

Create the Next Generation Supercomputer

2023年度配属

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

HPCS研究室全体説明会 10/5 (水) 15:15 -

会場：総合研究棟B1001およびオンライン

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1: スーパーコンピュータ Cygnus (下の写真は1ノードの中身)

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。

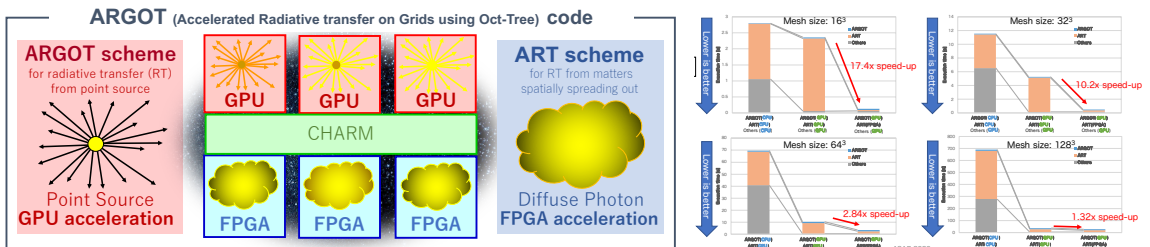


図2: GPUとFPGAを併用することによる宇宙物理アプリケーションの演算加速に関する研究成果

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が、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。

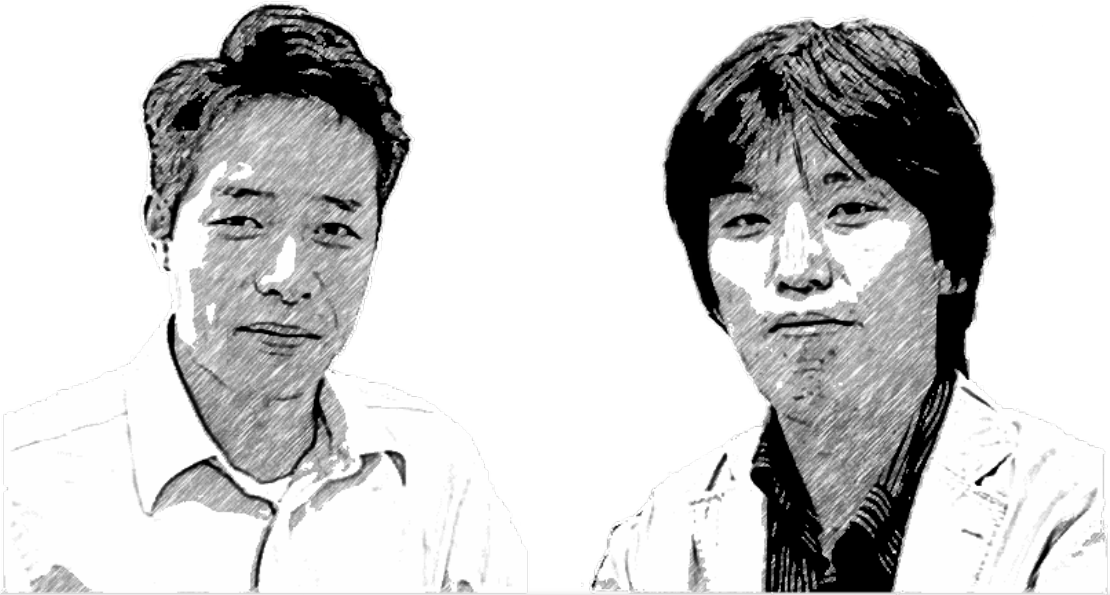
HPCS研究室について (1/2)

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。

卒研究生の配属は先生毎に行います。説明会の方も全体説明を除き、基本的に先生毎に個別に行っています。HPCS研究室全体の説明会は10月5日(水)15:15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、先生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。

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！

HPCS研究室全体説明会 10/5(金) 15:15-16:30

総合研究棟B 1001 および オンラインで開催

Zoomリンクなど、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

928,1121/1122,112

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。高速なプログラム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。

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。配属された学生さんには専用の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)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49名の合計58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



HPC、ビッグデータが熱いです

チーム説明会 10月7日 (金) 18:15~19:00

随時
tatebe@cs.tsukuba.ac.jp
へ連絡ください

10月12日 (水) 18:15~19:00

10月17日 (月) 18:15~19:00

総合研究棟B 11階
1121または
オンライン

研究室
公開



Web ページ

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

建部 修見 教授

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、PCクラスタでは、演算性能に比べストレージ性能が低く、HPC、ビッグデータ、AI処理においてストレージ性能向上が大きな問題となっています。この問題に対し、アーキテクチャ、ソフトウェアの両面から取り組みます。

特にこの秋から筑波大には不揮発性メモリを大規模に導入したビッグメモリスーパーコンピュータPegasusが導入されます。Pegasusの大容量メモリ、また大容量不揮発性メモリ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ものがありますが、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

研究環境

システムソフトウェアチームは大変に素晴らしい研究環境を持っています。研究室に配属されると各人の机とマシンが一台と、好みのキーボードや液晶ディスプレイを利用できます。マシンには MacBook Pro や VAIO、ThinkPad や自作 PC などが、キーボードには Realforce や HHKB などが選ばれるようです。また、HPCS研究室共同で冷蔵庫やソファ、ポット、コーヒーマーカーを利用できます。

研究ではチームで管理・運営するクラスタを利用したり、研究テーマによっては各組織が運営するスパコンを利用することがあります。配属後の学群4年生は3月に開催される国内研究会で口頭発表することが目標になっています。成果が出れば国内や海外での発表に対し、交通費や宿泊費の点で手厚いサポートを受けることができます。コアタイムはありませんが、週に1度にチームミーティングがあります。

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 台規模の非常に潤沢な計算資源を保有しており、例えば、Ice Lake 搭載のクラスタを利用できます。これらの計算機はスパコンでも用いられる高速ネットワーク InfiniBand によって接続されており、リモートの資源を極めて小さなレイテンシで利用できます。最近では 不揮発性メモリ Optane PM を搭載した計算機を使っています。より大規模な性能評価のためには筑波大学計算科学研究センターのスパコン Cygnus及び Pegasusを用います。



図: HPC用大規模PCクラスタ

※HPCS研究室全体については、アーキテクチャチームとアルゴリズムチームのコラム欄を参照してください

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5日 (水) 15:15~16:30 総合研究棟B 1001
及び
オンライン

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)
オンサイト
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:2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

来年度の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ることは想像できると思います。ただ少し特殊なのは、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、英語に苦手意識を持たないこと。英語の論文を読むことになりますし、プログラミングガイドが英語で記載されている場合も多いです。色々読んでいっているうちに関連分野の語彙力は勝手に鍛えられてくるのでそれほど心配しなくても大丈夫です。

最後に、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、他の研究室的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ばきっと何とかできるということです。

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。2023年度の学生メンバー(予定)はM2が2人、M1が1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と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 10/5 (金) 15:15-16:30 (5限)
(SB1001+Zoom)

チーム説明会 (Teams)
10/12 (水) 18:15-19:30
10/14 (金) 18:15-19:30

スマホはQRコード
PCはチームコード
'0v0zaq8' で参加



対面チーム説明会 (SB1001)
10/18 (火) 10:10-11:25
10/20 (木) 12:15-13:30

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

研究室
公開

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

#リコンフィギャラブルデバイス #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 研究テーマ例

- ・ モーションセンサとSOMによる体調のリアルタイム予測(図1.3)
- ・ 超低遅延画像転送に向けたハードウェア通信技術回路の検討
- ・ FPGAを用いた低遅延無劣化映像圧縮・解凍装置の作成

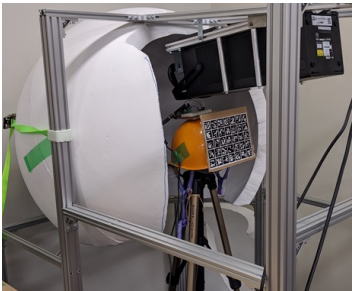


図1.1 没入型ディスプレイ+
遠隔操作+実時間MR

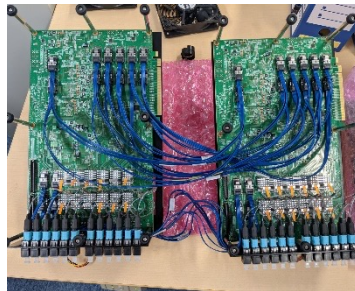


図1.2 1.2Tbps帯域の最大規模
FPGAを搭載した
研究室カスタムボード



図1.3 教師なし学習とモー
ションセンサによる健康状
態の予測

2.1 研究室の雰囲気

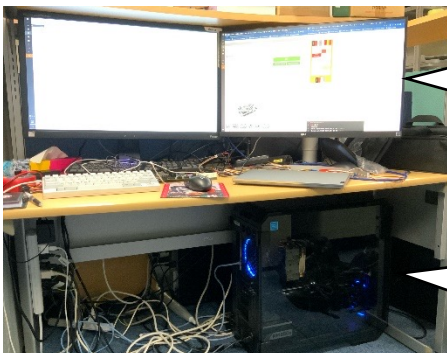


図2.2 デスクの様子

豪華4K
ディスプレイx2

研究室で闇鍋PCを
作ろう！



自由でけしからん
研究室です

図2.4 現B4の研究生