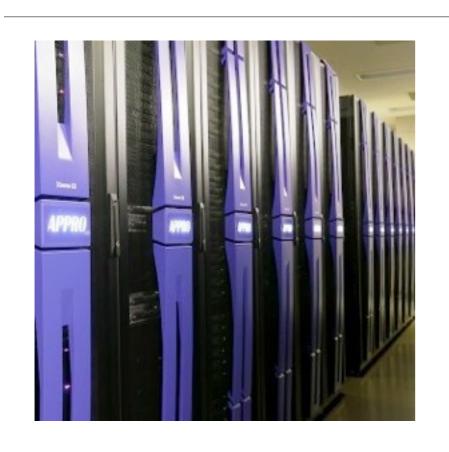


高性能・高生産プログラミングのための 並列言語

XcalableMP



○中尾昌広,佐藤三久筑波大学計算科学研究センター



XcalableMP Project



●背景

- 並列プログラムはMPI+C/Fortranが主流
 - ◆ 生産性が悪いため、並列化のコストが高い
- 並列プログラミングの教育のための簡便で標準的な言語がない (MPIでの教育にとどまっている)
- 研究室レベルのPCクラスタから情報基盤センターレベルのスパコンまで、ポータブルかつスケーラブルな言語の要求

●目標

- ◆ 大規模並列システムでのアプリケーション開発を容易にし、 生産性を向上させる並列プログラミング言語の設計および開発
- 既存言語(C/Fortran)を指示文により拡張
- 標準化することを前提に、開発と普及活動を進める

開発体制について



- ◆ 大学・企業・研究所のメンバで構成される、 次世代並列プログラミング言語検討委員会を作成
 - コミュニティの経験と意向を取り入れた仕様検討および策定
 - 開発後の普及体制まで考慮(実用化を重視)
 - 標準化を目指して、world-wide communityに提案

・メンバー

● 大学 :筑波大、東大、京都大、九州大

● 企業 :富士通、NEC、日立

● 研究所:理研、NIFS、JAXA、JAMSTEC/ES

プログラム例 (1/3)



```
int a[100];
#pragma xmp nodes p(*)
#pragma xmp template t(0:99)
                                              data
#pragma xmp distribute t(block) onto p
                                              distribution
#pragma xmp align a[i] with t(i)
main(){
   int i, res = 0;
                                              work mapping
#pragma xmp loop on t(i) reduction(+:res)
                                              & reduction
   for(i = 0; i < 100; i++){
     a[i] = func(i);
     res += a[i];
```

逐次コードに指示文を追加することで並列化が可能 もちろん、並列アルゴリズムを最初から記述することも可能

プログラム例 (2/3)



以下のような指示文で通信を記述 (一部)

- #pragma xmp bcast (var) on node
 - データ (*var*) のブロードキャスト
- #pragma xmp barrier
 - バリア同期
- #pragma xmp gmove
 - 直後の代入文が、データが割り当てられたノードの値を参照するように通信を生成(ユーザはどこにデータが割り当てられているのかを意識する必要がない)

// 配列a[]は分散された配列。xはローカル変数

#pragma xmp gmove

x = a[10]; // a[10]が存在するノードからデータを転送

T2Kシンポジウム2011@京大

プログラム例 (3/3)



coarray記法

- ローカルデータに対する片側通信を簡易に記述
 - 代入文の形式でノード間通信を表現
- 並列言語Coarray Fortran相当の機能を提供
 - XcalableMP Fortranは、Coarray Fortranと互換
 - XcalableMP Cでは、coarray指示文+構文拡張(array section)

int A[10], B[10];

#pragma xmp coarray A, B : [*]

A[2:4] = B[5:4]:[1]; // 全ノードは、ノード番号1の配列Bの5要素目から4要素をローカル配列Aの2要素目からに保存する(Get操作)

成果報告 (1/2)



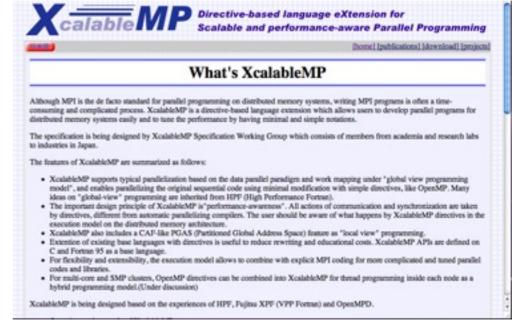
● XcalableMP仕様書version 1.0をリリース

リファレンス実装としてOmni XcalableMP Compilerを

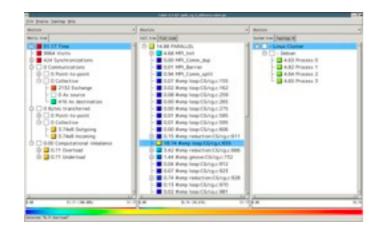
リリース (オープンソース)

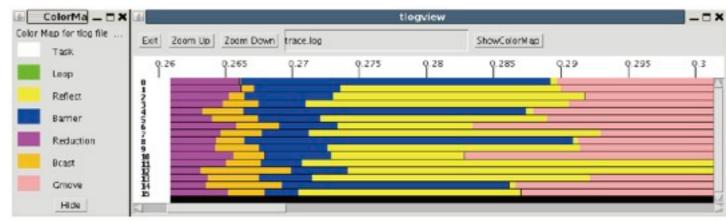
● マニュアル・チュートリアルの作成

- プロファイリングツールとの連携
 - 性能最適化ツールScalascaとの連携(アーヘン工科大に1月間出向)
 - 軽量プロファイリングツールtlogとの連携



http://www.xcalablemp.org

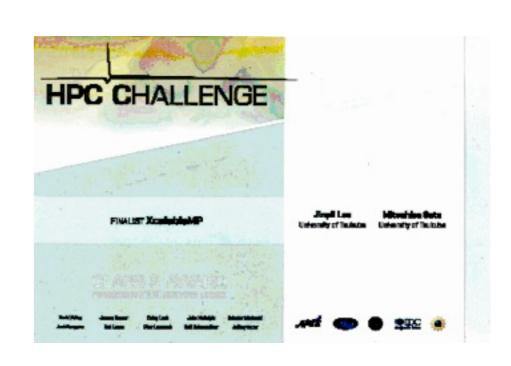




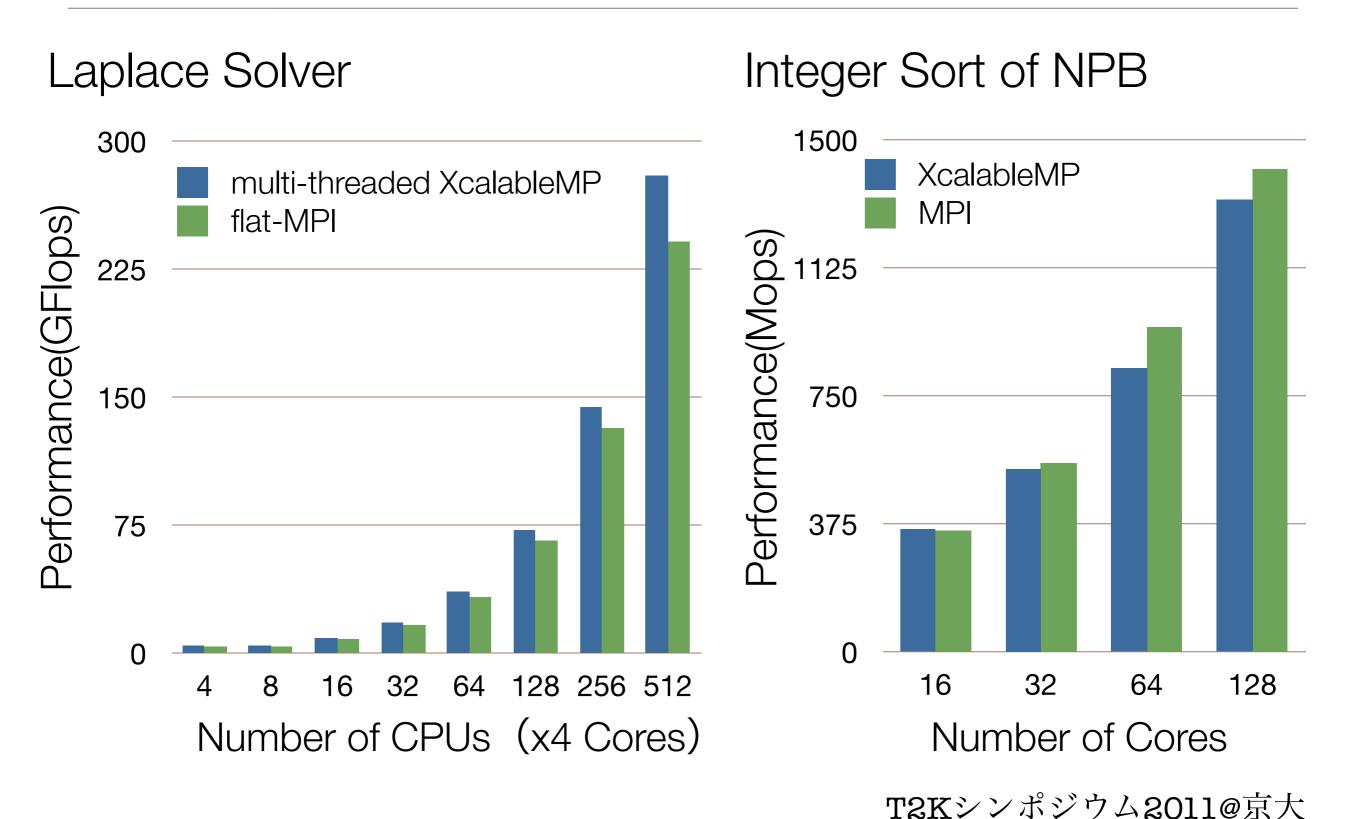
成果報告 (2/2)



- 拡張機能
 - MPIライブラリインタフェース
 - スレッド並列化
 - XMP-IO(並列I/O)
 - XMP-dev(アクセラレータ対応)
- ベンチマークの作成
 - NAS Parallel Benchmarks
 - HPC Challenge Benchmarks
 - Laplace Solver など
- 国際会議SCで開催するHPCC Class2(言語の評価部門)に 応募
 - SC09およびSC10にて奨励賞(honorable mention)を受賞



ベンチマーク結果 (一部) Xcalable MP



まとめと今後の活動



- XcalableMP Projectの目的・目標
 - 大規模並列システムにおけるプログラミング環境の改善
- 成果
 - 仕様書 ver. 1.0および Omni XcalableMP Compilerの作成
 - ♦ http://www.xcalablemp.org
 - プロファイリングツールとの連携
 - 各種ベンチマークの作成および評価 -> HPCC Class2 奨励賞
- 普及に向けて
 - 既存の大規模アプリケーション(例:気象など)の開発を行い, 実用的な大規模アプリケーションが開発可能であることを示す。
 - 京コンピュータ上で動作