

プログラミング言語XcalableMP規格部会の 活動報告と実装状況・課題

佐藤三久

筑波大学・理研AICS

並列プログラミング言語XcalableMP(XMP) 規格部会

■ 並列プログラミング言語XcalableMPとは

- XcalableMP言語仕様検討委員会(大学、研究機関、メーカーの有志がメンバ)で、仕様を検討した並列プログラミング言語
- 分散メモリの並列システム(PCクラスタ)を対象、PGASモデル、HPFの経験を反映
- ベース言語C/Fortranを指示文で拡張(既存プログラムの利用が容易)
- 現在、仕様v1.0を決定、公開中 <http://www.xcalablemp.org/>
- 「e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの研究開発」(代表:東大 石川裕、H23年度終了)において、筑波大を中心にレファレンス実装

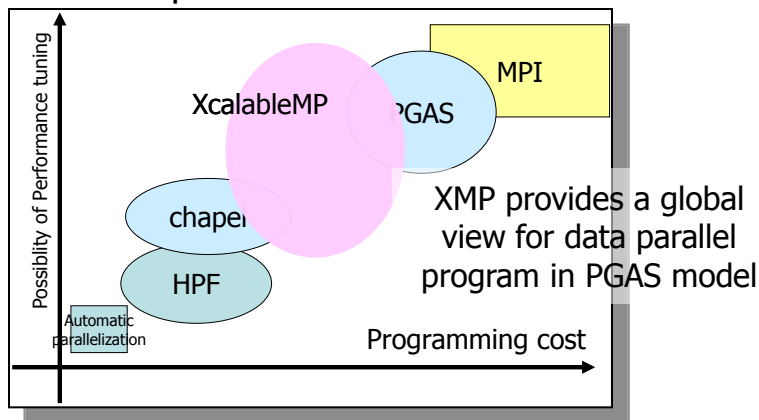
■ 部会の活動、計画概要

- 部会長:佐藤三久、副部会長:岩下英俊 (富士通(株))、林 康晴(日本電気(株))
- 趣旨:並列プログラミング言語XcalableMP(XMP)の仕様について、検討し、決定する。本部会では、アプリケーション開発者がさまざまな計算環境で並列プログラム言語を容易に利用することができるように、プログラミング言語に要求される機能を検討するとともに、計算機メーカー及びユーザ・コミュニティが合意できる標準的な言語仕様を定めることを目的とする。これにより、並列プログラミングの生産性を向上させるとともに、コミュニティからの支援により、さまざまなプラットフォームにおいて利用できる言語の普及を目指し活動を行う。
- 1)並列プログラミング言語XcalableMPの言語仕様(v1.0以降)の検討・決定
- 2)並列プログラミング言語XcalableMPの普及活動(講習会、ワークショップ、コンテストの開催等)
- 3)PCクラスタ向け並列プログラミング言語の動向の調査

XcalableMP(XMP)

<http://www.xcalablemp.org>

- What's XcalableMP (XMP for short)?
 - A PGAS programming model and language for distributed memory, proposed by **XMP Spec WG**
 - XMP Spec WG is a special interest group to design and draft the specification of XcalableMP language. It is now organized under **PC Cluster Consortium**, Japan. Mainly active in Japan, but open for everybody.
- Project status (as of Nov. 2013)
 - XMP Spec **Version 1.2** is available at XMP site. new features: mixed OpenMP and OpenACC, libraries for collective communications.
 - Reference implementation by U. Tsukuba and Riken AICS: **Version 0.7 (C and Fortran90)** is available for PC clusters, Cray XT and K computer. Source-to-Source compiler to code with the runtime on top of MPI and GasNet.



- Language Features
 - **Directive-based language extensions** for Fortran and C for PGAS model
 - **Global view programming** with global-view distributed data structures for data parallelism
 - SPMD execution model as MPI
 - pragmas for data distribution of global array.
 - Work mapping constructs to map works and iteration with affinity to data explicitly.
 - Rich communication and sync directives such as "gmove" and "shadow".
 - Many concepts are inherited from HPF
 - **Co-array feature** of CAF is adopted as a part of the language spec for **local view programming** (also defined in C).

Code example

```
int array[YMAX][XMAX];
```

```
#pragma xmp nodes p(4)
#pragma xmp template t(YMAX)
#pragma xmp distribute t(block) on p
#pragma xmp align array[i][*] to t(i)
```

data distribution



```
main(){
  int i, j, res;
  res = 0;
```

add to the serial code : incremental parallelization

```
#pragma xmp loop on t(i) reduction(+:res)
for(i = 0; i < 10; i++)
  for(j = 0; j < 10; j++){
    array[i][j] = func(i, j);
    res += array[i][j];
  }
}
```

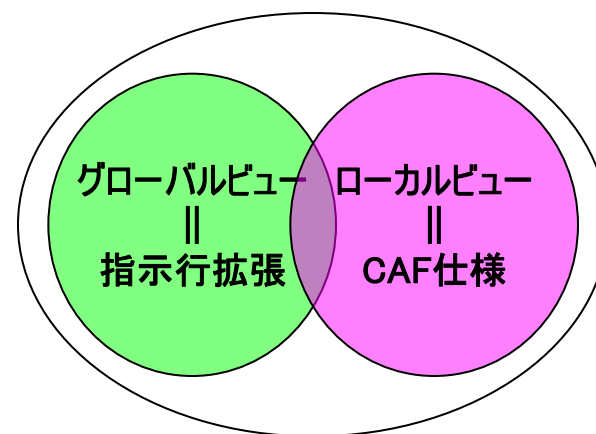
work sharing and data synchronization

これまでの活動

- ▶ 2011年11月、V1.0仕様を公開
 - ▶ 文科省e-Scienceプロジェクトの一環として
- ▶ 2011年6月、XMP規格部会発足
WG開催は、2011年12月第1回 ~ 2012年12月第9回
 - ▶ PCCC会員以外の参加も自由。ただし投票権は正会員のみ
 - ▶ 開催通知案内をご希望の方は、事務局 (pccc-sec@pccluster.org) まで
 - ▶ V1.0仕様の修正と拡張を議論
 - ▶ 影舞による進捗管理 
- ▶ 2012年11月、V1.1仕様を公開 
 - ▶ V1.0からの主な拡張
 - ▶ Coarray機能対応 XMPによる並列化との混在の意味付け
 - ▶ プライマリノード配列 物理ノードのトポロジへの対応
 - ▶ マッピング問合せ関数 数値計算libやMPIとのインターフェース
 - ▶ 並列I/O仕様の詰め アトミック性などについての議論

- ▶ Coarray機能は、XMPに必要
 - ▶ Fortranでは今後標準。無視できない。
 - ▶ ローカルビューであり、XMPの指示行拡張とは相補的に使えると期待
- ▶ 議論の末、解決した課題
 - ▶ Fortran2008仕様との互換性保障
 - ▶ Coarrayで書かれた関数・サブルーチンは、そのままXMPから呼出し可能
 - ▶ Coarrayの「イメージ」とXMPの「ノード」との対応付けを定義
 - ▶ XMPプログラム中に、coarray記法が混在可能
 - ▶ XMP/Cでも、同じ機能をサポート

XMP V1.1言語仕様



XMP/Cでのcoarray記述例

```
float a[100]:[*], b[100];  
  
me = xmp_node_num();  
  
if (me>0) b[0] = a[99]:[me-1];  
xmp_sync_all(&stat);
```

■ 並列ライブラリインタフェース

- すべてをXMPで書くことは現実的ではない。他のプログラミングモデルとのインタフェースが重要
- MPIをXMPから呼び出すインタフェース
- (MPIからXMPを呼び出すインタフェース)
- XMPから、MPIで記述された並列ライブラリを呼び出す方法

■ XMP IO

- 分散配列の入出力
- MPI の wrapper

今年度の活動(1/2)

- 2013年4月以降
 - 規格部会開催(第12回:4/23, 第13回:6/7, 第14回:9/30)
 - 配列処理関数, 不規則問題などについて議論
 - 11月に仕様書v1.2を公開予定
 - 第3回XMP Challengeの開催(2013年2月 - 4月)
 - XMP利用講習会の開催(7/18, 9/13, 12/4)
 - 計算科学振興財団(FOCUS)の講習会
 - http://www.j-focus.jp/event_seminar/entry-394.html
 - 7月と9月は初級編. ハンズオンで講義を行う
 - 12月は中級編の予定
 - XMPワークショップ@秋葉原UDX(11/1)
 - 40人前後の方の参加、盛況！



- マルチコア対応
 - 現状
 - ほとんどのクラスタがいまや、マルチコアノード(SMPノード)
 - 小規模では格コアにMPIを走らせるflat MPIでいいが、大規模ではMPI数を減らすためにOpenMPとのハイブリッドになっている。
 - ハイブリッドにすると(時には)性能向上も。メモリ節約も。
 - しかし、ハイブリッドはプログラミングのコストが高い。
 - XMPとOpenMPをhybridに記述、その規則を定義
- collective communicationのライブラリを定義
 - sin,cosなどの算術関数の要素並列
 - transposeなどの形状変換関数

- Omni XMP Compiler v0.6.1をリリース(2013年3月)
 - Coarray機能のストライド通信の対応
 - 京コンピュータにおけるCoarray機能のサポート
 - <http://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/omni-compiler/xcalablemp/>
- 2013年11月にOmni XMP Compiler v0.7をリリース
 - OpenMP指示文やOpenACC指示文との混在利用
 - 京コンピュータにおけるハードウェアサポートを利用した実装
 - XMP/Fortranの片側通信機能のサポートは、**未**



HOME
Download
Document
Publication
Mailing List
Links

Omni XcalableMP Compiler

ABOUT

The Omni XcalableMP Compiler is a reference implementation of [XcalableMP](#). This compiler has been developed by [University of Tsukuba HPCS Lab](#), and [RIKEN AICS Programming Environment Research Team](#).

NEWS

- ▶ 2012.11.30 : Nightly build version is released.
- ▶ 2012.11.29 : This site is open.

- SC13@Denverでブース展示(11/18 - 21)
- 筑波大・理研AICS チームでHPC Challenge Class 2に応募
⇒ **日本初のawardを獲得!**
 - HPCシステムの性能を評価するためのベンチマーク集
 - HPL, FFT, RandomAccess, Stream
 - Class 1は性能のみを評価
 - Class 2は生産性
(実装のエレガントさ)と性能の2つを統合的に評価
 - XMPでHPC Challengeベンチマークを実装し、京コンピュータ上で計測
 - SC13のBoFで発表
 - SC13後にXMPのHPC Challengeベンチマークを公開予定



- フランスでのチュートリアル
 - フランスとのYMLとの統合プロジェクト(日仏戦略FP3Cプロジェクト)
- NEC SXやIBM BG/Qなどへの移植 (AICSの活動の一部)
 - そのうちに、調達の「仕様書」にいれてもらえるように
- XMPを使った並列プログラムのチュートリアルなどの人材育成活動 (AICS)
- GPUのサポート、XMP-devはあるが、OpenACCとの混在で再検討(朴CREST@筑波大、AICS)
- 研究
 - Xeon Phiでの性能評価(筑波大)
 - XMP向けのshared memoryモデル、one-sided通信(筑波大)
 - 有限要素法などの不規則メッシュのための拡張(AICS)
 - XMP上の動的なタスク生成(AICS)