






# インテル® コンパイラー 17.0

インテル® C++ および Fortran コンパイラー for Linux\*/OS X\*/Windows®

# インテル® Parallel Studio XE の主要コンポーネント



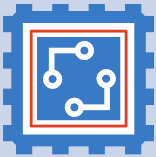
ソフトウェア開発者にとって重要なポイント	課題	インテル® コンパイラーの利点	
	<p><b>パフォーマンス</b> 高速なアプリケーションを 開発する必要がある</p>	<p>最新のハードウェア・ イノベーションを利用 しなければならない</p>	<p>最新の x86 互換プロセッサと 命令セットを最大限に 利用できる</p>
	<p><b>生産性</b> 生産性を向上でき、 使いやすくなければ ならない</p>	<p>主要な言語とプログラミング・ モデルがサポートされてい なければならない</p>	<p>最新の Fortran、C/C++、 OpenMP* 標準規格をサポート し、主要なコンパイラーおよび IDE と互換性がある</p>
	<p><b>スケーラビリティ</b> アプリケーションを ローカルで開発・ デバッグし、グローバルに配 置する必要がある</p>	<p>急速に増え続けるコア数と ベクトル幅に合わせて コードを保守しなければ ならない</p>	<p>新しい世代のプロセッサでも コードを変更することなく スケーラブルなパフォーマンス を実現できる</p>

## 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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® System Studio の主要コンポーネント

ソフトウェア開発者にとって重要なポイント		課題	インテル® C/C++ コンパイラー
	<u>効率とパフォーマンス</u>	最新のインテル® プラットフォーム向けの最適化よりも、製品の開発に集中したい	ベクトル命令を利用し、パフォーマンス向上のためコードを調整して、ターゲット・プロセッサ向けの強力なチューニングが可能
	<u>開発期間の短縮</u>	最新のインテル® プラットフォーム上で主要な組込み/IoT オペレーティング・システムと言語がサポートされていない	広範なターゲットにわたって最先端の C++ 機能と主要なコンパイラーおよび IDE との互換性を提供
	<u>システムの信頼性</u>	発見が困難なシステムやメモリー/スレッドの問題を切り分け、デバッグしなければならない	インテルのデバッグおよび解析ツールと連携して、システムの信頼性に関する問題を排除

## 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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® Parallel Studio XE 2017 に含まれるインテル® コンパイラー インテル® C++ コンパイラー 17.0 とインテル® Fortran コンパイラー 17.0

## 共通の変更点

- 最新のインテル® AVX2 およびインテル® AVX512 命令セットのサポートを最新のインテル® プロセッサー (インテル® Xeon Phi™ プロセッサーを含む) に拡張
- コードの現代化に不可欠な最適化/ベクトル化レポートを拡張
- ベクトル化の制御を向上し、新しい SIMD 命令を提供する、OpenMP\* 4.5 をサポート

### インテル® C++ コンパイラー

- C++ コードのベクトル化を向上する SIMD Data Layout Template (SDLT)
- 仮想関数のベクトル化
- 最新の C11、C++14 標準規格をフルサポート、C++17 の初期サポート

### インテル® Fortran コンパイラー

- Co-Array のパフォーマンスが大幅に向上 – Co-Array Fortran プログラムで以前のバージョンよりも最大 **2 倍スピードアップ**
- Fortran 2008 をほぼ完全にサポート
- C との互換性が向上 (Fortran 2015 暫定版の機能)

#### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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® System Studio 2017 に含まれるインテル® コンパイラー インテル® C++ コンパイラー 17.0 の変更点

- ベクトル化:
  - 最新のインテル® AVX2 およびインテル® AVX512 命令セットのサポートを拡張
  - SIMD Data Layout Template (SDLT) により C++ コードのベクトル化を向上
  - 仮想関数のベクトル化
- 特定のターゲット・プロセッサ向けに強力なチューニングを行うコンパイラー・オプションを追加
- より詳細なコンパイラーの最適化レポートとスレッド・エラー・レポート
- 最新の C11、C++14 標準規格をフルサポート、C++17 の初期サポート
- Android™、組み込み Linux\* OS を含む広範なターゲット・オペレーティング・システムをサポート

## 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

# SIMD Data Layout Template (SDLT) – 生産性と C++ パフォーマンスを向上

- "構造体配列 (AOS)" を "配列構造体 (SOA)" へ迅速に変換
- 生産性を向上: 事前定義テンプレートを使用して、最小限の労力で、SDLT にベクトル化を任せることが可能
- パフォーマンスを向上: SDLT はメモリアクセスを連続させることでコードをベクトル化し、コードの効率とパフォーマンスを向上
- シームレスな統合: SDLT はインテルのベクトル・プログラミング・モデルに沿っている

「SDLT を使って、DreamWorks Animation\* の内製アニメーション・ツール Premo のデフォーマー・コードをベクトル化したところ、大幅なパフォーマンスの向上が得られ、映画で高画質のキャラクターを提供できるようになりました。ライブラリー自体も使いやすく、既存のコードベースに簡単に統合できました。」

DreamWorks Animation  
主任エンジニア  
Martin Watt 氏

# 新機能 - 詳細

## インテル® C++ コンパイラー

- C++ コードのベクトル化を向上する SIMD Data Layout Template (SDLT)
- 仮想関数のベクトル化
- C11 および C++14 言語標準のサポートを拡張
  - メモリ解放時のサイズ指定
  - constexpr 制限の緩和
  - 可変テンプレート
  - 数値区切りとしての一重引用符
- GNU\* および Microsoft® との互換性を拡張
- インテル® SSE のキャストサポート
- テンプレート引数の診断が向上
- Android™、組み込み Linux\* OS を含む広範なターゲット・オペレーティング・システムをサポート

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

# 新機能 - 詳細

## インテル® Fortran コンパイラー

- Fortran プログラムで Co-Array のパフォーマンスが大幅に向上
- Fortran 2008 をほぼ完全にサポート
- Fortran 2008 および Fortran 2015 暫定版言語標準をサポート
  - 暗黙形状 PARAMETER 配列
  - Fortran 2008 BIND(C) 内部プロシージャ
  - 名前付きブロックにおける EXIT の拡張
  - ポインター初期化
- VS2010 Shell に代わり VS2013 Shell を採用 (Windows®)



# 各エディションの概要

## インテル® Parallel Studio XE 2017



		Composer Edition	Professional Edition	Cluster Edition
ビルド	インテル® C++ コンパイラー	✓	✓	✓
	インテル® Fortran コンパイラー	✓	✓	✓
	インテル® Distribution for Python*	✓	✓	✓
	インテル® MKL – 高速な数学ライブラリー	✓	✓	✓
	インテル® IPP – 画像、信号、およびデータ処理	✓	✓	✓
	インテル® TBB – スレッド・ライブラリー	✓	✓	✓
	インテル® DAAL – マシンラーニングとデータ解析	✓	✓	✓
解析	インテル® VTune™ Amplifier XE – パフォーマンス・プロファイラー		✓	✓
	インテル® Advisor – ベクトル化の最適化とスレッドのプロトタイプ生成		✓	✓
	インテル® Inspector – メモリー/スレッドのデバッガー		✓	✓
クラスター	インテル® MPI ライブラリー – メッセージ・パッシング・インターフェイス・ライブラリー			✓
	インテル® Trace Analyzer & Collector – MPI チューニングと解析			✓
	インテル® Cluster Checker – クラスター診断エキスパート・システム			✓
	ローグウェーブ IMSL* ライブラリー – Fortran 数値解析	バンドルまたはアドオン	アドオン	アドオン

フローティング・ライセンスおよびアカデミック・ライセンスを含むその他の構成については、<http://intel.ly/perf-tools> (英語) を参照してください。

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。



# 各エディションと構成

## インテル® System Studio 2017



		Composer Edition	Professional Edition	Ultimate Edition
ビルド	インテル® C++ コンパイラー	✓	✓	✓
	インテル® TBB	✓	✓	✓
	インテル® IPP	✓	✓	✓
	インテル® MKL	✓	✓	✓
解析	インテル® VTune™ Amplifier for Systems – パフォーマンス・プロファイラー		✓	✓
	インテル® Energy Profiler		✓	✓
	インテル® Graphics Performance Analyzers		✓	✓
デバッグ	GDB アプリケーション・デバッガー <sup>3</sup>	✓	✓	✓
	インテル® Inspector for Systems – メモリー/スレッドのデバッガー		✓	✓
	インテル® System Debugger			✓
	GDB OpenOCD <sup>3</sup>			✓
ホスト・オペレーティング・システム		Linux*, Windows®		
ターゲット・オペレーティング・システム <sup>1</sup>		Linux* <sup>2</sup> , Android™, Windows®		
ハードウェア・プロセッサ/プラットフォーム <sup>4</sup>		プロセッサ: インテル® Quark™ プロセッサ X1000、インテル® Atom™ x3/x5/x7 プロセッサ、インテル® Core™ M プロセッサ、インテル® Core™ i3/i5/i7 プロセッサ、 インテル® Xeon® プロセッサ 開発プラットフォーム: インテル® Edison 開発プラットフォーム、インテル® Puma™ 6 メディア・ゲートウェイ		

フローティング・ライセンス、アカデミック・ライセンス、および VxWorks\* サポートを含むその他の構成については、<https://software.intel.com/en-us/intel-system-studio/try-buy> (英語) を参照してください。すべてのエディションに 1 年間のインテル® プレミアサポート (更新可能) が含まれます。

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

<sup>1</sup> 利用可能なターゲット OS ライセンス: Linux\*+Android™ (コンゴ)、Windows®

<sup>2</sup> Linux\*、組み込み Linux\*、Wind River\* Linux\*、Yocto Project\*

<sup>3</sup> Linux\* ターゲット OS でサポート

<sup>4</sup> サポートされるプロセッサとプラットフォームの詳細は、リリースノートを参照してください。





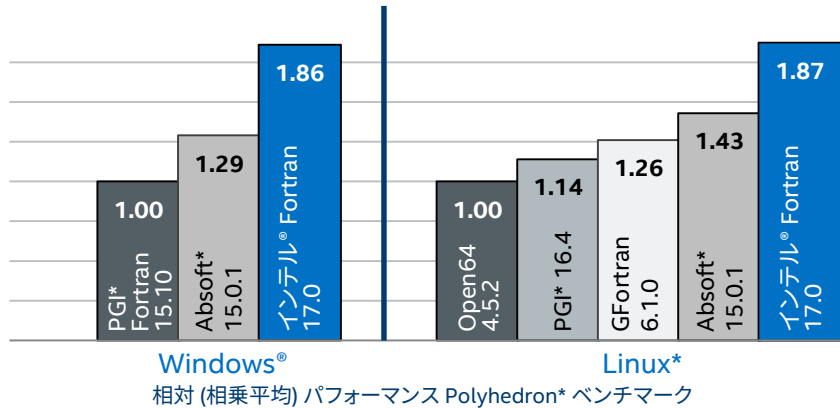
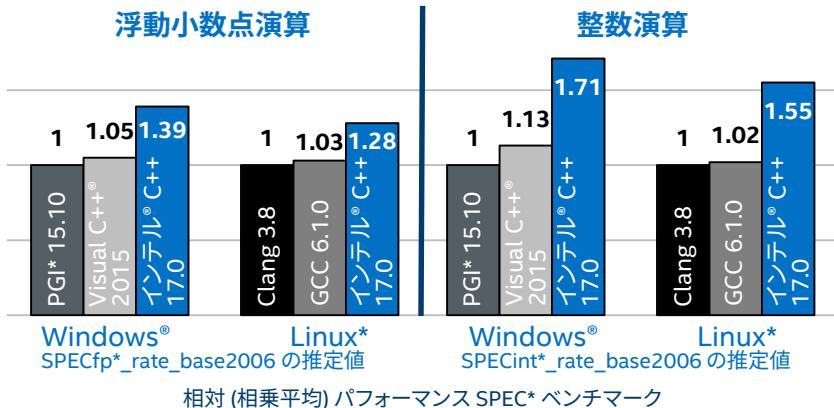
# パフォーマンス指標

ベンチマーク、ランタイム、および OpenMP\* パフォーマンス

# Windows®/Linux\* 上でアプリケーション・パフォーマンスを向上 インテル® C++ および Fortran コンパイラー

インテル® C++ コンパイラーによる優れた C++  
アプリケーション・パフォーマンス—Windows®/Linux\*  
(数値が大きいほど高性能)

インテル® Fortran コンパイラーによる優れた Fortran  
アプリケーション・パフォーマンス—Windows®/Linux\*  
(数値が大きいほど高性能)



システム構成: Windows® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1245 v5 @ 3.50GHz、ハイバースレディング有効、ターボブースト有効、32GB RAM、Linux® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E5-2680 v3 @ 2.50GHz、256GB RAM、ハイバースレディング有効。  
ソフトウェア: インテル® C++ コンパイラー 17.0、Microsoft® C++ 最適化コンパイラー 19.00.2319 (x86/x64)、GCC 6.1.0、PGI 15.10、Clang/LVM 3.8、Linux®: Red Hat® Enterprise Linux® Server 7.1 (Maipo)、カーネル 3.10.0-229.el7.x86\_64、Windows® OS: Windows® 10 Pro (10.0.10240 N/A Build 10240)、SPEC\* ベンチマーク ([www.spec.org](http://www.spec.org))、SPECint\* ベンチマークでは、Visual C++\* コンパイラーとインテル® コンパイラーで SmartHeap 11.3 を使用。

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ー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、コンピュータ、ソフトウェア、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。  
\*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。ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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含まれます。インテルは、他社製マイクロプロセッサーに関して、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。本製品のマイクロプロセッサー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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ー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

システム構成: ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1245 v5 @ 3.50GHz、ハイバースレディング有効、ターボブースト有効、32GB RAM、ソフトウェア: インテル® Fortran コンパイラー 17.0、Absoft 15.0.1、PGI® Fortran 15.10 (Windows®/16.4 (Linux®)、Open64 4.5.2、GFortran 6.1.0、Linux® OS: Red Hat® Enterprise Linux® Server 7.2、カーネル 3.10.0-327.4.5.el7.x86\_64、Windows® OS: Windows® 10 Pro (10.0.10240 N/A Build 10240)、Polyhedron\* Fortran ベンチマーク ([www.fortranuk.com](http://www.fortranuk.com))、Windows® コンパイラー: オプティオン: Absoft® -m64 -O5 -speed\_math=10 -fast\_math -march=core -xINTEGEX -stack-0x80000000、インテル® Fortran コンパイラー: /fast /Qparallel /QxCORE-AVX2 /nostandard-realloc-lhs /link /stack:64000000、PGI® Fortran: -fastsse -Munroll-r=4 -Mpa=fast-inline -Mconcur=numa、Linux® コンパイラー: オプティオン: Absoft® -m64 -mavx -O5 -speed\_math=10 -march=core -xINTEGEX、GFortran: -Ofast -mfp-math-sse -fno-march-native -funroll-loops -free-parallelize-loops=4、インテル® Fortran コンパイラー: -fast -parallel -xCORE-AVX2 -nostandard-realloc-lhs、PGI® Fortran: -fast -Mpa=fast-inline -Msmat-allocs -Mfrelaxed -Mstack\_arrays -Mconcur=bind、Open64: -march=auto -Ofast -mso -apo。

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ー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、コンピュータ、ソフトウェア、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。  
\*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。ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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含まれます。インテルは、他社製マイクロプロセッサーに関して、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。本製品のマイクロプロセッサー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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ー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

## 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

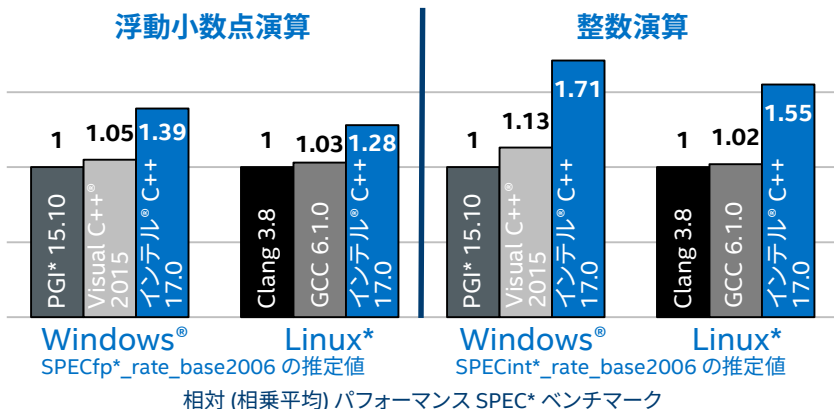
\* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。



# インテル® C++ コンパイラー

## SPEC\* ベンチマークで優れたパフォーマンスを達成

インテル® C++ コンパイラーによる優れた C++  
アプリケーション・パフォーマンス — Windows®/Linux\*  
(数値が大きいほど高性能)

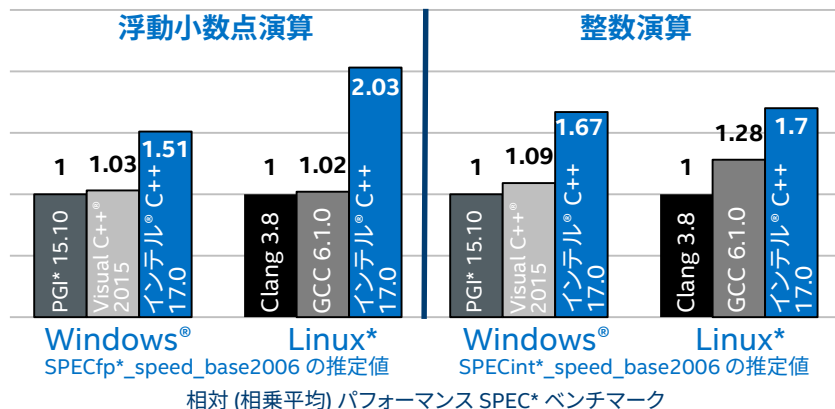


システム構成: Windows® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1245 v5 @ 3.50GHz, ハイバースレディング有効, ターボブースト有効, 32GB RAM, Linux® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E5-2680 v3 @ 2.50GHz, 256GB RAM, ハイバースレディング有効。  
ソフトウェア: インテル® C++ コンパイラー 17.0, Microsoft® C/C++ 最適化コンパイラー 19.00.23918 (k86/k64), GCC 6.1.0, PGI® 15.10, Clang/LLVM 3.8, Linux®, Red Hat® Enterprise Linux® Server release 7.1 (Maipo), カーネル 3.10.0-229.el7.x86\_64, Windows® OS: Windows® 10 Pro (10.0.10240 N/A Build 10240), SPEC® Benchmark ([www.spec.org](http://www.spec.org)), SPECint\* ベンチマークでは Visual C++ コンパイラーとインテル® コンパイラーで SmartHeap 11.0 を使用。

性能に関するテストに使用されるソフトウェアワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサー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。  
\*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。 ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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ーに関して、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。本製品のマイクロプロセッサー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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ー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

インテル® C++ コンパイラーによる優れた C++  
アプリケーション・パフォーマンス — Windows®/Linux\*  
(数値が大きいほど高性能)



システム構成: Windows® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1245 v5 @ 3.50GHz, ハイバースレディング有効, ターボブースト有効, 32GB RAM, Linux® ハードウェア: インテル® Xeon® プロセッサー E5-2680 v3 @ 2.50GHz, 256GB RAM, ハイバースレディング有効。  
ソフトウェア: インテル® C++ コンパイラー 17.0, Microsoft® C/C++ 最適化コンパイラー 19.00.23918 (k86/k64), GCC 6.1.0, PGI® 15.10, Clang/LLVM 3.8, Linux®, Red Hat® Enterprise Linux® Server release 7.1 (Maipo), カーネル 3.10.0-229.el7.x86\_64, Windows® OS: Windows® 10 Pro (10.0.10240 N/A Build 10240), SPEC® Benchmark ([www.spec.org](http://www.spec.org)), SPECint\* ベンチマークでは Visual C++ コンパイラーとインテル® コンパイラーで SmartHeap 11.0 を使用。

性能に関するテストに使用されるソフトウェアワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサー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。  
\*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。 ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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ーに関して、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。本製品のマイクロプロセッサー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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ー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

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。



# パフォーマンスを大幅に向上

## OpenMP\* を使用したインテル® コンパイラーの明示的なベクトル化

- 3行を追加するだけでインテル® SSEとインテル® AVXを利用可能
- プラグマはほかのコンパイラー (OpenMP\* 4.0をサポートしない) では無視されるため移植性には影響しない

```
#pragma omp declare simd linear(z:40) uniform(L, N, Nmat) linear(k)
float path_calc(float *z, float L[VLEN], int k, int N, int Nmat)
```

```
#pragma omp declare simd uniform(L, N, Nopt, Nmat) linear(k)
float portfolio(float L[VLEN], int k, int N, int Nopt, int Nmat)
```

```
.....
for (path=0; path<NPATH; path+=VLEN) {
    /* 先物相場の初期化 */
    z = z0 + path * Nmat;
```

```
#pragma omp simd linear(z:Nmat)
for(int k=0; k < VLEN; k++){
    for(i=0;i<N;i++){
        L[i][k] = LO[i];
    }
}
```

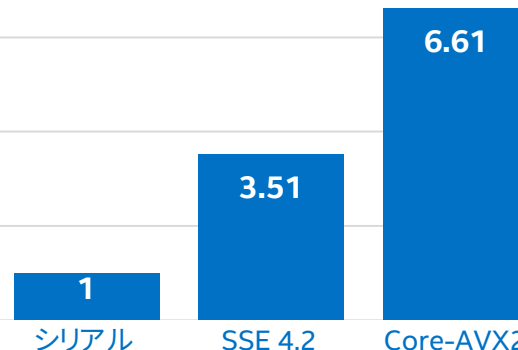
```
/* LIBOR パスの計算 */
```

```
float temp = path_calc(z, L, k, N, Nmat);
v[k+path] = portfolio(L, k, N, Nopt, Nmat);
```

```
/*ポインターを次のブロックの開始位置へ移動*/
z += Nmat;
}
}
```

## LIBOR 計算のスピードアップ

正規化されたパフォーマンス・データ  
(数値が大きいほど高性能)



システム構成: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1270 @ 3.50GHz Haswell® システム (4 コア、ハイバースレディング有効)、32GB RAM、L1 キャッシュ 256KB、L2 キャッシュ 1MB、L3 キャッシュ 8MB、Windows Server® 2012 R2 Datacenter (64 ビット版)、コンパイラー オプション: -O3 -Qopenmp-simd -QxSSE4.2 (インテル® SSE4.2 の場合) または -O3 -Qopenmp-simd -QxCORE-AVX2 (インテル® AVX2 の場合)、詳細については、<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ワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサー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システム、コネクト、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。

\* 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。ベンチマークの出力: インテル コラボレーション

最適化に関する注意事項: インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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 補完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ーに関して、いかなる最適化の利用、復元、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ー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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ー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

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

\* 開発コード名



# パフォーマンスを大幅に向上

## インテル® C++ の明示的なベクトル化: SIMD パフォーマンス

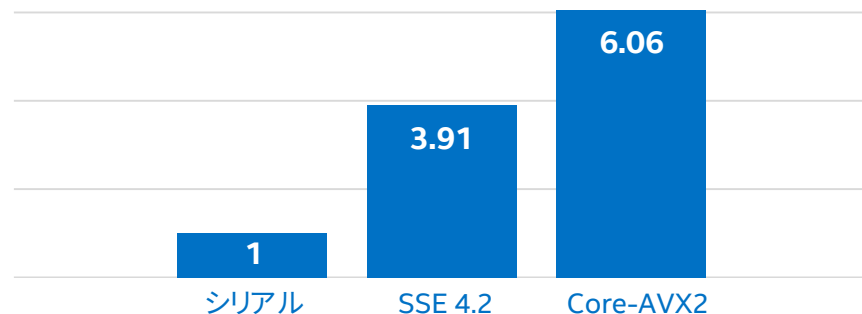
- 1 行を追加するだけでインテル® SSE とインテル® AVX を利用可能
- プラグマはほかのコンパイラ (OpenMP\* 4.0 をサポートしない) では無視されるため移植性には影響しない

```
#pragma simd vectorlength(8)
```

```
for (int x = x0; x < x1; ++x) {  
    float div = coef[0] * A_cur[x]  
        + coef[1] * ((A_cur[x + 1] + A_cur[x - 1])  
        + (A_cur[x + Nx] + A_cur[x - Nx])  
        + (A_cur[x + Nxy] + A_cur[x - Nxy]))  
        + coef[2] * ((A_cur[x + 2] + A_cur[x - 2])  
        + (A_cur[x + sx2] + A_cur[x - sx2])  
        + (A_cur[x + sxy2] + A_cur[x - sxy2]))  
        + coef[3] * ((A_cur[x + 3] + A_cur[x - 3])  
        + (A_cur[x + sx3] + A_cur[x - sx3])  
        + (A_cur[x + sxy3] + A_cur[x - sxy3]))  
        + coef[4] * ((A_cur[x + 4] + A_cur[x - 4])  
        + (A_cur[x + sx4] + A_cur[x - sx4])  
        + (A_cur[x + sxy4] + A_cur[x - sxy4]));  
    A_next[x] = 2 * A_cur[x] - A_next[x] + vsq[s+* x] div;  
}
```

### RTM-ステンシル計算のスピードアップ

正規化されたパフォーマンス・データ  
(数値が大きいほど高性能)



システム構成: インテル® Xeon® プロセッサ E3-1270 @ 3.50GHz Haswell® システム (4 コア、ハイバースレディング有効)、32GB RAM、L1 キャッシュ 256KB、L2 キャッシュ 1MB、L3 キャッシュ 8MB、Windows Server® 2012 R2 Datacenter (64 ビット版)、コンパイラオプション: -O3 -Qopenmp -simd -QxSSE4.2 (インテル® SSE4.2 の場合) または -O3 -Qopenmp -simd -QxCORE-AVX2 (インテル® AVX2 の場合)。詳細については、<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。

\* 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。ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

最適化に関する注意事項: インテル® コンパイラでは、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

#### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

\* 開発コード名



# パフォーマンスを大幅に向上

## OpenMP\* を使用したインテル® コンパイラーの明示的なベクトル化

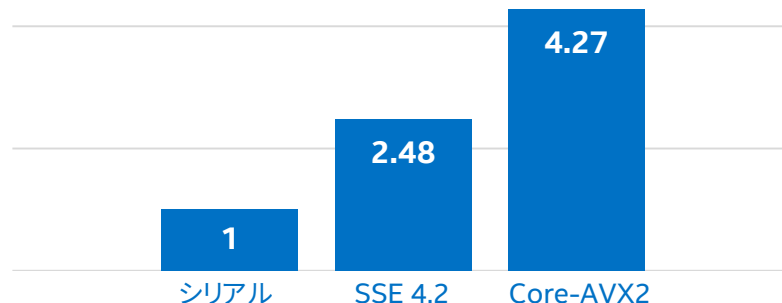
- 2 行を追加するだけでインテル® SSE とインテル® AVX を利用可能
- プラグマはほかのコンパイラー (OpenMP\* 4.0 をサポートしない) では無視されるため移植性には影響しない

```
typedef float complex fcomplex;  
const uint32_t max_iter = 3000;  
#pragma omp declare simd uniform(max_iter), simdlen(16)  
uint32_t mandel(fcomplex c, uint32_t max_iter)  
{  
    uint32_t count = 1; fcomplex z = c;  
    while ((fabs(z) < 2.0f) && (count < max_iter)) {  
        z = z * z + c; count++;  
    }  
    return count;  
}  
uint32_t count[ImageWidth][ImageHeight];  
.....  
for (int32_t y = 0; y < ImageHeight; ++y) {  
    float c_im = max_imag - y * imag_factor;  
#pragma omp simd safelen(16)  
    for (int32_t x = 0; x < ImageWidth; ++x) {  
        fcomplex in_vals_tmp = (min_real + x * real_factor) + (c_im * 1.0iF);  
        count[y][x] = mandel(in_vals_tmp, max_iter);  
    }  
}
```

## マンデルブロー集合計算のスピードアップ

正規化されたパフォーマンス・データ

(数値が大きいほど高性能)



システム構成: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1270 @ 3.50GHz Haswell® システム (4 コア、ハイバースレディング有効)、32GB RAM、L1 キャッシュ 256KB、L2 キャッシュ 1MB、L3 キャッシュ 8MB、Windows Server® 2012 R2 Datacenter (64 ビット版)、コンパイラー・オプション: -O3 -Qopenmp -simd -QxSSE4.2 (インテル® SSE4.2 の場合) または -O3 -Qopenmp -simd -QxCORE-AVX2 (インテル® AVX2 の場合)、詳細については、<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ワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサー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。

\* 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。ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

最適化に関する注意事項: インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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ーに似て、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ー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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® マイクロプロセッサー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

### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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。

\* 開発コード名



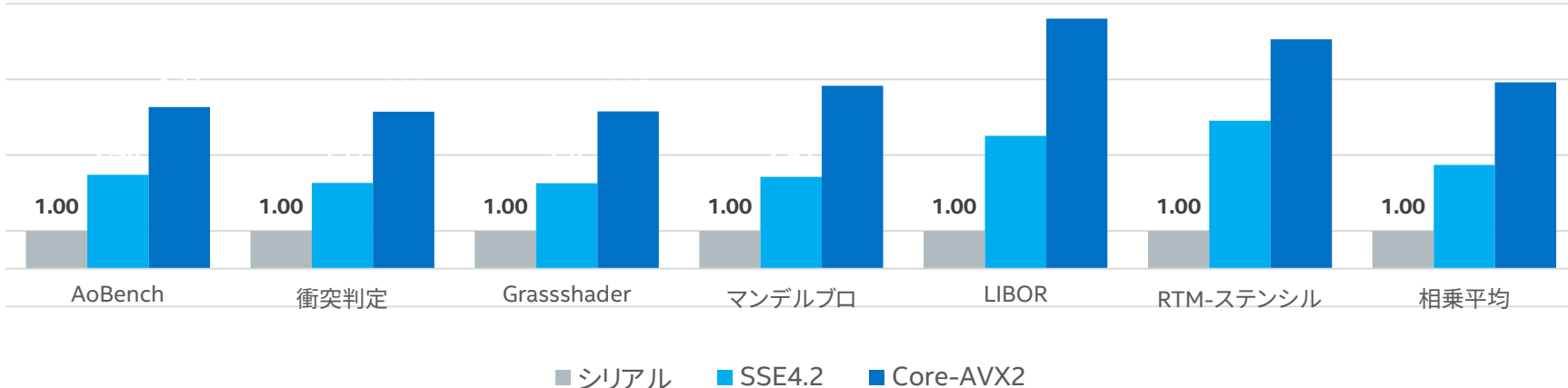


# パフォーマンスを大幅に向上

## OpenMP\* の SIMD を使用したインテル® C++ コンパイラーの明示的なベクトル化

### インテル® Xeon® プロセッサー上での SIMD のスピードアップ

正規化されたパフォーマンス・データ (数値が大きいほど高性能)



システム構成: インテル® Xeon® プロセッサー E3-1270 @ 3.50GHz Haswell+ システム (4コア、ハイバースレディング有効、32GB RAM、L1 キャッシュ 256KB、L2 キャッシュ 1MB、L3 キャッシュ 8MB、Windows Server® 2012 R2 Datacenter (64ビット版)。コンパイラー・オプション: -O3 -Qopenmp-simd -QxSSE4.2 (インテル® SSE4.2 の場合) または -O3 -Qopenmp-simd -QxCORE-AVX2 (インテル® AVX2 の場合)。詳細については、<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ー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。

\* 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。ベンチマークの出典: インテル コーポレーション

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、インテル® マイクロプロセッサーに限定されない最適化に関して、他社製マイクロプロセッサー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ーに関して、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。本製品のマイクロプロセッサー依存の最適化は、インテル® マイクロプロセッサー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® マイクロプロセッサー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

+ 開発コード名

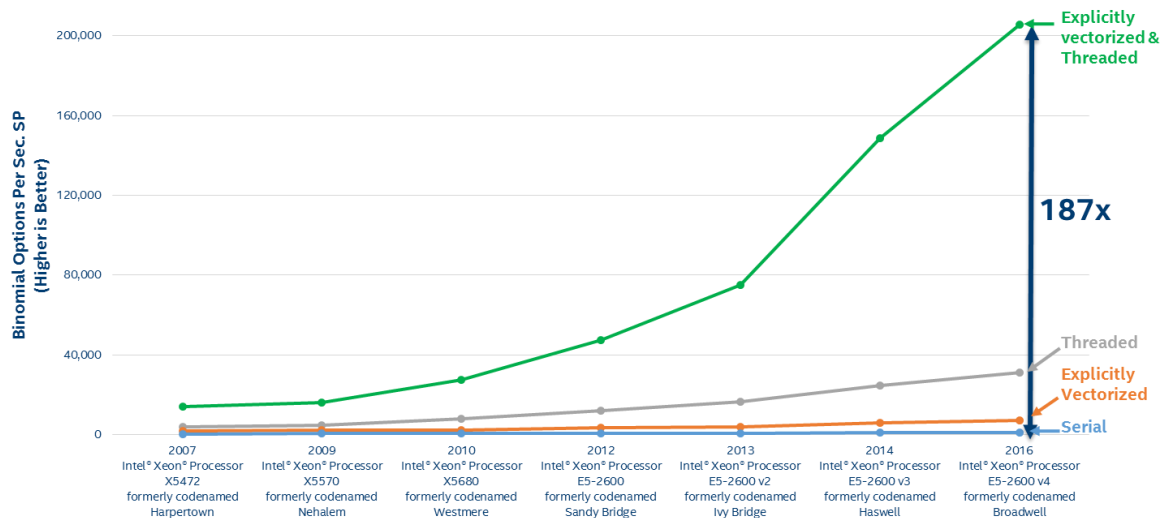
#### 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

\* 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® コンパイラーの明示的なベクトル化とスレッド化によるコードの現代化



- 最新のプロセッサのパフォーマンスを引き出すにはコードの明示的なベクトル化とスレッド化が不可欠。
- OpenMP\* ディレクティブ/プラグマを利用して簡単にコードの現代化が可能。
- インテル® Advisor で反復回数、データ依存性、メモリー・アクセス・パターンなどを取得

ハードウェアが新しい世代になるほど違いが大きくなる

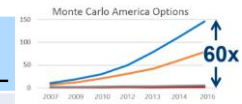
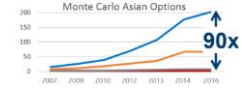
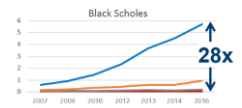
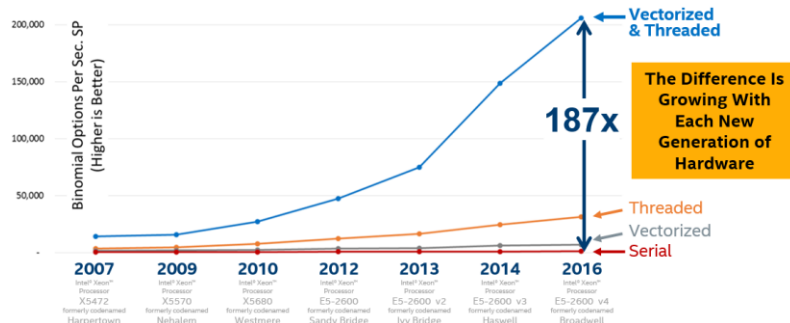
2 項オプション SP のシステム構成  
は本資料の最後を参照

## 最適化に関する注意事項

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。  
\* 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。



# 2007年～2016年のベンチマークのシステム構成



## プラットフォーム、ハードウェア、ソフトウェア

プラットフォーム	スケーリングされていないコアクロックの周波数	コア/ソケット	ソケット数	L1 データ キャッシュ	L2 キャッシュ	L3 キャッシュ	メモリー	メモリー周波数	メモリーアクセス	H/Wプリフェッチ有効	HT有効	ターボ有効	Cステート	OS	カーネル	コンパイラー
インテル® Xeon® プロセッサ 5472	3.00GHz	4	2	32K	6MB	なし	32GB	800MHz	UMA	Y	N	N	無効	Fedora* 20	3.11.10-301.fc20	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ X5570	2.90GHz	4	2	32K	256K	8MB	48GB	1333MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	Fedora* 20	3.11.10-301.fc20	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ X5680	3.33GHz	6	2	32K	256K	12MB	48 MB	1333 MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	Fedora* 20	3.11.10-301.fc20	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ E5-2690	2.90GHz	8	2	32K	256K	20MB	64 GB	1600MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	Fedora* 20	3.11.10-301.fc20	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ E5-2697 v2	2.70GHz	12	2	32K	256K	30MB	64 GB	1867MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	RHEL 7.1	3.10.0-229.el7.x86_64	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ E5-2600 v3	2.20GHz	18	2	32K	256K	46MB	128 GB	2133 MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	Fedora* 20	3.13.5-202.fc20	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ E5-2600 v4	2.30GHz	18	2	32K	256K	46MB	256GB	2400MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	RHEL 7.0	3.10.0-123.el7.x86_64	icc 14.0.1
インテル® Xeon® プロセッサ E5-2600 v4	2.20GHz	22	2	32K	256K	56MB	128GB	2133MHz	NUMA	Y	Y	Y	無効	CentOS* 7.2	3.10.0-327.el7.x86_64	icc 14.0.1

**最適化に関する注意事項:** インテル® コンパイラーでは、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ー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

# 法務上の注意書きと最適化に関する注意事項

本資料の情報は、現状のまま提供され、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。製品に付属の売買契約書『Intel's Terms and Conditions of Sale』に規定されている場合を除き、インテルはいかなる責任を負うものではなく、またインテル製品の販売や使用に関する明示または黙示の保証 (特定目的への適合性、商品性に関する保証、第三者の特許権、著作権、その他、知的財産権の侵害への保証を含む) をするものではありません。

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。

© 2016 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel. Experience What's Inside、Intel. Experience What's Inside ロゴ、Intel Atom、Intel Core、Puma、Quark、Xeon、Intel Xeon Phi、VTune 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。Microsoft、Visual C++、Windows、および Windows Server は、米国 Microsoft Corporation の、米国およびその他の国における登録商標または商標です。Android は Google Inc. の登録商標または商標です。

## 最適化に関する注意事項

インテル® コンパイラーでは、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ー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

