

HPCS研究室 アーキテクチャチーム

さらなる高性能・低電力計算へのチャレンジ！



次世代スパコン要素技術を徹底研究

研究室全体説明会 10/6 (金) 16:45-

チーム説明会 ①10/6 (金) 17:00- (全体説明会後)

②10/12 (木) 18:15-

③10/17 (火) 18:15-

説明会の参加方法など、卒研配属情報はWebページで公開中

<https://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/bachelor/>



研究室
公開

High Performance Computing System Lab.

HPCS研究室: 総合研究棟B

928,1121/1122,1124,1222

朴 泰祐 教授
小林 諒平 助教
藤田 典久 助教

教授:朴 泰祐, 助教:小林 諒平, 藤田 典久 募集人数:8名

アーキテクチャチームでは、GPUやFPGA等の演算加速装置をより有効に大規模並列処理に活用する手法や、超高性能並列処理向けネットワーク、さらにこれらを活用する高性能並列コンパイラの研究をしています。我々が提案しているCHARM (Cooperative Heterogeneous Acceleration with Reconfigurable Multidevices) というコンセプトでは、GPUとFPGAという互いに異なる性質をもつアクセラレータを相補的に用いることで計算の高速化を目指しています。このCHARMコンセプトの実証実験を、世界で唯一 GPUとFPGAを搭載したスーパーコンピュータ Cygnus (図1) を用いて行っています。

本チームでは、連携大学院の佐藤三久教授、FPGAチーム、本学計算科学研究センターの研究者、さらには学外(海外)の研究者と密接に連携することによって、幅広い研究を実施しています。例えば、次のような研究に取り組んでいます。

- FPGAを用いた演算オフローディングと高速通信の融合に関する研究
- GPUを用いた実アプリケーションの最適化に関する研究
- GPU-FPGAクラスタに向けた並列プログラミング言語に関する研究

図2は、初期宇宙の研究に重要な輻射輸送を解くプログラムで用いられているアルゴリズムをOpenCLで記述してFPGA向けに最適化し、それをFPGAで動作させつつ残りの計算をGPUで実行させてアプリケーション全体の性能向上を目指す研究の成果を示しています。この研究は計算科学研究センターに所属する宇宙物理学の研究者と共同で実施しており、これまでに数多くの論文と一緒に執筆しています。宇宙物理以外にも気象分野の研究者やビッグデータの研究者と連携して創出された成果もあります。

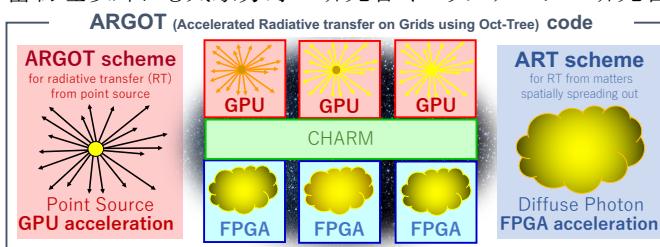


図2: GPUとFPGAを併用することによる宇宙物理学アプリケーションの演算加速に関する研究成果

このチームでは、プログラミングの技術が必要となります。苦手な方でも丁寧に教えるので心配いりません。また、研究を通して様々な並列プログラミング環境を学ぶ機会があり(MPI, CUDA, OpenMP, OpenACC, OpenCL, DPC++, Verilog HDL...etc)、このチームで学んだ事は今後必ず役に立つと思います。

何か凄いシステムを作ったり、使ったりして面白いことしてみたい!と興味を持たれた方はぜひ説明会に来てみてください。

HPCS研究室について (1/2)

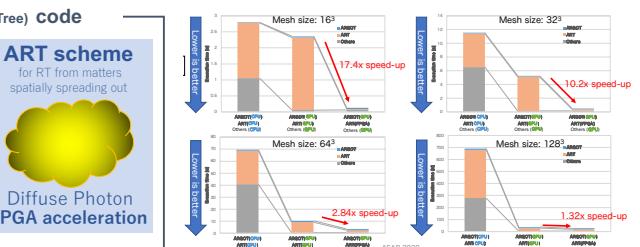
HPCS研究室は、超並列計算機からクラスタまで、高性能計算に関連した研究を行っています。研究室内では、分野ごとにチームに分かれており、それぞれのチームに1人以上先生がいます。そのため、自分にあった分野をより細かく選ぶことができ、また、手厚い指導を受けることができます。

卒研生の配属はチーム/先生毎に行います。説明会の方も全体説明を除き、基本的にチーム毎に個別に行ってきます。HPCS研究室全体の説明会は10月6日(金)16:45より開催します。研究室全体の雰囲気を知ることができる機会ですので、ぜひ参加してください。

全体説明会の詳細に加え、チーム毎の研究紹介や個別説明会の日程については、HPCS研究室のWebページ <https://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/bachelor/> を御覧ください。



図1: スーパーコンピュータ Cygnus
(下の写真は1ノードの中身)



HPCS研究室 アルゴリズムチーム

これまでに解けなかった問題を解く！



アルゴリズムで未来を拓く！

研究室
公開

HPCS研究室全体説明会 10/ 6(金) 16:45 ~ 18:00 総合研究棟B 1001

チーム個別説明会 10/12(木) 18:15 ~ 19:00 総合研究棟B 1122

10/17(火) 18:15 ~ 19:00 総合研究棟B 1014

10/23(月) 18:15 ~ 19:00 総合研究棟B 1122

卒研配属情報はwebページで公開中 <https://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/bachelor/>

High Performance Computing System Lab.

HPCS研究室: 総合研究棟B

928,1121/1122,1124,1222

高橋 大介 教授
多田野 寛人 助教

高橋 大介 教授

(募集人数:2人)

アルゴリズムチーム高橋の元では、限られた時間の中で大規模な科学技術計算を行うために、スーパーコンピュータの性能をできるだけ発揮できるようなアルゴリズムやプログラミングに関する研究を行っています。卒業研究では、

- (1) 高性能並列数値計算ソフトウェア
- (2) GPUやメニーコアプロセッサなどを用いた高性能計算
- (3) 高精度計算アルゴリズムとその応用

などのテーマに取り組みます。もちろん、上記以外のテーマに取り組んで頂くことも可能です。

高速なプログラムを作成するには、コンピュータの仕組みや数学について深い理解が必要になりますが、努力が性能という数字にそのまま反映されることから、やりがいがある分野です。

アルゴリズムチーム(高橋グループ)に配属を希望する場合は、必ずチーム個別説明会に出席してください。

多田野 寛人 助教

(募集人数:2人)

アルゴリズムチーム多田野の元では、数値線形代数に関するアルゴリズム開発を行っています。卒業研究では、特に

- (1) 大規模連立一次方程式の高速・高精度・高信頼性アルゴリズムの構築
- (2) 連立一次方程式の求解高速化のための前処理法の開発
- (3) 上記開発手法の実問題への応用、及び並列化による高性能化

などのテーマに取り組みます。これ以外のテーマに取り組むことも可能です。配属された学生には専用のPCが割り当てられ、MATLABやFortranなどでプログラムを組んで研究を行っていきます。数学やプログラミングが苦手でもしっかりと指導しますので、心配はいりません。少しでも興味がありましたら、ぜひ説明会に来てみてください。

アルゴリズムチームの使っている計算機について

チームで所有している計算機としては、IntelのXeonプロセッサを搭載した4ノードのクラスタ2つのほか、IntelのXeon Phiプロセッサを搭載した4ノードのクラスタがあります。これらは学生によって管理・運用されていて自由に使うことができます。また本研究室は計算科学研究センターと協力関係にあり、研究内容によっては筑波大学が運用するスーパーコンピュータCygnus(理論ピーク性能2.4PFLOPS)と2022年12月より運用が始まったスーパーコンピュータPegasus(理論ピーク性能6.5PFLOPS)を利用できます。これらの様々な計算機資源を利用して研究を行うことが可能です。

HPCS研究室について(2/2)

HPCS研究室は、総合研究棟Bの9階にある928, 11階にある1121,1122,1124, 12階にある1222の5部屋で構成されています。研究室のメンバーは、教員が9名、学生32名の合計41名の大所帯です。研究室の配属後は、1人1つの机の割り当てと、PCの支給があります。研究室内にはリフレッシュスペースが備えられ、他チームとの交流など、快適に研究や議論を行える環境が整えられています。



研究室内風景

HPCS研究室 システムソフトウェアチーム

HPC、ビッグデータ、AIを支える並列分散システムソフトウェア



スパコンはシステムソフトウェアを求めている
わくわくする仕事をしましょう

	10/4 (水) 15:15~17:00	総合研究棟B 12階1222
チーム説明会	10/9 (月) 13:45~15:00	3A405(分散システム後)
	10/20 (金) 18:15~19:30	総合研究棟B 12階1222

研究室
公開



Web ページ

<https://bit.ly/hpcs-openlab-ss>

建部 修見 教授
tatebe@cs.tsukuba.ac.jp

建部 修見 教授

(募集人数:3人)

スーパーコンピュータやクラウドのための並列分散システムソフトウェアを研究します。筑波大ではH100 GPUと不揮発性メモリを搭載したビッグメモリスーパーコンピュータPegasusを運用しており、主にPegasusを用いて研究を進めていきます。テーマの例としては以下のようないわがありますが、相談して決めていきます。

- (1) 並列分散ストレージシステム、キャッシングファイルシステム
- (2) 並列I/O, Pythonなどのクライアントライブラリ
- (3) 深層学習システム、並列アプリケーションの性能評価、高性能化



2022年10月開発合宿@みなかみ

研究環境

1. 週に1回、2~3時間のチームミーティングをします。各自の進捗についてチーム全体で切磋琢磨します
2. 必要に応じて個別ミーティングを行います
3. 研究費は潤沢で研究、生活で必要なものは整備されています。不足分は整備します
4. 開発合宿、お花見、暑気払い、OB会、新年会、歓送会等イベントが多数あります
5. 4年生は3月のHPC研究会で口頭発表することが目標です。もちろん進捗が早い場合は国際会議で発表できます
6. 大学院に進むと国際会議での発表、参加の機会が増えます。もちろん費用は不要です。頑張ればSFCやJGCも可能かもしれません
7. 教員は多数トップ国際会議で委員を務めており、世界的な交流が可能です



2023年8月チームOB会@北千住



2022年8月チームOB会@スカイツリー

システムソフトウェアチームで使っている計算機について

システムソフトウェアチームでは 100 台規模の計算資源を保有しており、第3世代XeonのIce LakeとOptane不揮発性メモリ200シリーズ搭載のクラスタ等を利用できます。今年度は第4世代EPYC搭載サーバが追加され、400 GbpsのInfiniBand NDRとPCIe Gen5接続のNVMe SSDも利用可能になります。より大規模な性能評価のためには計算科学研究センターのスパコン Pegasusを用います。



HPC用大規模PCクラスタ

HPCS研究室 パフォーマンスチーム

とにかく計算速度に拘る！



最新の計算機をフルに使いこなそう！

研究室全体説明会 10月6日 (金) 16:45～18:00 総合研究棟B 1001

チーム説明会

随時

WEBで申し込み
メールで申し込み
(nukada@ccs.tsukuba.ac.jp)

オンライン
または
オンライン

研究室
公開

Web ページ

<https://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/bachelor/>

額田 彰 教授

額田 彰 教授

(募集人数:3人)

パフォーマンスチームで目標とすることは、とにかく高速に計算する手法の探求です。皆さんはこれまでプログラミングを体験してきていると思いますが、速く計算をしたいという状況に遭遇したことはありますか？計算量やオーダーという話は授業で聞いたことがあると思いますが、近年のプロセッサでの実行時間は計算量だけでは決まりません。

キーワードは並列性。プロセッサの動作周波数の向上に限界が来た結果、多数の演算を同時に実行できるような構造に変化してきました。スレッド並列やベクトル並列、プロセッサによってはさらに細粒度の並列処理ができるものがあり、これらを活用できなければプロセッサが本来備える実力を引き出すことができません。

研究テーマ

研究テーマとしてはGPUを利用した計算の高速化をメインに考えています。多数のコアや複雑なメモリ階層を持つGPUの構造を基礎から勉強し、いろいろなプログラミング手法を体験し、何か具体的な計算を対象にGPUでの高速化に成功して欲しいと思います。希望があればCPU等を対象としても構いませんし、あるいはGPU計算をささえる支援ソフトウェア等を開発することになるかもしれません。



必要な素養

このチームで研究を進めるにあたって持っていてほしい素養が幾つかあります。

まず、プログラミングに苦手意識を持たないこと。研究テーマ的にプログラミングが主体になります。ただし特殊なのは、同じ内容の計算に対して色々な書き方をして速くなるかどうかを確かめるという作業になることです。一つ一つのプログラムはそれほど大きくありません。

次に、コミュニケーションに苦手意識を持たないこと。これはこのチームに限らず重要で、指導教員とはもちろん、他のチームメンバーや研究室メンバー、他の研究室の同期とも積極的に交流してください。

以上、まとめると何事にも苦手意識を持たずに頑張れればきっと何とかなるということです。

将来像

このチームで勉強・研究をして無事に卒業したあとは、例えば以下のような人材として活躍することが期待されます。

- ① 企業のソフトウェア開発チームで高効率なコードが書ける優秀なエンジニア
- ② 研究所等で最先端研究のためのソフトウェア開発をリードする研究者
- ③ 自身のプログラミング経験を踏まえてコンピュータ関連製品を売り込むコンサル



パフォーマンスチームについて

教員が本学に着任したのは2020年4月で、パフォーマンスチームはまだ新しいチームです。2024年度の学生メンバー(予定)はM2が2人+今回配属されるB4になります。比較的少人数ですので、個々の事情やスタイルに合わせた研究の進め方を考えていますので、希望があれば遠慮なく伝えてください。

HPCS研究室

FPGAチーム



「どれか」ではなく「全部」を試そう！

研究室全体説明会 (SB1001) 10/6 (金) 16:45–18:00

チーム説明会
(SB911-2)

10/18 (水) 18:00～ (教員主催)
10/19 (木) 18:00～ (学生主催)
10/20 (金) 18:00～ (教員+学生)

研究室
公開

いずれも詳細はHPCS研究室
卒研配属情報をCheck!
<https://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/bachelor/>

山口 佳樹 准教授

(募集人数:3人)

情報技術の細分化に負けず、基礎から応用まで縦断的に触れてみよう！

1.1 研究キーワード

#リコンフィギラブルデバイス #ステレオマッチング
#メニーコアアーキテクチャ #シミュレーション #画像認識
#リアルタイム計算 #大規模数値計算 #組込みシステム #RISC-V
#機械学習 #ドローン #センサーフュージョン

1.2 実験例

- VPK120を使って映像データを通信ケーブルで伝送、HDMI出力 (図.1)
- 人物や物体はそのままに背景画像をリアルタイムにすり替える (図.2)

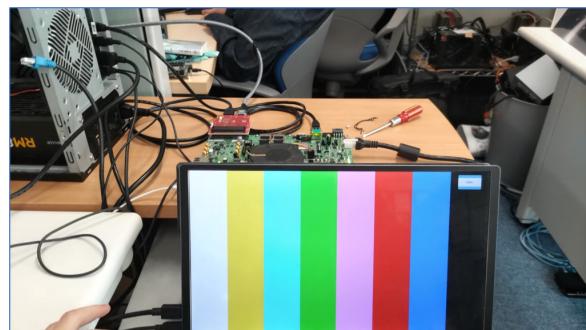


図1. VPK120を用いたHDMI出力



図2. 背景画像のみをすり替える様子

1.3 環境

多くのFPGAボード、球面ディスプレイ、カメラなど充実！

