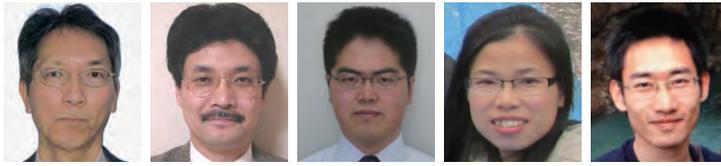


# コンピューティング・アーキテクチャ研究室

http://arch.naist.jp/ https://www.facebook.com/NAIST.ARCH



(写真左から)

教授：中島 康彦 nakashim@is.naist.jp  
 客員教授：木村 睦 kimura.mutsumi.ki1@is.naist.jp  
 准教授：中田 尚 nakada@is.naist.jp  
 助教：Tran Thi Hong hong@is.naist.jp  
 助教：張 任遠 rzhang@is.naist.jp

## 重いソフト、待てば早くなる時代はもう来ない

半導体の性能向上が行き詰った今、新しいアルゴリズムやソフトウェアを実装できるコンピュータシステムは2択です。何年たっても同じ性能の従来型コンピュータに安住するか、アルゴリズムを直接写像する非ノイマン型コンピュータに踏み出すか、選択肢はここにあります。

### 研究を始めるのに必要な知識・能力

世の中に存在する様々なコンピュータシステムの構成に関する好奇心。  
 計算基盤がブラックボックスで良いとは思えない探究心。  
 アルゴリズムを考えプログラムに表現できる実装力。

### 研究室の指導方針

まず、研究対象とするアプリケーションを選択し、次に、挑戦したい計算基盤をおおまかに選択します。その後は、文献調査に進み、既存プログラム、既存シミュレータ、様々な性能評価ツール、あるいは、デジタル回路設計ツール、アナログ回路設計ツール等を駆使して問題点を明らかにし、教員の助言を受けながら課題を設定し、解決していきます。自ら開発したプログラム、アーキテクチャ・シミュレータ、あるいは回路を定量的に評価し、対外発表を行って、最終的に論文にまとめます。

### この研究で身につく能力

すでに、多くの種類の非ノイマン型コンピュータが発表されています。これらを使いこなすには、従来型コンピュータ向けの汎用プログラミング言語の知識だけでは全く不十分で、計算基盤はブラックボックスで良いと考える研究者・技術者は、徐々に取り残されていきます。入手可能なハードウェアシステムと動かしたいアプリケーションを直結させる能力、機能が不足する場合にハードウェアシステムに対して具体的な提案ができる能力、さらには、ハードウェアに合わせて柔軟にアルゴリズムを調整できる能力が身につきます。

### 修了生の活躍の場

以前は所謂コンピュータメーカーに多く就職していましたが、今では、アプリケーション層に近い企業にも就職が広がってきています。ハードウェアとソフトウェアの両方がわかる人材は、これまでも売り手市場でしたが、今後、この傾向がさらに顕著になっていくと予想しています。

### 研究内容

半導体の性能向上が行き詰った今、新しいアルゴリズムやソフトウェアを実装できるコンピュータシステムは2択です。何年たっても同じ性能の従来型コンピュータに安住するか、アルゴリズムを直接写像する非ノイマン型コンピュータに踏み出すか、選択肢はここにあります。

コンピューティング・アーキテクチャ研究室では、主に小型高性能計算基盤に焦点を当て、5つの研究グループが活動しています。

#### ★高性能デジタルアーキテクチャグループ

Googleなどアプリケーション層の企業が自前のアクセラレータを開発する時代が到来しています。しかし、ノイマン型コンピュータと全く異なるシステムは当初は使い難いため普及に時間がかかります。そこで非ノイマン型の中でも比較的移行しやすいストリクティング型アクセラレータ (IMAX) の研究を進めています。組み込み機器向けGPUをはるかに凌ぐ性能を達成しています。

#### ★CMOSアナログ・アプロキシメイトアクセラレータグループ

従来のアナログコンピュータはオペアンプによる固定関数機能のみ利用可能でした。本グループでは、任意の多入力関数を実現可能なプログラマブルアナログコンピュータの実現を目指しています。アナログ化することにより、デジタル回路よりも格段に高速かつ小型の回路構成とすることができそうです。

#### ★ニューロモーフィック・コンピューティンググループ

経細胞の構造を模倣したニューロモーフィックLSIの開発が盛んになっています。本グループでは、ホップフィールドネットワーク+クロスポイントシナプス構造、および、セルラニューラルネットワーク+積層シナプス構造の2種類のLSIを研究開発しています。

#### ★超小型低電力WiFi/可視光通信グループ

IoTセンサ向け低コスト超低消費電力無線回路について研究しています。従来の802.11n/ac規格のPHY層が数百Mbps～数Gbpsに対応し、回路規模と消費電力が大きいのに対し、IoT向け802.11ah規格のPHY層は、数百Kbpsの通信速度に対応し、小型化や数日間～数年間程度の超低消費電力化を可能とします。最適なパラメータ、新しい演算アルゴリズム、回路アーキテクチャを探索し、超小型コンピュータと組み合わせることで低電力・高機能IoTデバイスの実現に貢献します。

#### ★Society5.0向けエッジコンピューティンググループ

機械学習技術の発達により、あらゆるデータを解析し活用することが可能になりつつあります。しかし、要求される計算能力が爆発的に増加しつつあります。そこで、これまでのクラウド集中型計算基盤から脱却し、情報の圧縮と計算の集約によりエッジ側の計算能力を最大限活用する効率的なエッジコンピューティング計算基盤を研究開発しています。

### 研究設備

一般的にどこにでもある、120コアのXEONサーバや、XEON/PHIサーバ、高性能GPU搭載サーバはもちろん、多数のシミュレーション用サーバ、様々なFPGAを搭載した実験設備 (ドローンも含む)、試作LSIを実用的に評価する多数の実験設備があります。回路評価には、VDECを利用した豊富なCADツール、先端プロセスのテクノロジライブラリが揃っています。現在、ストリクティングアクセラレータ、アナログアクセラレータ、ニューロモーフィックLSI、無線回路などを開発しています。各自の机にはマルチモニタの高性能Linux-PCを設置しています。

### 研究業績・共同研究・社会活動・外部資金など

- 研究業績：2006年研究室創設以降、研究室メンバーの受賞21件、査読付論文・国際会議119件、特許13件、招待講演含む口頭発表149件
- 共同研究：海外企業・大学、国内企業・大学等
- 社会活動：国際会議・国内学会・研究会・各種委員会の委員長、幹事団、運営委員等
- 外部資金：2006年研究室創設以降、科研費基盤 (A) 2件、基盤 (B) 1件、若手 (B) 2件、挑萌芽2件、NEDO 2件、JST 6件 (内ALCA 1件、さきがけ3件)、STARC 3件、企業10件以上