサービスの有効化が必要となる場合があります。実際の性能はシステム構成によって異なります。絶対的なセキュリティーを提供できるコンピューター・システムはありません。詳細については、各システムメーカーまたは販売店にお問い合わせいただくか、<http://www.intel.co.jp/>を参照してください。

テストでは、特定のシステムでの個々のテストにおけるコンポーネントの性能を文書化しています。ハードウェア、ソフトウェア、システム構成などの違いにより、実際の性能は掲載された性能テストや評価とは異なる場合があります。購入を検討される場合は、ほかの情報も参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。性能やベンチマーク結果について、さらに詳しい情報をお知りになりたい場合は、<http://www.intel.com/performance/> (英語) を参照してください。

性能に関するテストに使用されるソフトウェアとワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサ用に最適化されていることがあります。SYSmark* や MobileMark* などの性能テストは、特定のコンピューター・システム、コンポーネント、ソフトウェア、操作、機能に基づいて行ったものです。結果はこれらの要因によって異なります。製品の購入を検討される場合は、他の製品と組み合わせた場合の本製品の性能など、ほかの情報や性能テストも参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。詳細については、<http://www.intel.com/performance/> (英語) を参照してください。

記載されているコスト削減シナリオは、指定の状況と構成で、特定のインテル® プロセッサ搭載製品が今後のコストに及ぼす影響と、その製品によって実現される可能性のあるコスト削減の例を示すことを目的としています。状況はさまざまであると考えられます。インテルは、いかなるコストもコスト削減も保証いたしません。

本資料は、明示されているか否かにかかわらず、また禁反言によるとよらずにかかわらず、いかなる知的財産権のライセンスを許諾するためのものではありません。

インテルは、本資料で参照しているサードパーティーのベンチマーク・データまたはウェブサイトについて管理や監査を行っていません。本資料で参照しているウェブサイトにアクセスし、本資料で参照しているデータが正確かどうかを確認してください。

© 2017 Intel Corporation. Intel、インテル、Intel ロゴおよび Xeonは、アメリカ合衆国および / またはその他の国における Intel Corporation の商標です。* その他の社名、製品名などは、一般に各所有者の表示、商標または登録商標です

Legal Disclaimers

Intel technologies features and benefits depend on system configuration and may require enabled hardware, software or service activation. Performance varies depending on system configuration. No computer system can be absolutely secure. Check with your system manufacturer or retailer or learn more at [\[intel.com\]](https://www.intel.com).

Software and workloads used in performance tests may have been optimized for performance only on Intel microprocessors. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products.

All information provided here is subject to change without notice. Contact your Intel representative to obtain the latest Intel product specifications and roadmaps.

Results have been estimated or simulated using internal Intel analysis or architecture simulation or modeling, and provided to you for informational purposes. Any differences in your system hardware, software or configuration may affect your actual performance.

Intel technologies' features and benefits depend on system configuration and may require enabled hardware, software or service activation. Performance varies depending on system configuration. No computer system can be absolutely secure. Check with your system manufacturer or retailer or learn more at <https://www-ssl.intel.com/content/www/us/en/high-performance-computing/path-to-aurora.html>.

Tests document performance of components on a particular test, in specific systems. Differences in hardware, software, or configuration will affect actual performance. Consult other sources of information to evaluate performance as you consider your purchase. For more complete information about performance and benchmark results, visit <http://www.intel.com/performance>.

Intel, the Intel logo, Xeon, Intel Xeon Phi, Intel Optane and 3D XPoint are trademarks or registered trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the United States or other countries.

*Other names and brands may be claimed as the property of others.

© 2016 Intel Corporation. All rights reserved.