



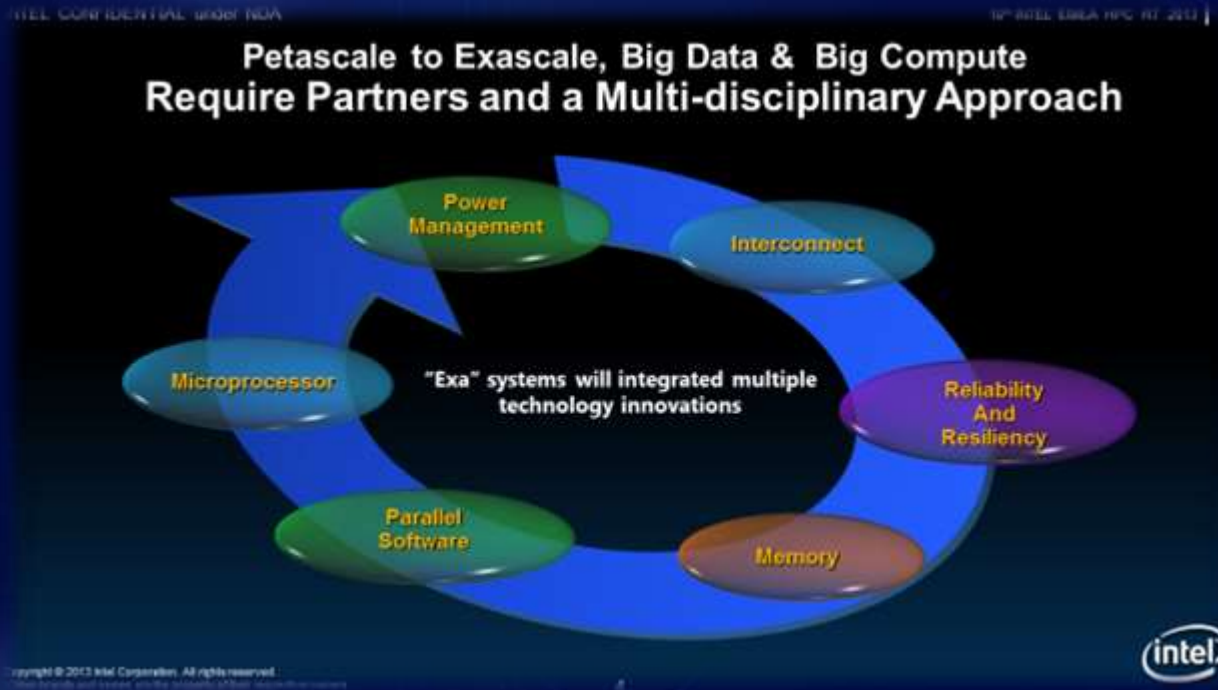
# インテルが実現する H P C

2018年12月13日  
インテル株式会社  
HPC 事業開発マネージャー 矢澤 克巳

第十八回PCクラスタシンポジウム

# 2013年～変わることなくHPCのイノベーションに注力

究極のスケラビリティ実現に向けた  
ブレークスルー ...



- プロセッサ
- メモリ
- 並列ソフトウェア
- 電力
- レジリエンシー
- インターコネクト

... イノベーションを通じて



# 何が変わったか？



# コンピューティングソリューション

## General Purpose CPU



## Programmable Data Parallel Accelerator

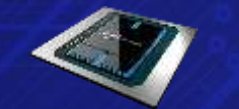


Intel®  
Processor Graphics  
and future  
Discrete GPU  
(Arctic Sound)

## FPGA

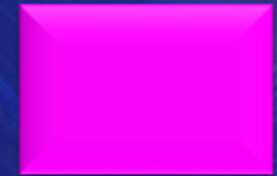


## Domain Optimized Accelerator



Intel® Nervana™  
NNP

## Custom Processor



GENERAL

Innovative ISA, architecture  
providing the best value  
across diverse computing  
workloads

Optimized accelerators for  
customers who require  
optimized solutions

CUSTOM

Custom silicon for  
specific task





# イノベーション... そして融合

Increased compute, memory bandwidth, AI acceleration, security features, etc. to maximize customer value for the standard platform

## General Purpose CPU



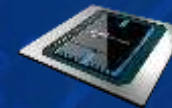
## Programmable Data Parallel Accelerator

Intel® Processor Graphics and future Discrete GPU (Arctic Sound)

## FPGA



## Domain Optimized Accelerator



Intel® Nervana™ NNP

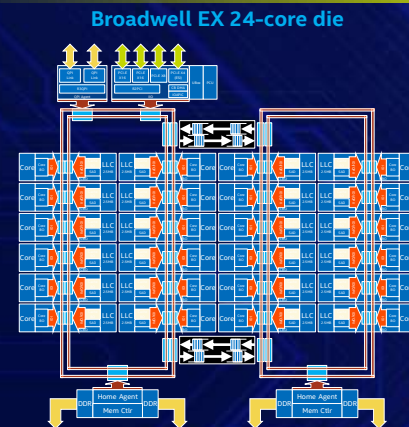
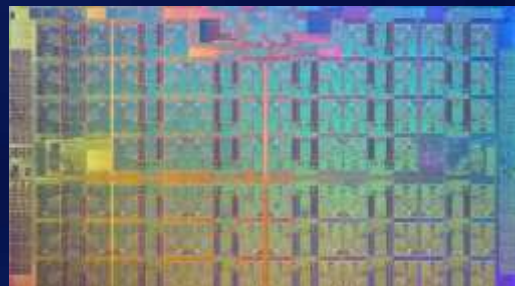
## Custom Processor



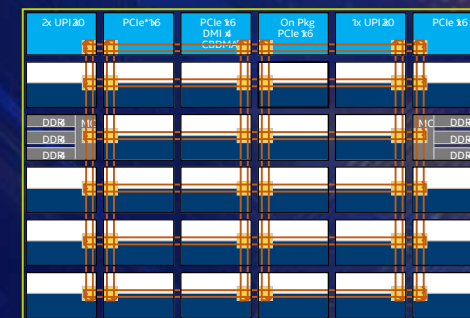
Deliver high-value, workload optimized technologies (Memory, arithmetic methods, architectures, energy saving techniques...and more)

# イノベーションからメインストリームへ - 実例

## NEW MESH INTERCONNECT ARCHITECTURE



Skylake-SP 28-core die



CHA-Caching and Home Agent Snoop Filter L3G-Last Level Cache  
50X Core/SkyLake-SP Core/UPI-Intel® UltraPath Interconnect

Mesh Improves Scalability with Higher Bandwidth and Reduced Latencies

### Intel® Xeon Phi™ 71xx Coprocessor

Up to 61 Cores

In Order Low Power CPU

IMCI SIMD 16 → AVX-512

Multiple-Ring uArch → Mesh uArch

Up to 16 Gigabytes GDDR5

### Intel® Xeon Phi™ 72xx Processor

Up to 68 Cores

Out of Order Low Power CPU

On package MCDRAM

Up to 6 Channels DDR4

### Intel® Xeon® Processor E5-2600 v4 Family

Up to 24 Cores/Socket

Xeon Core

AVX2

Multiple-Ring uArch

Up to 4 Channels DDR4

### Intel® Xeon® Platinum 8180

Up to 28 Cores/socket

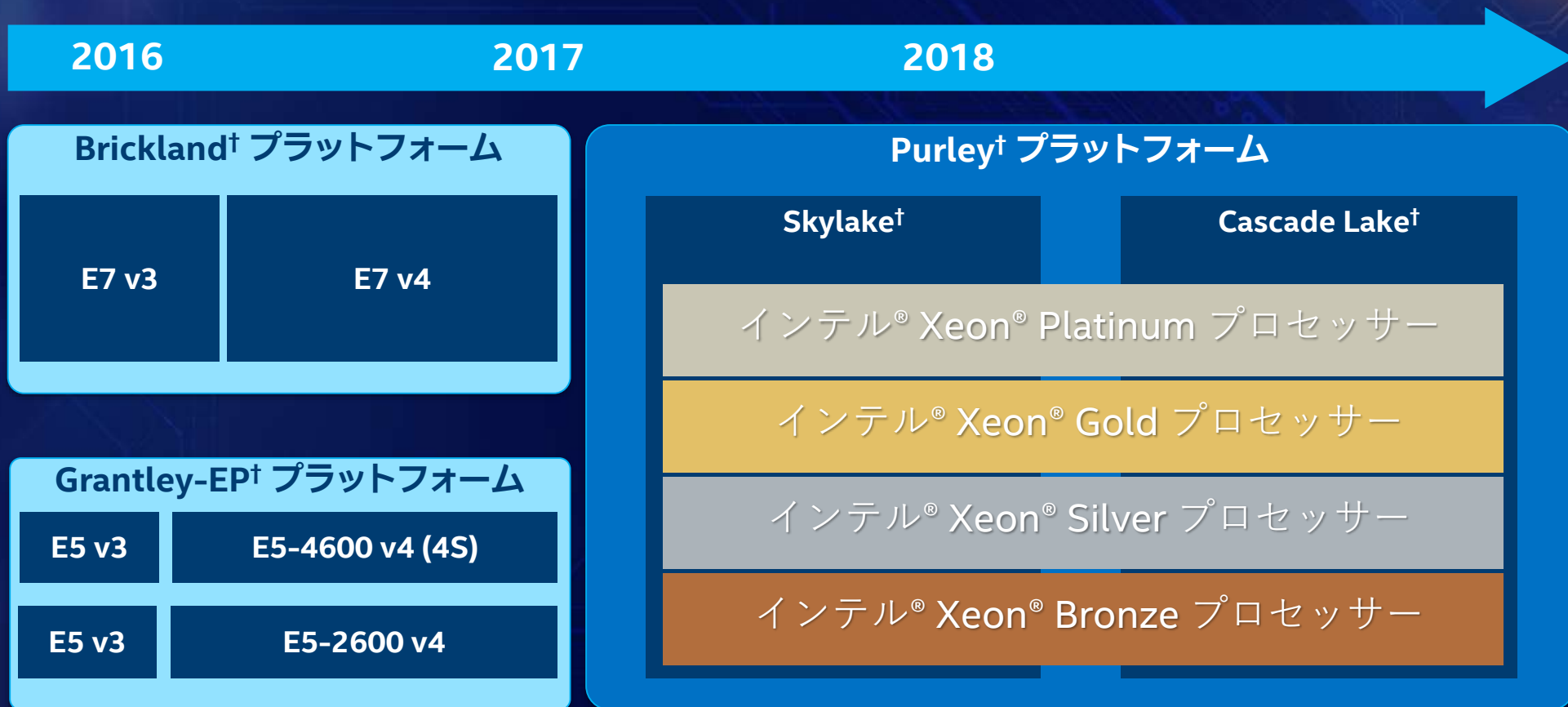
Updated Xeon Core

AVX-512

Mesh uArch

Up to 6 Channels DDR4

# インテル® Xeon® プロセッサの再定義



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

† 開発コード名





# Cascade Lake†

インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ

## インテル® Optane™ DC パーシステント・メモリー

圧倒的なパフォーマンス

最適化されたキャッシュ階層

クロック周波数の向上



セキュリティー機能の強化

Intel Deep Learning Boost (VNNI)

最適化されたフレームワークとライブラリー

† 開発コード名





# AI 向けにインテル® Xeon® プロセッサーを強化

CAFFE RESNET-50の最適化

INFERENCE THROUGHPUT (IMAGES/SEC)

1.0 単精度

2.8X フレームワーク最適化

5.4X INT8 最適化

11X

Jul'17

Jan'18

Aug'18

INTEL® XEON® SCALABLE PROCESSOR

## INTEL® DEEP LEARNING BOOST

**VNNI** VECTOR  
NEURAL NETWORK  
INSTRUCTION  
インファレンスを高速化

フレームワークとライブラリー対応

Caffe mxnet TensorFlow

intel MKL-DNN

1 Intel® Optimization for Caffe Resnet-50 performance does not necessarily represent other Framework performance.

2 Based on Intel internal testing: 1X (7/11/2017), 2.8X (1/19/2018) and 5.4X (7/26/2018) performance improvement based on Intel® Optimization for Café Resnet-50 inference throughput performance on Intel® Xeon® Scalable Processor.

3 11X (7/25/2018) Results have been estimated using internal Intel analysis, and provided to you for informational purposes. Any differences in your system hardware, software or configuration may affect your actual performance.

Performance results are based on testing as of 7/11/2017(1x), 1/19/2018(2.8x) & 7/26/2018(5.4) and may not reflect all publicly available security update. See configuration disclosure for details (config 1). No product can be absolutely secure. Optimization Notice: Intel's compilers may or may not optimize to the same degree for non-Intel microprocessors for optimizations that are not unique to Intel microprocessors. These optimizations include SSE2, SSE3, and SSSE3 instruction sets and other optimizations. Intel does not guarantee the availability, functionality, or effectiveness of any optimization on microprocessors not manufactured by Intel. Microprocessor-dependent optimizations in this product are intended for use with Intel microprocessors. Certain optimizations not specific to Intel microarchitecture are reserved for Intel microprocessors. Please refer to the applicable product User and Reference Guides for more information regarding the specific instruction sets covered by this notice. Other names and brands may be claimed as the property of others.



# ANNOUNCING CASCADE LAKE ADVANCED PERFORMANCE

NEW CLASS OF INTEL® XEON® SCALABLE PROCESSORS

## CASCADE LAKE ADVANCED PERFORMANCE 2-SOCKET SERVER



圧倒的なCPU性能

ARCHITECTED FOR  
DEMANDING HPC, AI  
& IAAS WORKLOADS

かつてないメモリバンド幅

MORE MEMORY  
CHANNELS THAN  
ANY OTHER CPU

最適化したマルチチップパッケージ

HIGH  
SPEED  
INTERCONNECT

## PERFORMANCE LEADERSHIP

LINPACK  
UP TO **3.4X**  
STREAM TRIAD  
UP TO **1.3X**  
vs AMD EPYC 7601

DL INFERENCE  
UP TO **17X** IMAGES  
PER  
SECOND  
vs Intel® Xeon® Platinum  
Processor at launch

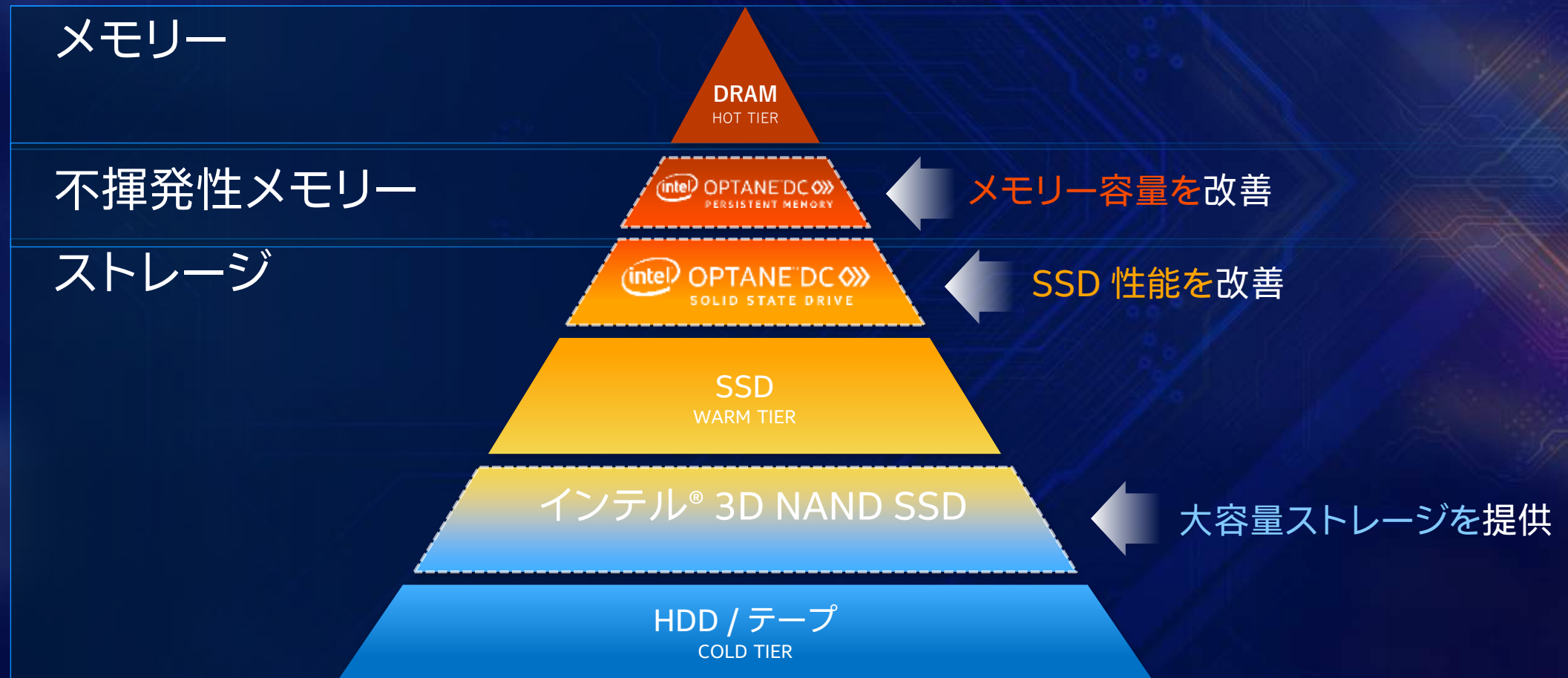
Performance Leadership: When it launches, we expect Cascade Lake Advanced Performance to be the performance leader, based on our current understanding of the Linpack performance of general purpose processors commercially available in 2019. Unprecedented Memory Bandwidth: Native DDR memory bandwidth. 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 complete information visit [www.intel.com/benchmarks](http://www.intel.com/benchmarks). 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.

Performance results are based on testing or projections as of 6/2017 to 10/3/2018 (Stream Triad), 7/31/2018 to 10/3/2018 (LINPACK) and 7/11/2017 to 10/7/2018 (DL Inference) and may not reflect all publicly available security updates. See configuration disclosure in backup for details. No product can be absolutely secure. Intel's compilers may or may not optimize to the same degree for non-Intel microprocessors for optimizations that are not unique to Intel microprocessors. These optimizations include SSE2, SSE3, and SSSE3 instruction sets and other optimizations. Intel does not guarantee the availability, functionality, or effectiveness of any optimization on microprocessors not manufactured by Intel. Microprocessor-dependent optimizations in this product are intended for use with Intel microprocessors. Certain optimizations not specific to Intel microarchitecture are reserved for Intel microprocessors. Please refer to the applicable product User and Reference Guides for more information regarding the specific instruction sets covered by this notice (Notice Revision #20110804). Other names and brands may be claimed as the property of others.





# メモリー / ストレージ階層の再構築



# intel<sup>®</sup> OPTANE™ DC PERSISTENT MEMORY



大容量で手ごろな価格

128, 256, 512GB

高性能ストレージ

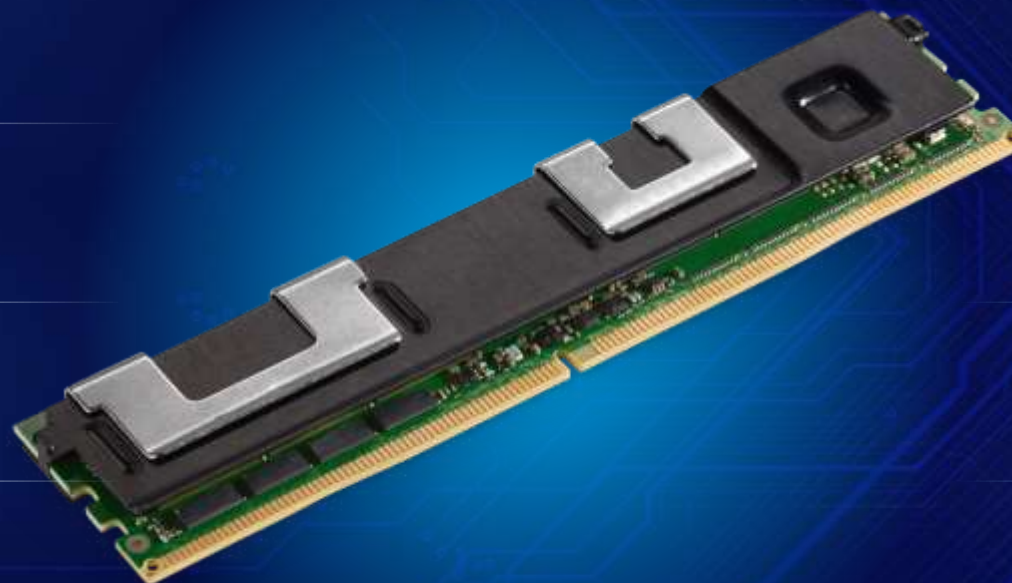
DDR4 ピン互換

ダイレクト・  
ロード / ストアアクセス

ハードウェア暗号化

ネイティブな不揮発性

高信頼性



一部のお客様に対し出荷中

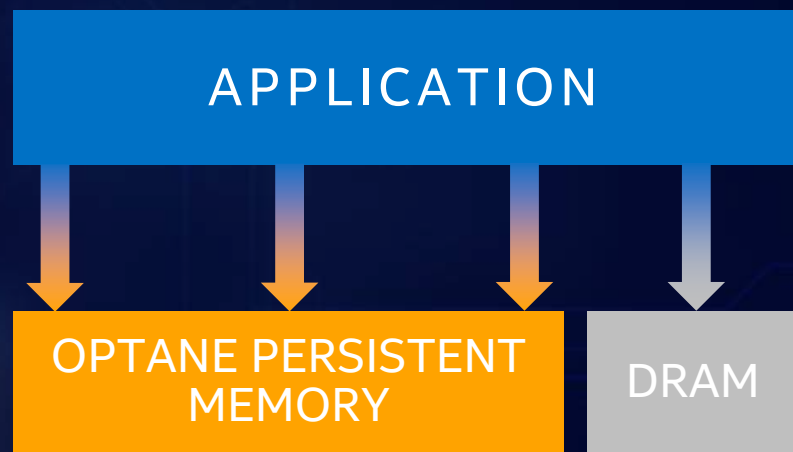




# 幅広いアプリケーションをサポート

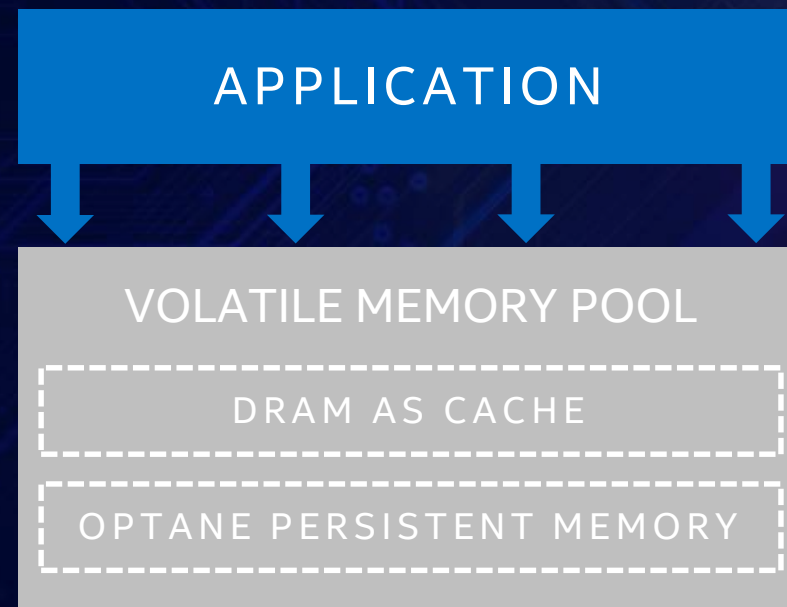
## APP DIRECT MODE

PERSISTENT PERFORMANCE  
& MAXIMUM CAPACITY



## MEMORY MODE

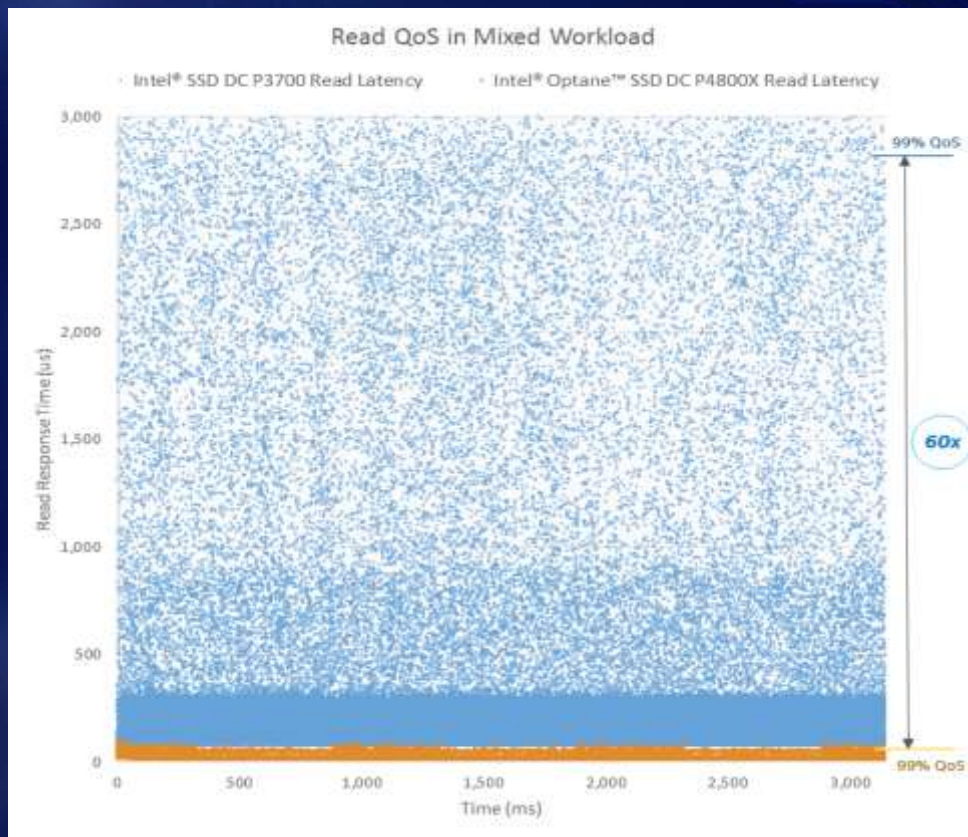
AFFORDABLE MEMORY CAPACITY  
FOR MANY APPLICATIONS



# intel<sup>®</sup> OPTANE™ DC

## SOLID STATE DRIVE

優れた応答性を実現したデータセンター向けSSD



- ✓ 99%QoS が最大で **60 倍**改善<sup>1</sup>
- ✓ 低レイテンシーの要件を伴うアプリケーションに最適

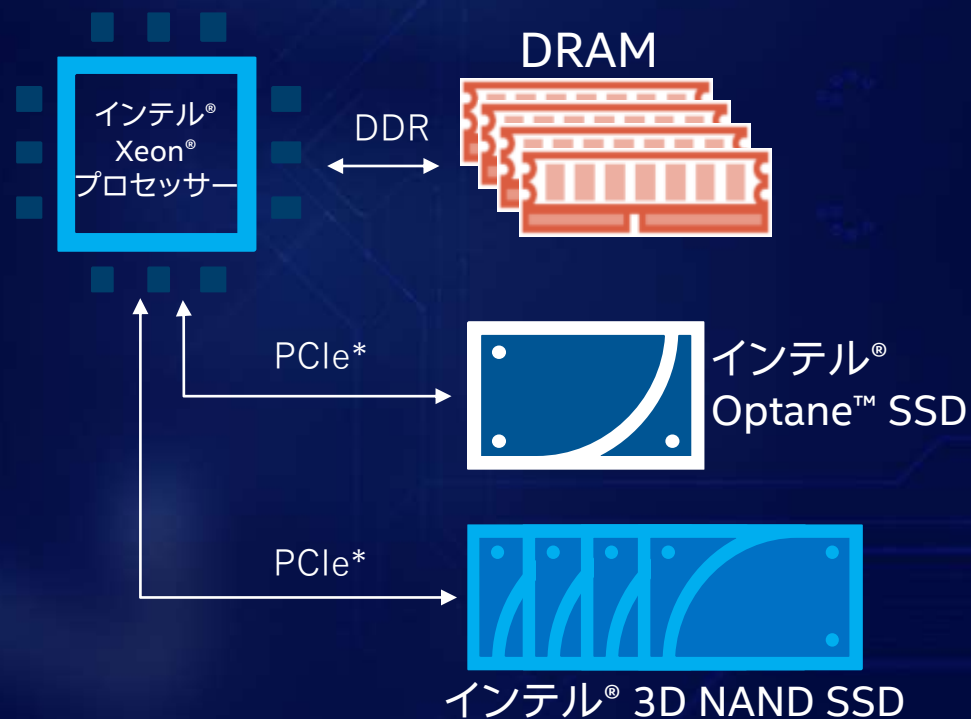
1. Common Configuration - Intel 2U PCSD Server ("Wildcat Pass"), OS CentOS 7.2, kernel 3.10.0-327.el7.x86\_64, CPU 2 x Intel® Xeon® E5-2699 v4 @ 2.20GHz (22 cores), RAM 396GB DDR @ 2133MHz. Optane Configuration - Intel® Optane™ SSD DC P4800X 375GB. NAND Configuration - Intel® SSD DC P3700 1600GB. QoS - measures 99% QoS under 4K 70-30 workload at QD1 using fio-2.15.



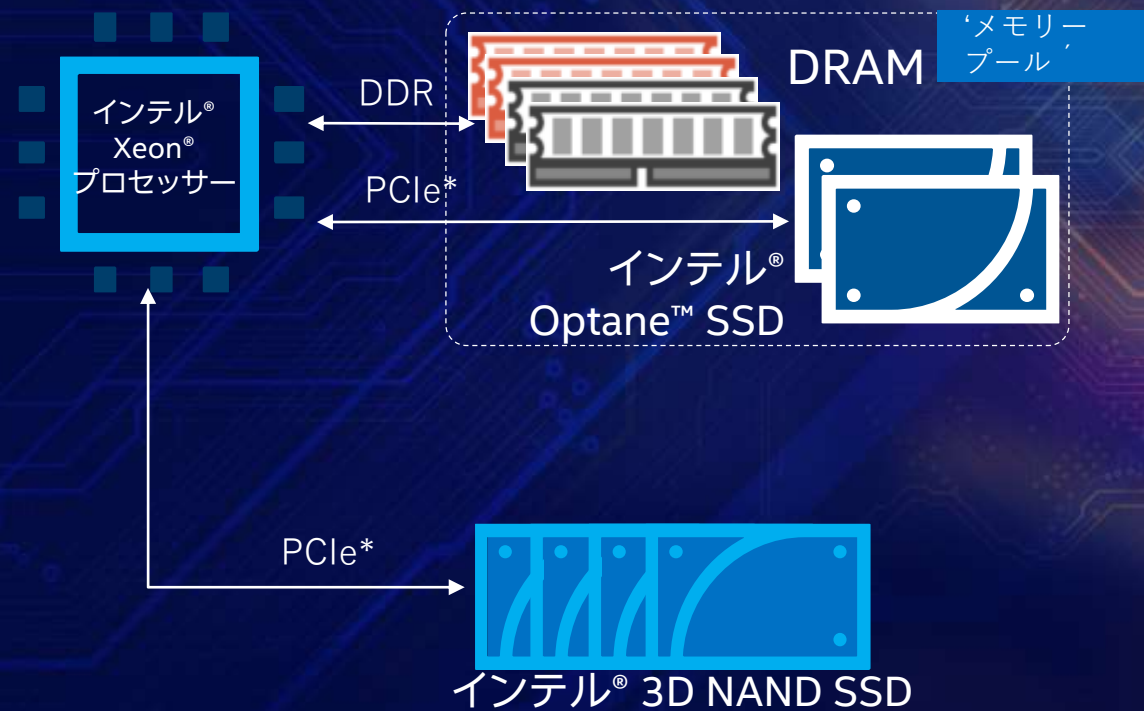
# インテル® Optane™ SSD 事例



## 高速ストレージキャッシュ



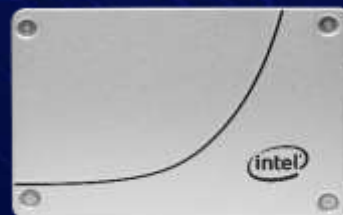
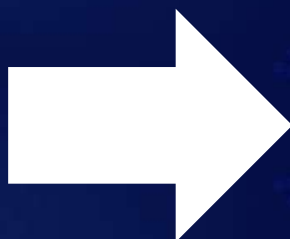
## 拡張メモリー インテル® メモリー・ドライブ・テクノロジー



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

# ブートディスクに最適な 3D-NAND SSD

10K HDD



SATA ベース SSD  
インテル® SSD DC S4500  
および DC S4600 シリーズ

高い信頼性、最大で年間不良率を **3 分の 1** に低減<sup>2</sup>

最大で消費電力を **約 3 分の 1** に低減<sup>1</sup>

最大で冷却要件を **約 3 分の 1** に低減<sup>1</sup>

1. Intel TCO tool comparing Intel SSD DC S4500 960GB and Seagate Savvio\* 10K.6 900 GB 10k SAS HDD & Intel SSD DC S4500 960GB and Seagate Savvio 10K.6 900 GB 10k SAS HDD. The workload equates 128 KB (131,072 bytes) Queue Depth equal to 32 sequential writes. Average power for Seagate drive from <http://www.tomshardware.com/charts/enterprise-hdd-charts/-19-Power-Requirement-at-Database,3389.html>. <http://estimator.intel.com/ssddc/>
2. Industry AFR Average (2.11%): Source - Backblaze.com <https://www.backblaze.com/blog/hard-drive-failure-rates-q1-2017/>

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





# 新しいフォームファクターの提案



“Ruler”



1PB / 1U

インテル® 3D NAND SSD 32TB Ruler  
2019年に登場

高いTCOを実現したウォームストレージの新しい利用事例

# インテル® Omni-Path アーキテクチャーの利点

## HPC および AI システムの高速化



- **高性能:** ワークロードに最適化された性能
- **価格性能比:** ファブリックで節約した予算をコンピューティング・パワーへ投資
- **拡張性と回復力:** スケールしてもエンドツーエンドで低レイテンシーを維持
- **電力効率:** 高密度と低消費電力によるコスト削減



# FPGA（書き換え可能な半導体）

ハードウェアのパフォーマンスとソフトウェアの柔軟性を併せもつ

Intel® Programmable Acceleration Card with Intel® Arria® 10 GX fpGA



フレキシブル

並列計算

高性能

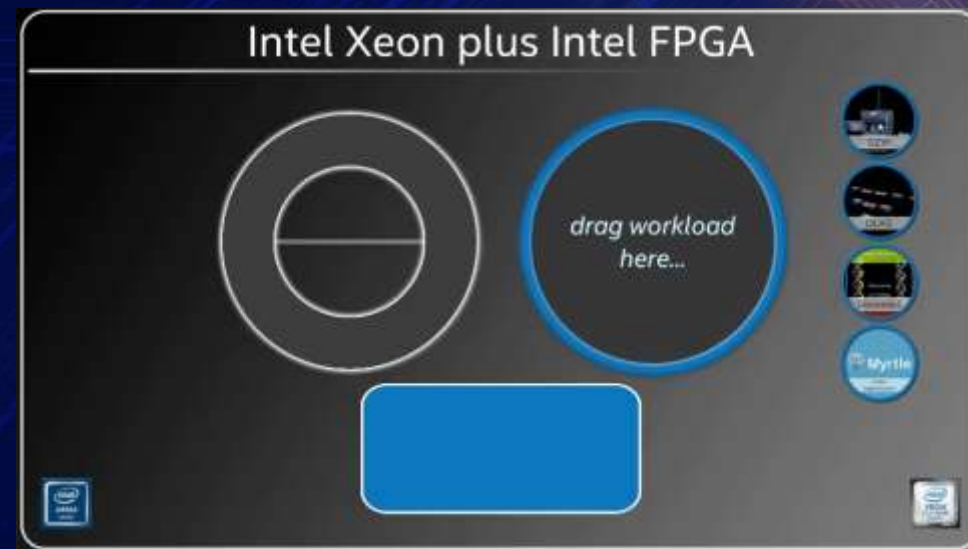
書き換え可能

低遅延

電力効率

# インテルの FPGA エコシステム

FPGA に最適化されたライブラリーと  
フレームワークにより、開発者の生産  
性が向上し、デザインサイクルを短縮





# インテル® Select ソリューション

## ご紹介

HW と SW コンポーネント  
の密な組み合わせ

評価を  
簡素化



事前に定義されたセッティ  
ング、全体システムでの  
チューニング

導入を早く  
簡単に



最適性能を提供できるよう  
にデザイン

ワークロード  
の最適化



シミュレーションと  
モデリング

INTEL® SELECT SOLUTION FOR  
SIMULATION & MODELING

ゲノム解析向け

INTEL® SELECT SOLUTIONS FOR  
GENOMICS ANALYTICS

プロレベルの  
可視化

INTEL® SELECT SOLUTION FOR  
PROFESSIONAL VISUALIZATION

Intel® Select Solution configurations  
and benchmark results are

**INTEL VERIFIED**



# リファレンス性能

Intel® Select Solutions for HPC  
Simulation and Modeling are



Ensuring a minimum  
performance standard across  
**five key HPC-focused  
benchmarks** on a 4-node  
cluster unit

Benchmark	Method of Execution	Minimum Performance Requirement
<b>HPL</b>	Across all 4 nodes	8192.00 GLOP/s
<b>HPCG</b>	Across all 4 nodes	126.90 GFLOP/s rating
	On each node	32.00 GFLOP/s rating
<b>DGEMM</b>	On each node	2048.00 GFLOP/s
<b>STREAM</b>	On each node	164000.00 MB/s
<b>IMB PingPong</b>	Between each pair of nodes	11300.00 MB/s (bandwidth)
		1.90 $\mu$ s (latency)

- **HPL:** solves a dense linear system in double precision (64bits) arithmetic calculation on distributed memory
- **HPCG:** models data access patterns of real-work applications such as sparse matrix calculations, testing memory subsystems and internal interconnect
- **DGEMM:** double precision general matrix multiplication measures computing capability of processor and memory
- **STREAM:** measures the sustainable memory bandwidth and corresponding computation rate for simple vector kernels
- **IMB PingPong:** measure speed and latency of passing a single message from host to peer, including response

Benchmark results were obtained prior to implementation of recent software patches and firmware updates intended to address exploits referred to as "Spectre" and "Meltdown." Implementation of these updates may make these results inapplicable to your device or system.



# リファレンスアーキテクチャ



Configuration	The minimum Intel-recommended solution configuration for today's Simulation and Modeling workloads consists of 4 compute nodes. A management node is required and may be part of the 4 compute nodes. Consult with OEMs for variations to system configurations.
Platform	Dual-socket server platform
Processor	2x Intel® Xeon® Gold 6148 processors at 2.4 GHz, 20 cores/40 threads, or a higher model Intel Xeon Scalable processor
Memory	96 GB (12 x 8 GB 2,666-MHz 288-pin DDR4 RDIMM) 2 GB memory per processor core and all memory channels populated
Local Storage	1 x Intel® Solid-State Drive (SSD ) Data Center (DC) Family <sup>‡</sup>
Messaging Fabric	1 x Intel® Omni-Path Architecture, single-port Peripheral Component Interconnect Express* (PCIe*) 3.0 x16 adapter, 100 Gbps
Management Network	Integrated 1 gigabit Ethernet (GbE) <sup>‡</sup>
Software	Linux* operating system Intel® Cluster Checker 2018 Update 2 OpenHPC <sup>‡</sup> Intel® Parallel Studio XE 2018 Cluster Edition <sup>‡</sup>

<sup>‡</sup> Recommended, not required

<https://builders.intel.com/docs/intel-select-simulation-modeling.pdf>

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

# ゲノム解析

より簡単な導入、ライフ・サイエンス・リサーチ、ヘルスケア・インサイトにおける  
ゲノム・パイプラインのスピードを向上 (BIGstack\* 2.0 リファレンス・アーキテクチャー利用時)



## 拡張性

最大

5倍

多くのゲノム処理  
(GenomicsDB 使用)

## スピード

最大

3倍

高速  
6 週間が 2 週間に



1. Source: Data presented by, and slide courtesy of Broad Institute, Geraldine Van der Auwera, Ph.D., BioIT World May 24, 2017 <https://software.broadinstitute.org/gatk/gatk4>  
For more information on Intel® Select Solutions for Genomics Analytics, visit <https://builders.intel.com/docs/intel-select-genomics-analytics.pdf>  
For more complete information about performance and benchmark results, visit [www.intel.com/benchmarks](http://www.intel.com/benchmarks). Config details on last slide

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



プロレベルの  
可視化

INTEL® SELECT SOLUTION FOR  
PROFESSIONAL VISUALIZATION

# デジタル・コンテンツ・クリエーション

Greater Insight



Saving Money



Faster Results



## CPU-Based Solution



## Optimized Open Source Libraries & Software



# インテル® データセンター・マネージャー



Power, thermal and health management -  
a path to data center agility and optimization

DCM Console

Power, Thermal, Control, Health

SDK for ISV



Protocols

IPMI, SNMP, HTTPS, SSH



BMC (iDRAC, IMM, ILO), CMC, Node Manager  
Rack Servers, Blades, Networking, Storage, PDU



Lenovo

FUJITSU

intel

DELL

hp

cisco





# インテルが実現するHPC

インテル® スケーラブル・システム・フレームワーク

AI

モデリング・  
シミュレーション

可視化

ビッグデータ・  
アナリティクス



インテル® Xeon®  
スケーラブル・プロセッサ

多種多様な  
ワークロード

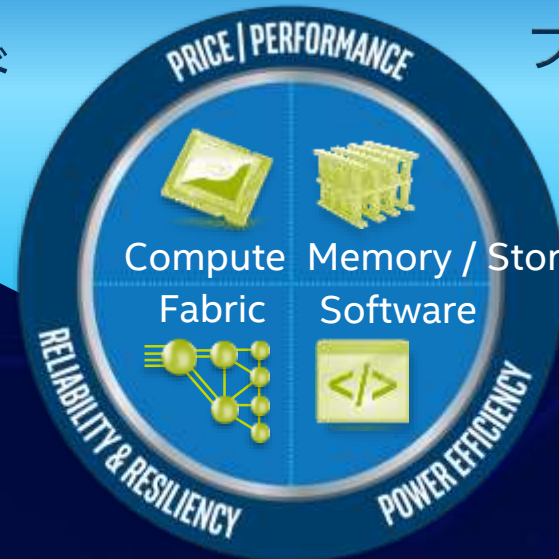
単一の  
フレームワーク

インテル® 3D NAND SSD

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® Nervana™ ニューラル・  
ネットワーク・プロセッサ

インテル® Omni-Path  
アーキテクチャー



intel OPTANE DC  
PERSISTENT MEMORY

intel OPTANE DC  
SOLID STATE DRIVE

intel select  
solution



# 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/benchmarks/> (英語) を参照してください。

インテルは、製品やサービスの内容を、いつでも予告なく変更できるものとします。本資料に記載した情報、製品、サービスの適用や使用により生じた損害について、インテルは、書面で明示的に合意した場合を除き、一切の責任や義務を負いません。公開された情報を利用する場合や、製品やサービスをご注文の場合は、事前に最新バージョンのデバイス仕様を入手されることをお勧めします。

本資料に記載されているすべての日付は予告なく変更されることがあります。特定されている日付は全て目標日であり、計画以外の目的ではご利用になれません。

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も許諾するものではありません。

Intel、インテル 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。





# NOTICES AND 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 product or component can be absolutely secure.

Tests document performance of components on a particular test, in specific systems. Differences in hardware, software, or configuration will affect actual performance. For more complete information about performance and benchmark results, visit <http://www.intel.com/benchmarks>.

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 complete information visit <http://www.intel.com/benchmarks>.

Intel® Advanced Vector Extensions (Intel® AVX)\* provides higher throughput to certain processor operations. Due to varying processor power characteristics, utilizing AVX instructions may cause a) some parts to operate at less than the rated frequency and b) some parts with Intel® Turbo Boost Technology 2.0 to not achieve any or maximum turbo frequencies. Performance varies depending on hardware, software, and system configuration and you can learn more at <http://www.intel.com/go/turbo>.

Intel's compilers may or may not optimize to the same degree for non-Intel microprocessors for optimizations that are not unique to Intel microprocessors. These optimizations include SSE2, SSE3, and SSSE3 instruction sets and other optimizations. Intel does not guarantee the availability, functionality, or effectiveness of any optimization on microprocessors not manufactured by Intel. Microprocessor-dependent optimizations in this product are intended for use with Intel microprocessors. Certain optimizations not specific to Intel microarchitecture are reserved for Intel microprocessors. Please refer to the applicable product User and Reference Guides for more information regarding the specific instruction sets covered by this notice.

Cost reduction scenarios described are intended as examples of how a given Intel-based product, in the specified circumstances and configurations, may affect future costs and provide cost savings. Circumstances will vary. Intel does not guarantee any costs or cost reduction.

Intel does not control or audit third-party benchmark data or the web sites referenced in this document. You should visit the referenced web site and confirm whether referenced data are accurate.

Intel, the Intel logo, and Intel Xeon are trademarks of Intel Corporation in the U.S. and/or other countries.

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