このセッションには音声が入っています。
スピーカーの音量に注意してください。

スライドの画面をクリックするか、
プレイヤーの再生ボタンを押すとセッションが始まります。

音量に注意してください。調整が終わったら、スタートしてください。

このスライドに音声はありません

©2015 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® Xeon Phi™ コプロセッサー Code Modernization セミナー

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー向けソフトウェア開発

Part 1 アプリケーション領域とプログラミング環境 (約 25 分)

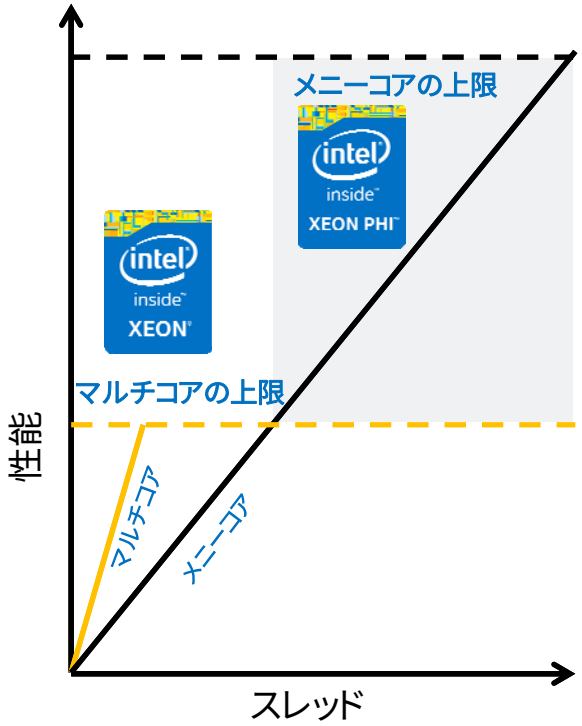
2015 年 10 月

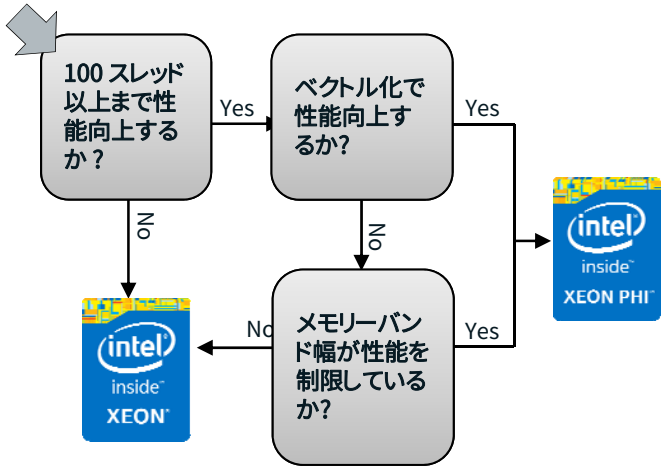
内容

- インテル® Xeon Phi™コプロセッサーに適したアプリケーション領域とプログラミング環境 (Part 1)
- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーのソフトウェア開発をサポートする開発ツール (Part 2)
- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーのプログラミング (Part 3)

©2015 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® Xeon Phi™ コプロセッサーへのワークロード適合性





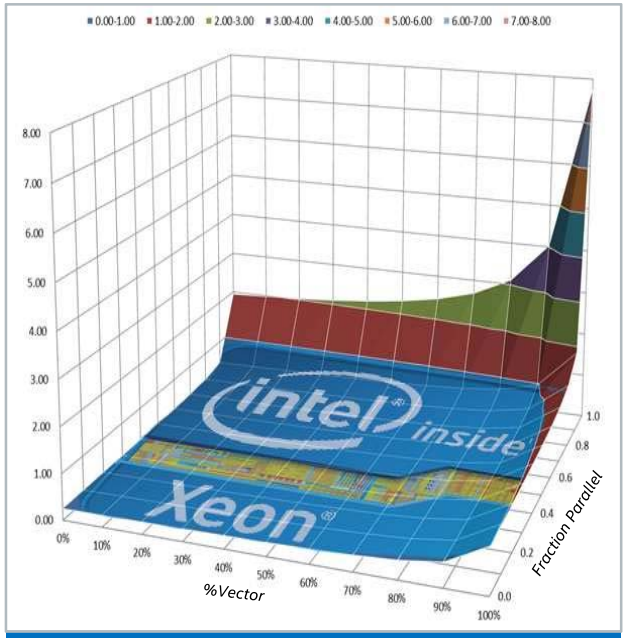
実行アプリケーションがスレッドやベクトル化、または
メモリー帯域で性能向上が得られる場合 →
インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー

©2015 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® Xeon® プロセッサー:
最も広く利用されている並列プロセッサー

- 並列処理と高速な逐次処理
- マルチコアとベクトル化
- 現在そして明日のリーダー

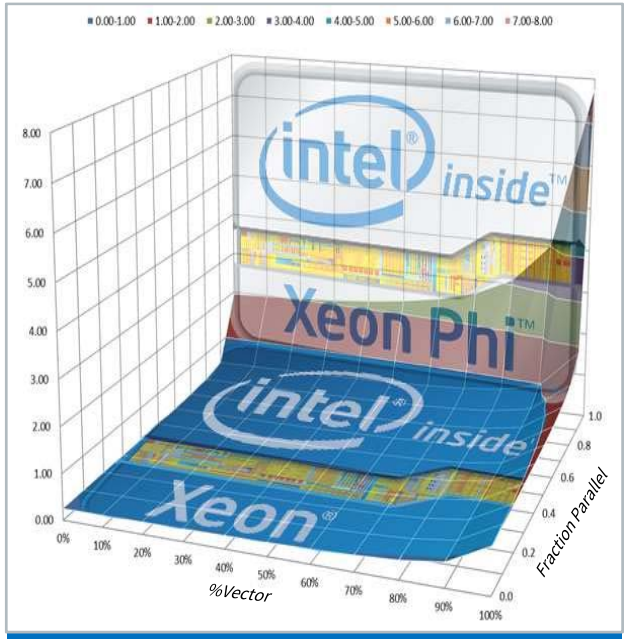
インテル® Xeon® プロセッサー E5 ファミリーの並列処理能力は、ほとんどの HPC アプリケーションに適する



Theoretical acceleration of a highly parallel processor over a Intel® Xeon® parallel processor (<1Intel® Xeon® faster) – For illustration only

©2015 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。

超並列でベクトル化も可能なアプリケーション用コプロセッサー



Theoretical acceleration of a highly parallel processor over a Intel® Xeon® parallel processor (<1Intel® Xeon® faster) – For illustration only

intel inside™ XEON PHI™

- メニー・コア・コプロセッサー
- よりワイドな SIMD ベクトル命令
- 最高 8倍 の理論ピーク性能
- 大規模システム向けに信頼性を設計

超並列なアーキテクチャーの特性を生かせる高度なベクトル化が可能な並列処理アプリケーションに最適

©2015 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。

プログラミングの可搬性: 重要な特長

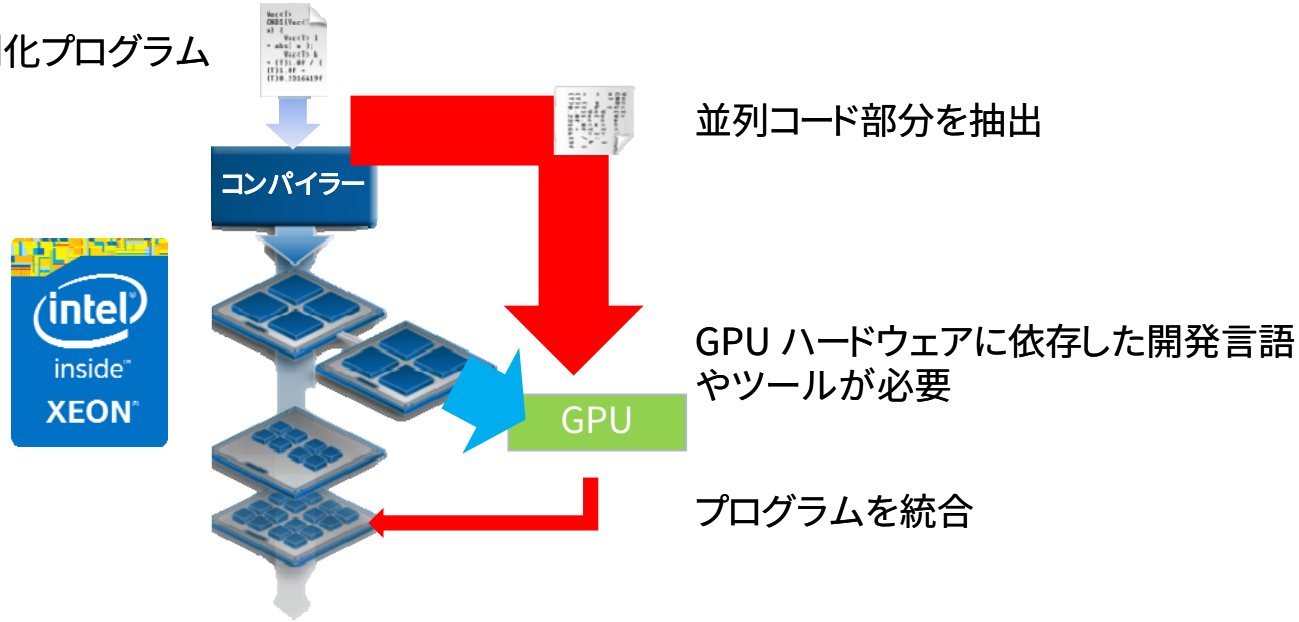
性能を発揮する並列プログラムを開発するための、汎用的なプログラム開発環境を提供してサポートする

利点:

- 1 つのコードベースで、インテル® Xeon® プロセッサーと インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーの両方に対応するプログラムの保守開発可能
  - 標準化された開発環境に基づいた開発
  - ほとんどの利用者は インテル® Xeon® プロセッサーを使用した開発機上で最適化したプログラムからインテル® Xeon Phi™ コプロセッサーの最適化を始める
  - 多くの場合、インテル® Xeon プロセッサー向けに行った最適化は、インテル® Xeon Phi コプロセッサー用上でも有効
- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーへの移植を容易にする
  - GPU や 他のアクセラレーターと異なり、すぐにプログラムを実行可能
  - あまり手間をかけることなく性能を向上することができる
  - 初期の性能が目標より低い場合、開発者は、
    - 直ぐに性能の判断 (新しいアーキテクチャーで動作するようにコーディングする時間が必要)
    - 最適化や開発の生産性に関しても慣れたプログラミングモデル、言語、業界標準で判断

©2015 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。

GPU 向けのプログラミング

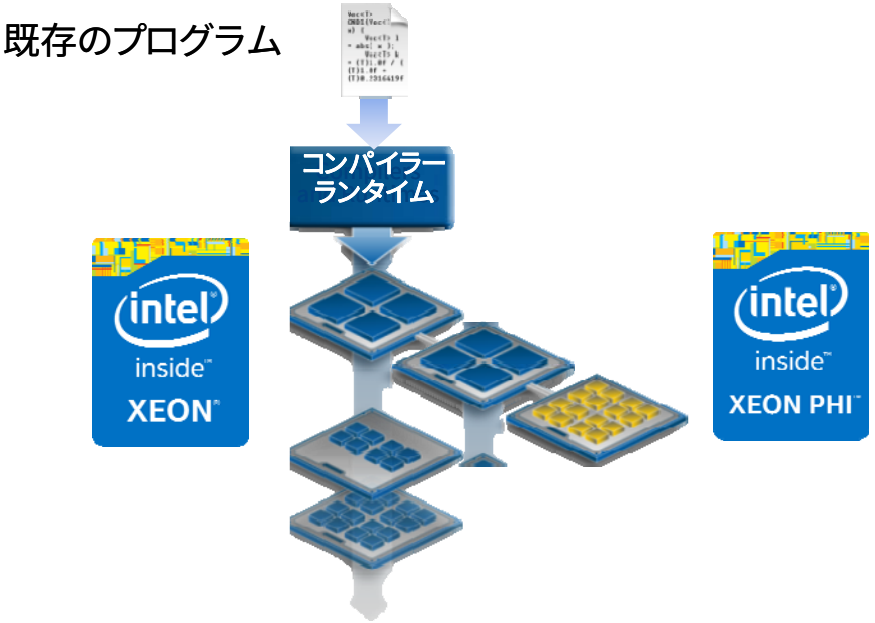


CPU と GPU で異なるプログラミングが必要

"R. Harrison, "Opportunities and Challenges Posed by Exascale Computing - ORNL's Plans and Perspectives", National Institute of Computational Sciences, Nov 2011"

©2015 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® Xeon Phi™ コプロセッサー向けのプログラミング

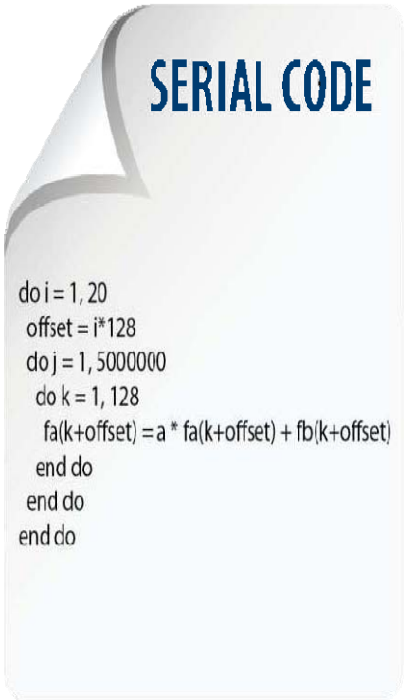


CPU とインテル® Xeon Phi™ コプロセッサーは
共通のプログラミング環境

"R. Harrison, "Opportunities and Challenges Posed by Exascale Computing
- ORNL's Plans and Perspectives", National Institute of Computational Sciences, Nov 2011"

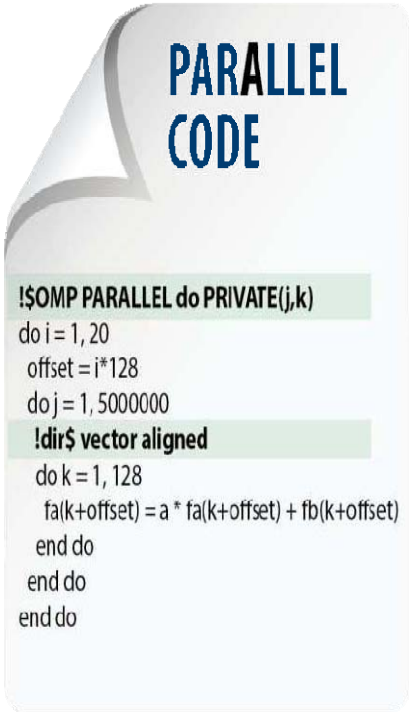
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

簡単な例



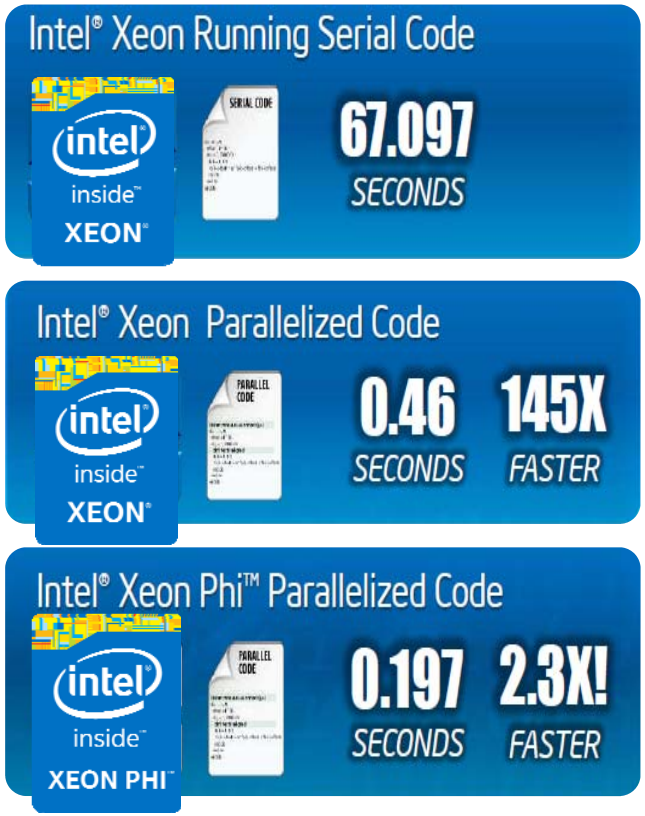
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

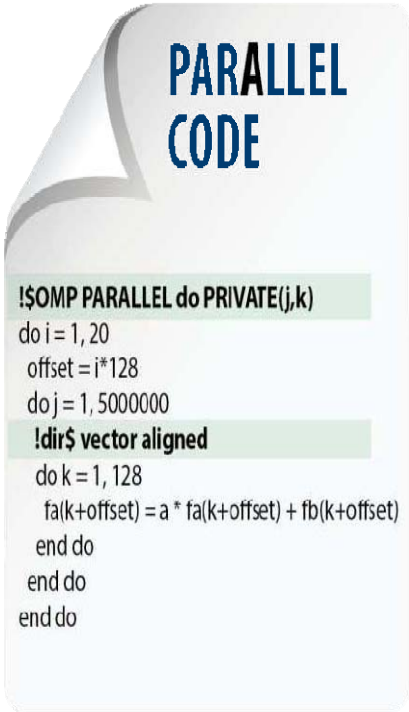
100x の性能を達成？



©2015 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。

同じコードでインテル® Xeon® プロセッサーの性能も改善！





©2015 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® Xeon Phi™ コプロセッサーで最高の性能を達成するには

並列化とベクトル化による最適化を行う

- 簡単なコーディング作業ではないかもしれない

高並列のデバイスには、高並列のプログラムが必要

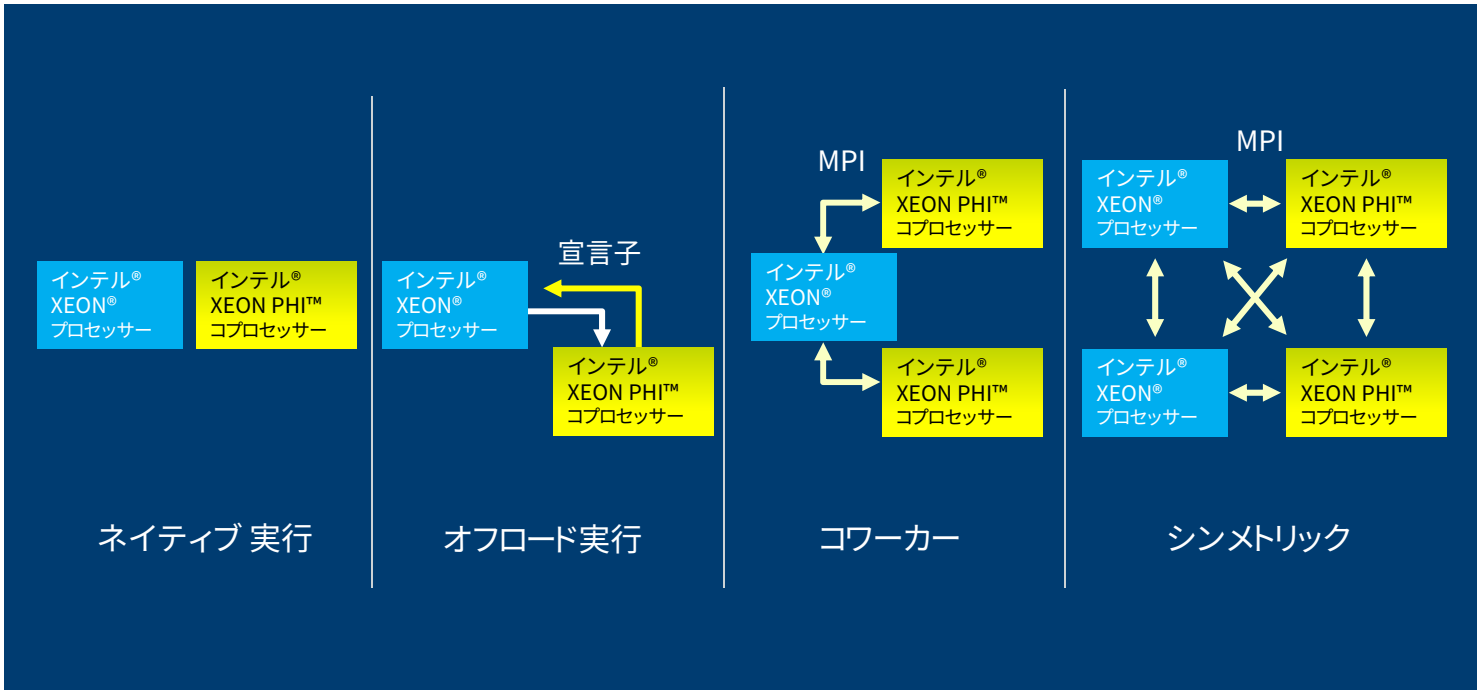
必要以上に難しくしないことを提案している

- 既にある標準ツールを有効に活用する
- 既にプロセッサー用に使っている同じ言語、並列計算モデルとツールを使う
- 現在の開発と将来への投資を保護する

©2015 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。

柔軟性のある実行モデル

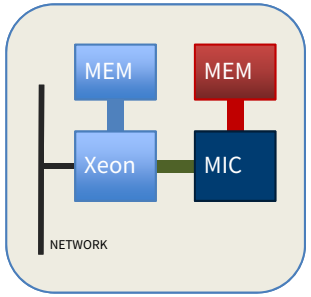
様々な実行モデルに対応

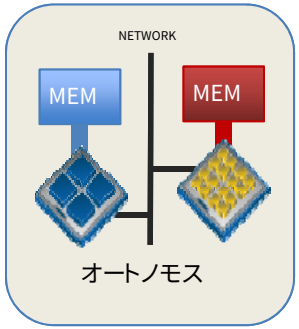


©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーの環境

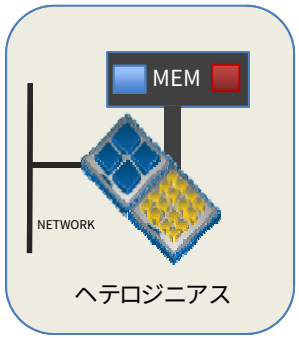
物理環境





ネイティブ
Linux
IP
SSH
FTP
NFS
. . .

論理環境



オフロード

©2015 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。

ヘテロジニアス・プログラミングについて

- CPU とコプロセッサーの命令セットは類似しているが同一ではない
- CPU とコプロセッサーはホストのメインメモリーを共有しない

「オフロード実行」と「ネイティブ実行」

- **オフロード実行**:
  プログラムの特定の処理をインテル® Xeon Phi™ コプロセッサーにオフロードして実行するモデル

- **ネイティブ実行**:
  インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー上でのみプログラムを実行させるモデル

インテル® コンパイラーは、

- CPU とコプロセッサー両方のバイナリーを生成することができる
- オフロード実行用プログラムを記述するための言語拡張が提供する

©2015 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。

非共有型オフロードコードの例 (PI の計算)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define INTERVALS 1000000000

int main(void)
{
    int i;
    double x, pi=0.0;
    double Step = 1.0 / INTERVALS;

#pragma offload target(mic)
#pragma omp parallel for private(x) reduction(+:pi)
    for (i=0; i<INTERVALS; ++i)
    {
        x = Step * ((double)i-0.5);
        pi += 4.0 / (1.0 + x*x);
    }

    pi = Step * pi;
    printf("Pi = %lf¥n", pi);
}
```

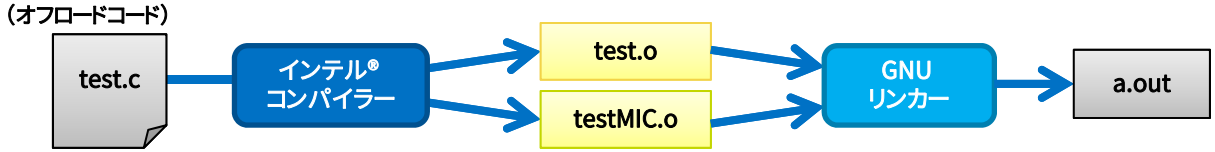
オフロード宣言子の追加

オフロード
セクション

©2015 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。

オフロード実行モデルの概要

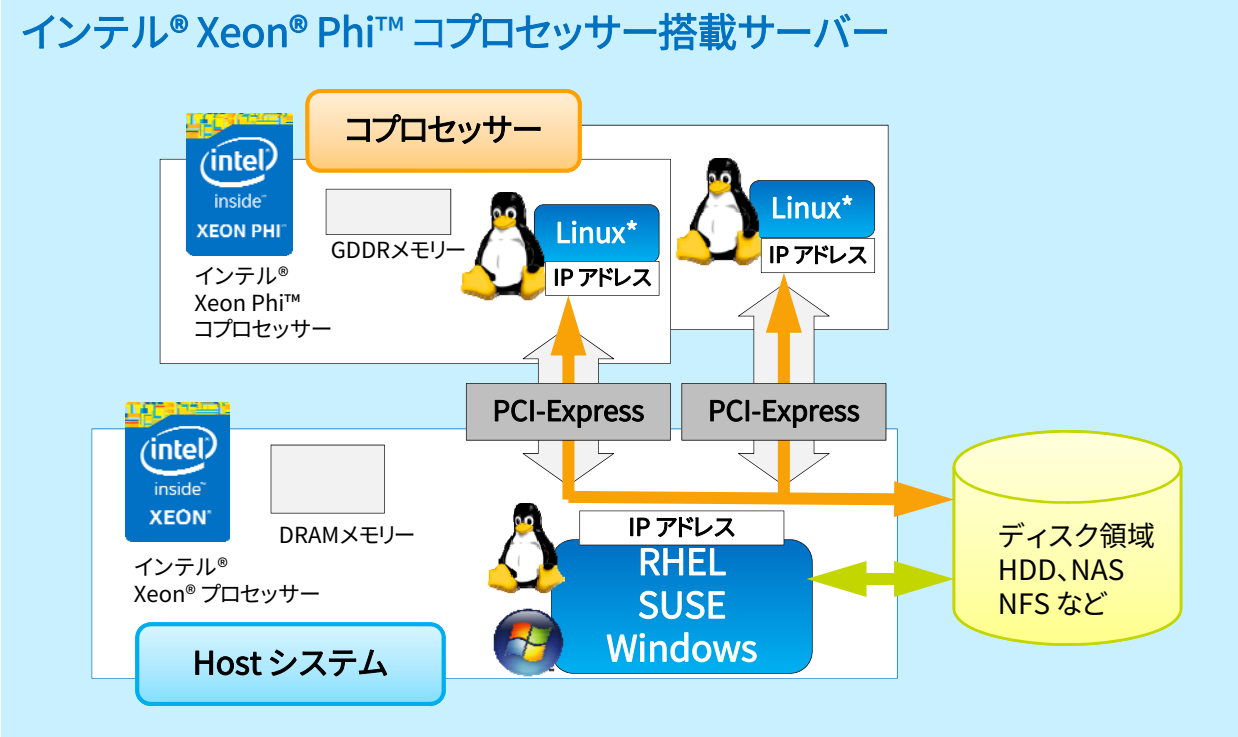
- インテル® コンパイラーは、オフロードセクションにおいて、ホスト CPU 用と
  インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー用の 2 つのオブジェクト・ファイルを生成する



- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーが有効でない場合、オフロードセクションはホスト CPU で実行される。
  ただし以下のように、使用するコプロセッサーを指定してコードを記述した場合は実行エラーとなる
  “target(mic:デバイス番号)” または “_Cilk_offload_to”
- オフロードの開始、終了、データ転送、同期処理はコンパイラーおよびランタイム・ライブラリーによって自動管理される
- C/C++言語、Fortran言語、Pthreads*、インテル® MKL、OpenMP*、インテル® TBB、インテル® Cilk™ Plus、MPI などのプログラミングが可能

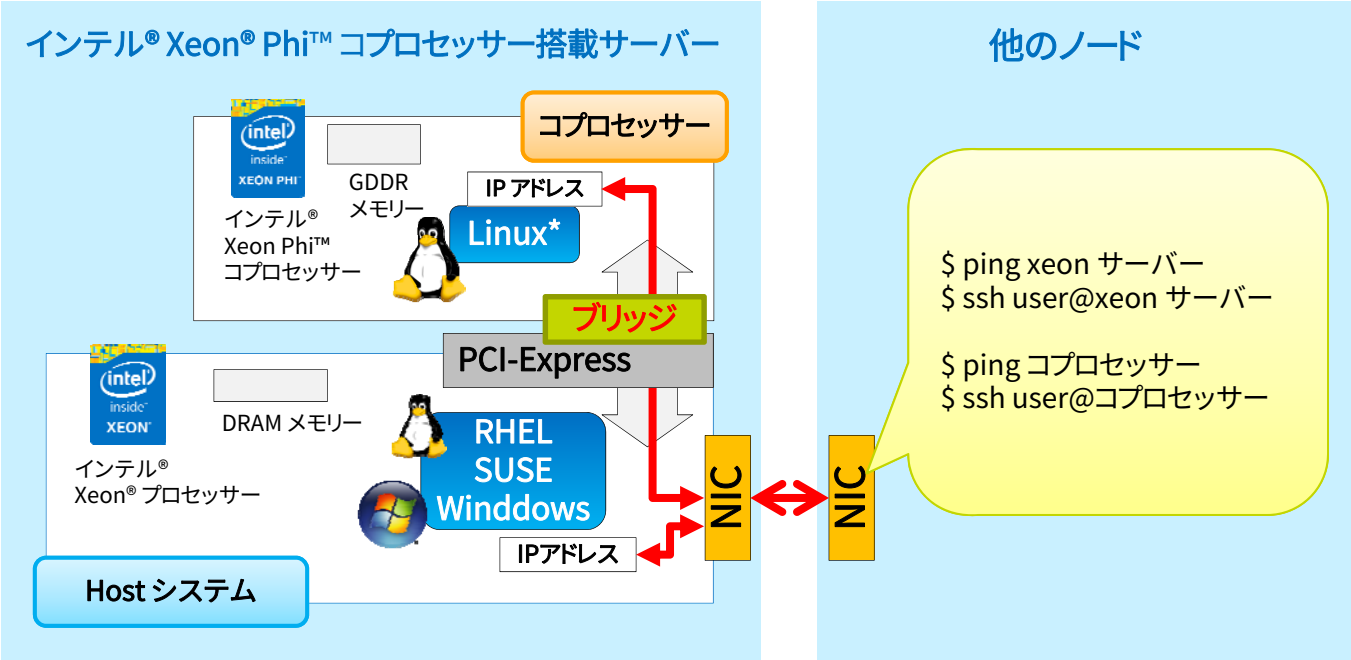
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーを利用したシステムの構成例



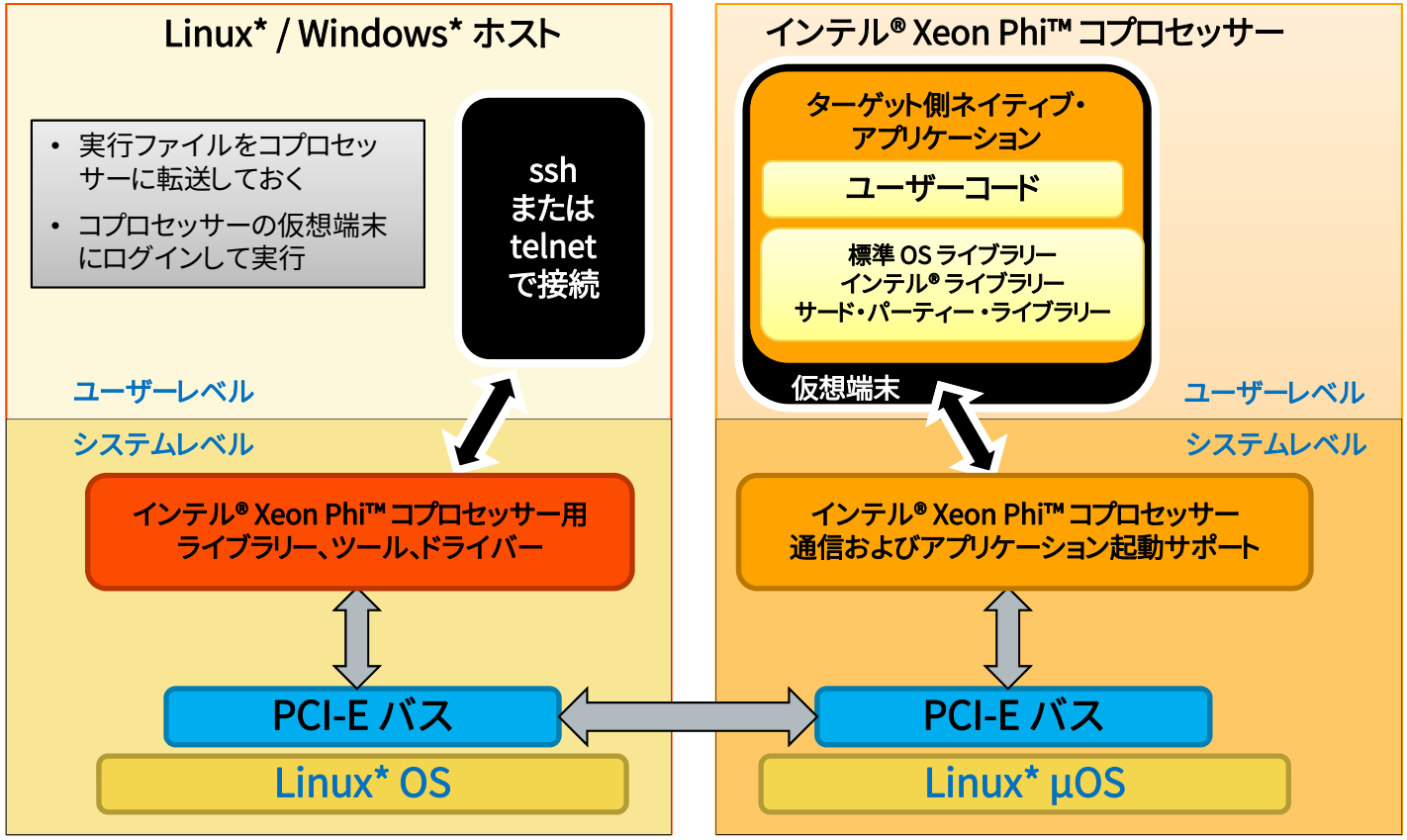
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーを利用したシステム構成例 (複数ノードの構成例)



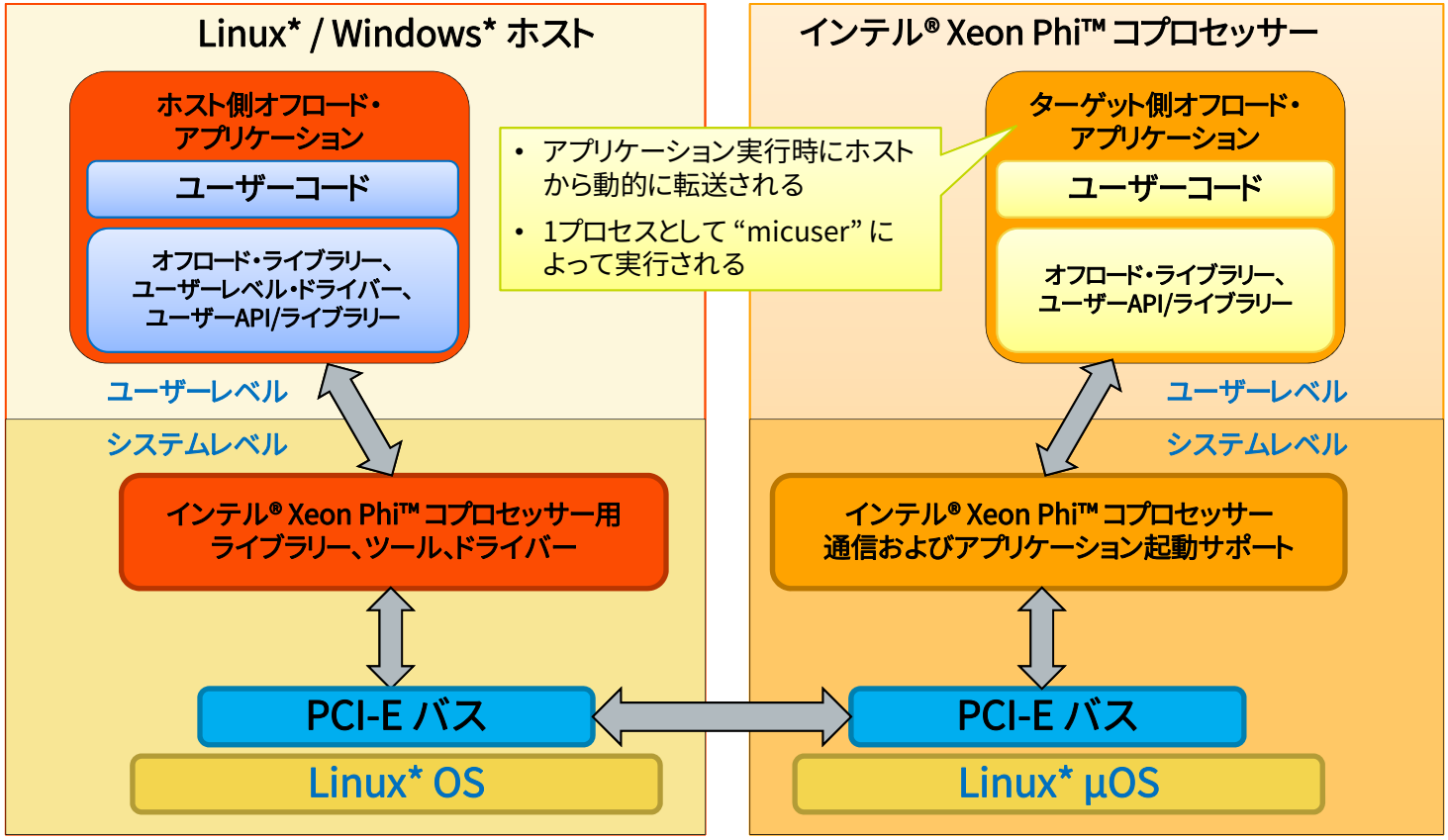
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

ソフトウェア構成概要 (ネイティブ実行モデル)



©2015 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。

ソフトウェア構成概要 (オフロード実行モデル)

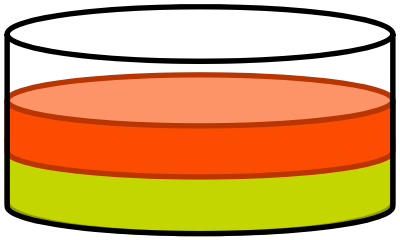


©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

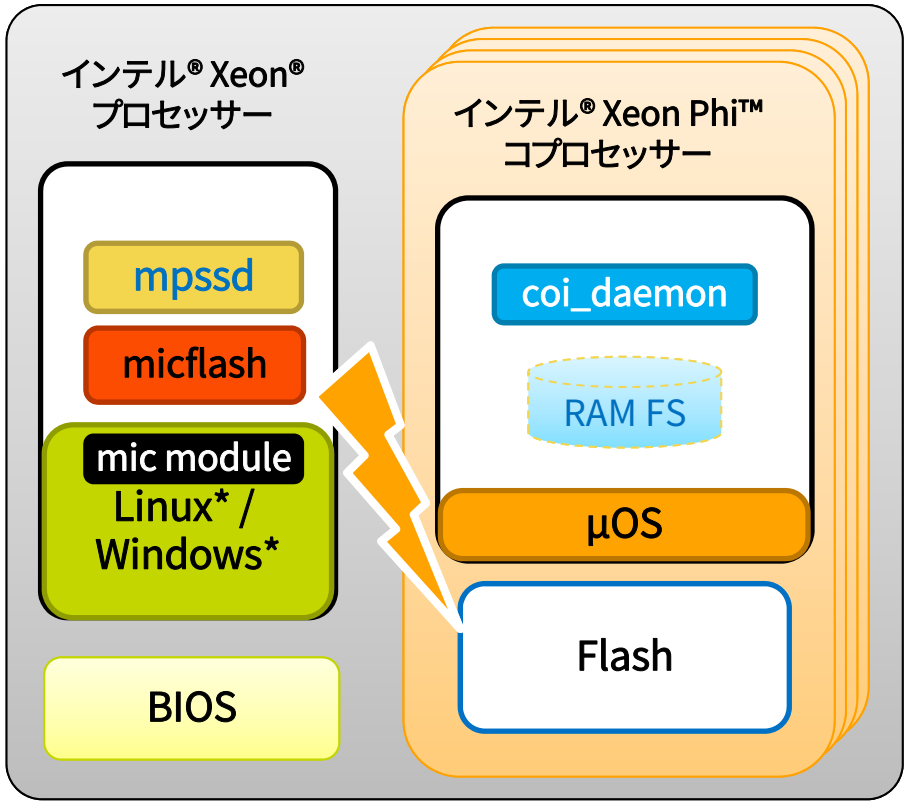
システム構築のフロー概要

① Linux* / Windows* のインストールと起動
② インテル®MPSS のインストール
③ micflash –update の実行
④ service mpss start / micctrl --startの実行

ファイルストレージ



/opt/intel/mic/
/usr/sbin/micctrl, mpssd
/lib/firmware/mic/
/lib/modules/…/extra/mic.ko
/etc/modprobe.d/mic.conf
/etc/sysconfig/mic/



©2015 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® メニーコア・プラットフォーム・ソフトウェア・スタック (インテル® MPSS)

◆ インテル® MIC アーキテクチャー・システムの基本ソフトウェア

- インテル® MIC システムを構成するために必要なユーザーおよびシステムレベルのソフトウェア集合
  - ホストのディスク領域にインストールされる
- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー用 µOS イメージ、ドライバー、サービス、またホストからコプロセッサーを制御するための各種ツールなどが含まれる
- ホスト OS からサービスとして MPSS を起動/停止/再起動する
  - インテル® MPSS を起動することによって、ホスト OS では “mpssd” デーモンやサービスが起動し、インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーに µOS のイメージが転送されブートされる
  - Windows* 環境では、Windows* サービスによって “インテル® MIC アーキテクチャー・サービス” が起動される

- インテル® MPSS サービスの起動例 (インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーが 2 枚搭載されている例)

```
[host-Linux]$ sudo service mpss start
Starting MPSS Stack:                    [ OK ]
mic0: online (mode: linux image: /lib/firmware/mic/uos.img)
mic1: online (mode: linux image: /lib/firmware/mic/uos.img)
```

```
[host-windows]$ micctrl -- start
Starting MPSS Stack:                    [ OK ]
mic0: online (mode: linux image: /lib/firmware/mic/uos.img)
mic1: online (mode: linux image: /lib/firmware/mic/uos.img)
```

©2015 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® MPSS のダウンロード

http://software.intel.com/mic-developer

インテル® MPSS に含まれる readme.txt を読みましょう!
(日本語は readme-jp.txt)

<readme.txt の内容>
- ハードウェア／ソフトウェア要件
- インテル® MPSS のインストールと起動手順
- コンフィグレーションについて
- インテル® MPSS 管理ツールの説明

iSUS でも日本語情報を提供しています

http://www.isus.jp/article/mic-article/software-stack-mpss/

※ インテル® MPSS のダウンロードは、インテル® レジストレーション・センターからも可能
https://registrationcenter.intel.com/RegCenter/Register.aspx

©2015 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® MPSS に含まれているツールのご紹介

ツール名	内容
micctrl	インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーを制御するメインツール コプロセッサーの状態制御や表示、システム構成内容の管理と設定などを行う
micsmc	インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーの使用率やメモリーの使用率などが分かる GUI ツール
micflash	コプロセッサーのフラッシュ・アップデートなど
micinfo	インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーのバージョンや MPSS のバージョンなどのシステム構成情報をテキスト出力
miccheck	診断テストを実施しコプロセッサーの構成をチェック
micrasd	コプロセッサーのハードウェア・エラーなどを収集するログツール
micnativeloadex	インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーのネイティブコードをターゲットにコピーし実行するツール。実行に必要なライブラリーを自動転送させることも可能

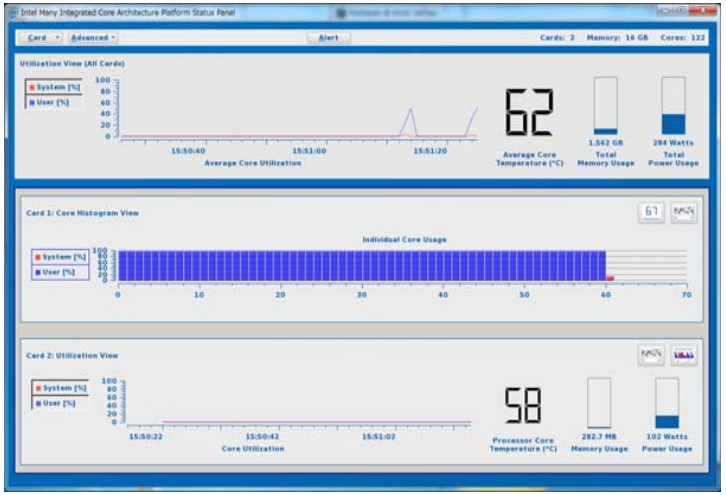
上記ツールは、デフォルトで /opt/intel/mic/bin の下にインストールされる
(※ ただし、micctrl は /usr/sbin の下にインストールされる)

コプロセッサー側では、busybox (www.busybox.net) ユーティリティーによって UNIX* の基本コマンドをサポート

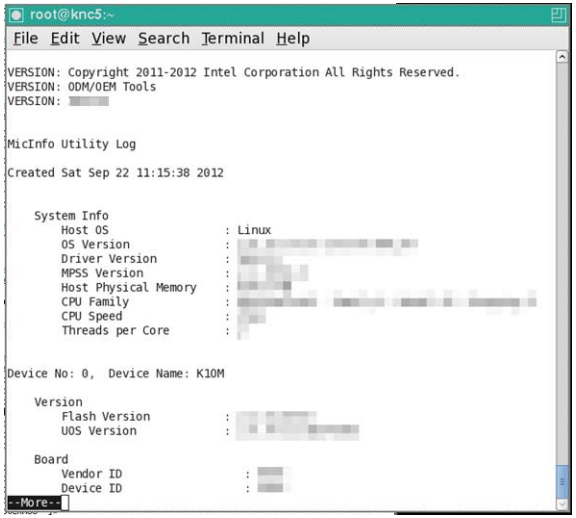
©2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

インテル® MPSS に含まれているツールの実行例

micsmc の実行例



micinfo の実行例



©2015 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。

関連リンク

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー開発者クイック・スタート・ガイド
http://www.isus.jp/article/mic-article/intel-xeon-phi-coprocessor-developers-quick-start-guide/

インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー管理者/開発者向けリソースガイド
http://www.isus.jp/article/mic-article/quick-start-guide-for-the-intel-xeon-phi-coprocessor-developer/

インテル® メニーコア・プラットフォーム・ソフトウェア・スタック (インテル® MPSS)
http://www.isus.jp/article/mic-article/software-stack-mpss/

©2015 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。

まとめ

- 大学/研究所、エネルギー、気象、金融、生命科学、製造業、DCC等の分野にインテル® Xeon Phi™ コプロセッサーに適したアプリケーションが期待されているが、商用アプリは少なく、ユーザーがプログラムを行う必要がある
- インテルはプロセッサーとコプロセッサー向けに標準化された共通の方法で並列化等の最適化を行うツールを提供しており、将来にわたって、ソフトウェア資産の継続的な利用を目指す
- Linux* および Windows* ホスト環境で、インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーを利用可能
- インテル® Xeon Phi™ コプロセッサーを利用するには、インテル® MPSS が必要
- オフロード実行とネイティブ実行

©2015 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。

日本語情報サイト

http://www.isus.jp/article/idz/mic-developer/

©2015 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。

関連書籍

Structured Parallel Programming: Patterns for Efficient Computation

著者 Michael McCool, James Reinders ,Arch Robison 出版日: 2012 年 7 月 9 日 | ISBN: 978-0-124159938

『構造化並列プログラミング: 効率良い計算を行うためのパターン』

著者　マイケル・マックール／アーク・D・ロビソン／ジェームス・レインダース（共著）

訳者　菅原 清文／エクセルソフト株式会社（共訳）| ISBN　978-4-87783-305-3

Intel® Xeon Phi™ Coprocessor High Performance Programming

著者 Jim Jeffers , James Reinders 出版日: 2013 年 3 月 | ISBN: 978-0-124104143

『インテル® Xeon Phi™ コプロセッサー ハイパフォーマンス・プログラミング』

著者　ジェームス・レインダース/アーク・D・ロビソン（共著）

訳者　菅原 清文／エクセルソフト株式会社（共訳）| ISBN　978-4-87783-332-9

High Performance Parallelism Pearls

著者 Jim Jeffers , James Reinders　出版日: 2014 年 11 月

簡単にインテル® Xeon Phi™ コプロセッサー・ファミリーの優れた並列性を利用してコードを実行できるため、最適化に集中し、ハイパフォーマンスを実現することが可能です。並列処理を細かくチューニングすることで、正しいアプリケーションを正しく効率良いアプリケーションにすることができます。インテル コーポレーションの並列プログラミング・エバンジェリストである James Reinders とインテル コーポレーションのエンジニアである Jim Jeffers により執筆された最新の書籍は、69 人の専門家の実際の経験を基に、インテルのマルチコアおよびメニーコア・プロセッサーを最大限に利用するための創意工夫を紹介しています。

©2015 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。

intel®

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。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。

© 2015 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。Intel、インテル、Intel ロゴ、Cilk、Intel Xeon Phi、VTune、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。

最適化に関する注意事項

インテル® コンパイラーは、互換マイクロプロセッサー向けには、インテル製マイクロプロセッサー向けと同等レベルの最適化が行われない可能性があります。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® SSE2)、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 3 (インテル® SSE3)、ストリーミング SIMD 拡張命令 3 補足命令 (SSSE3) 命令セットに関連する最適化およびその他の最適化が含まれます。インテルでは、インテル製ではないマイクロプロセッサーに対して、最適化の提供、機能、効果を保証していません。本製品のマイクロプロセッサー固有の最適化は、インテル製マイクロプロセッサーでの使用を目的としています。インテル® マイクロアーキテクチャーに非固有の特定の最適化は、インテル製マイクロプロセッサー向けに予約されています。この注意事項の適用対象である特定の命令セットの詳細は、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。

改訂 #20110804