

分散並行処理研究室：上級准教授 中里直人 (242B)

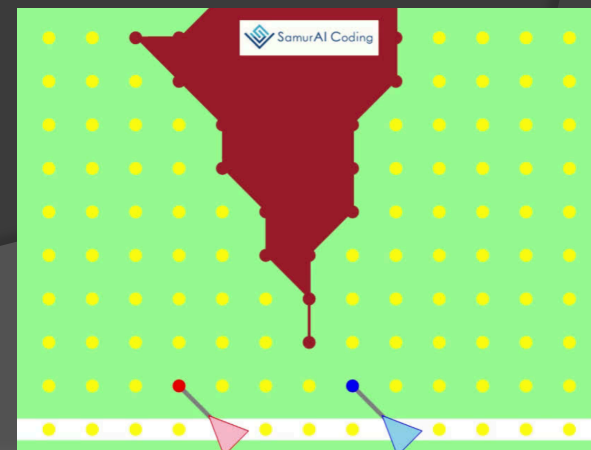
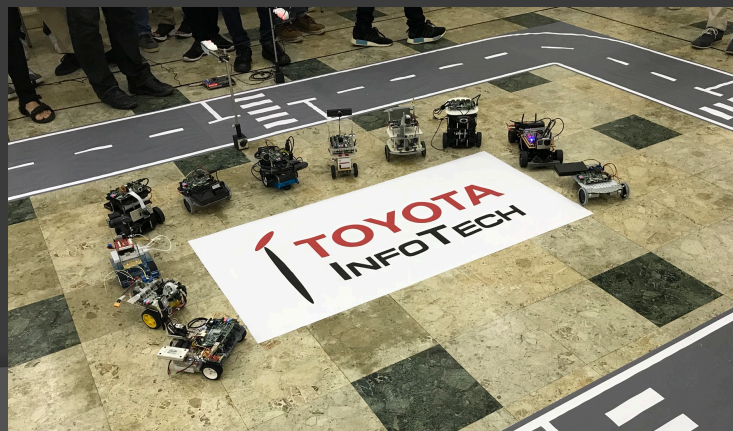
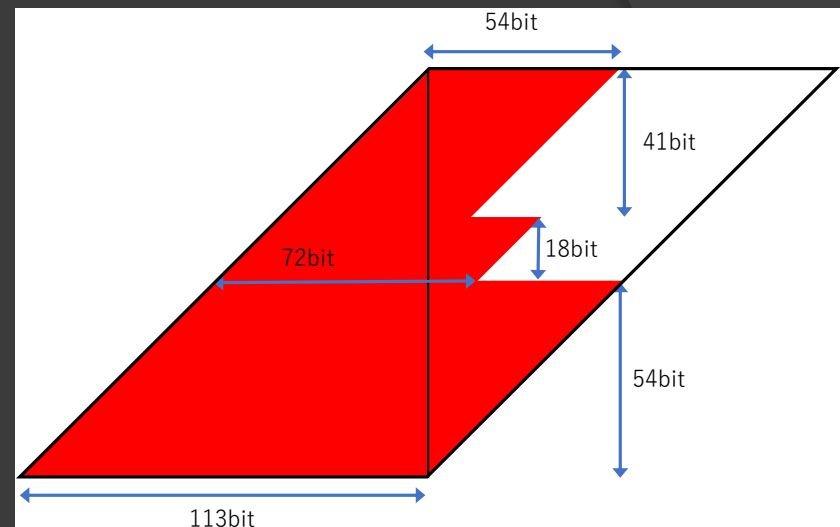
◎ 高性能計算(High Performance Computing)

マルチコア・メニーコア・並列計算機にかかわる全般の研究

GPUによるシミュレーションの高速化の実現

◎ 研究テーマの例

- OpenCLによる並列計算
- FPGA/ASICによる並列計算プロセッサの実現
- HPCによる大規模シミュレーション
- AI用プロセッサの研究とAIの応用



身近に使える並列計算機

◎ マルチコアCPU

- 文書作成やWeb処理に向いている
- 2 – 8 core

◎ GPU

- コンピュータグラフィックス処理に向いている
- 数値シミュレーションにも

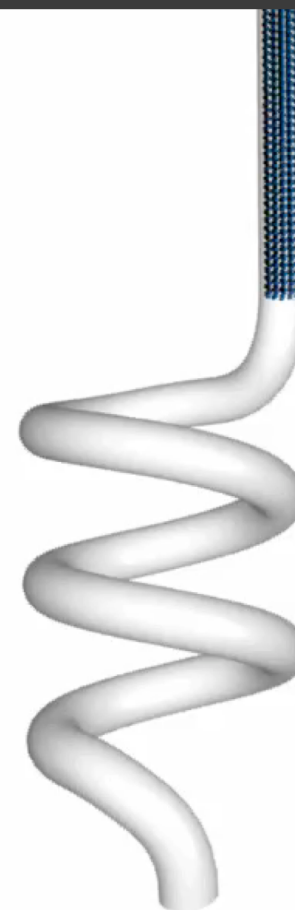
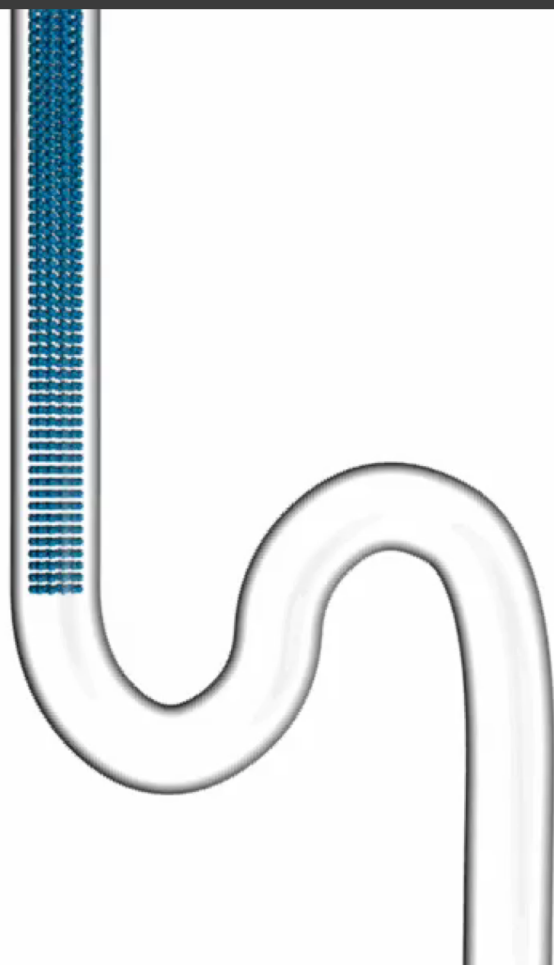
◎ メニーコアCPU

- 二つの特性をあわせたようなもの

OpenCLでプログラミングできる

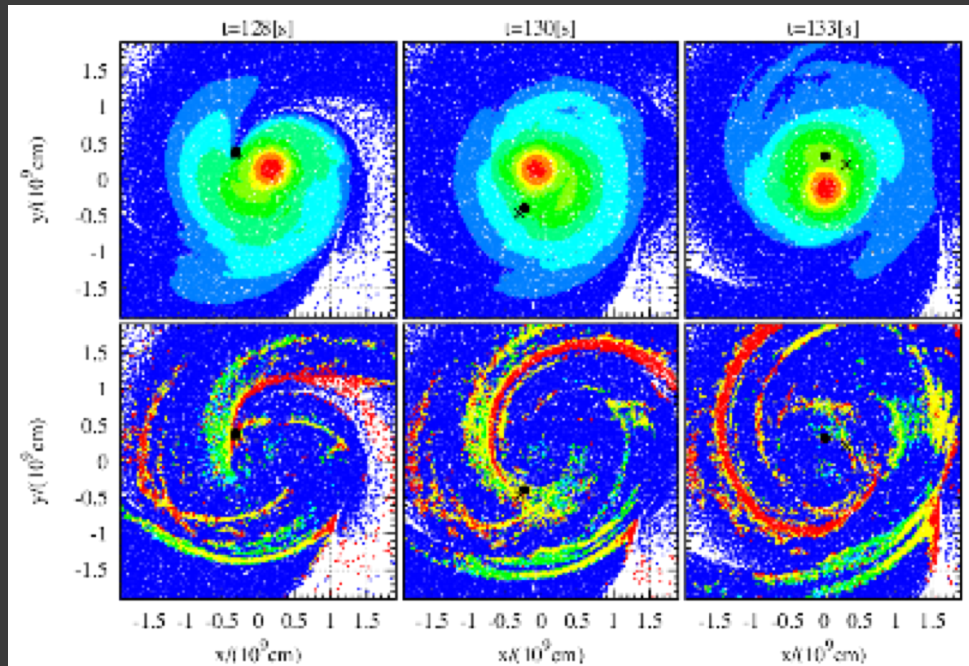
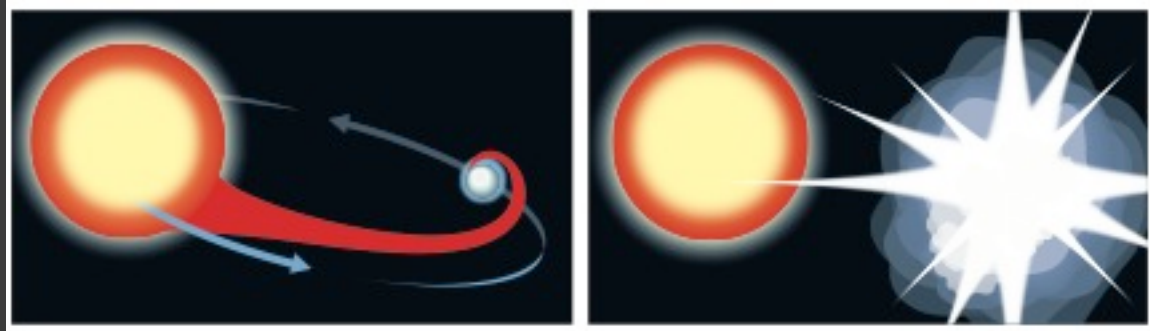


OpenCLによる並列計算：流体シミュレーション

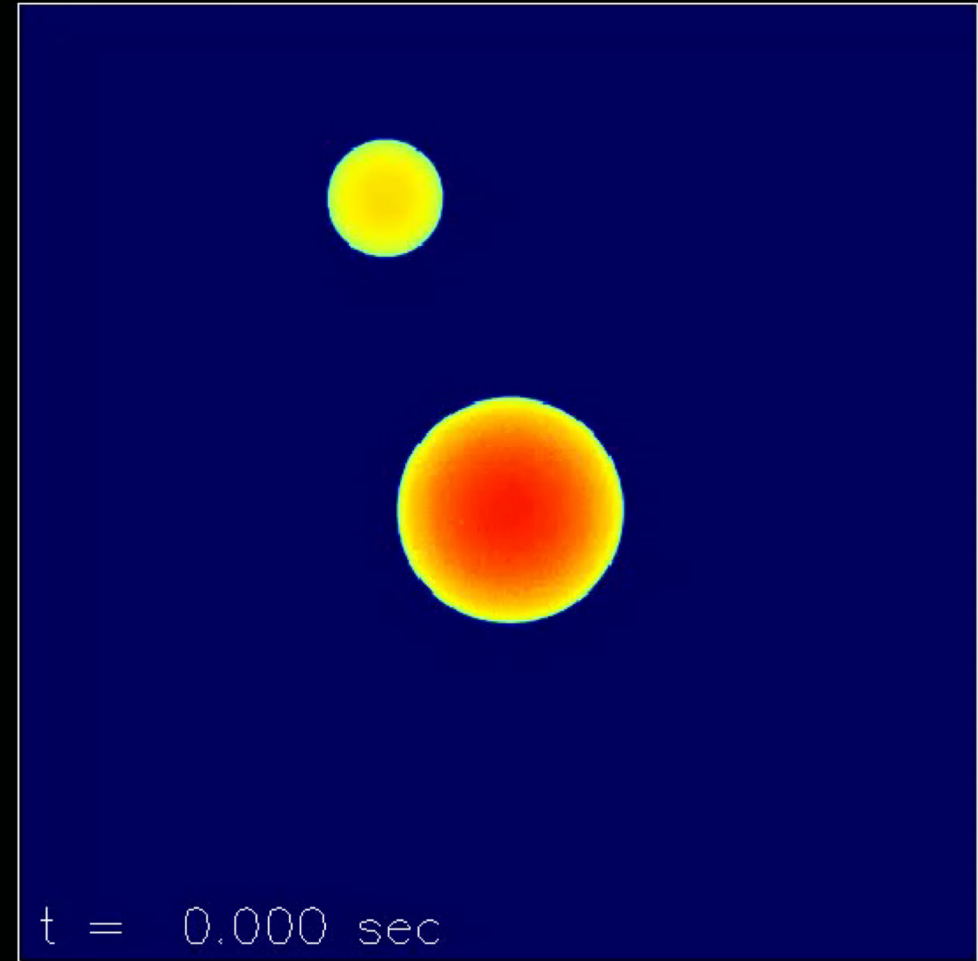


OpenCLによる並列計算：宇宙のシミュレーション

白色矮星の合体：超新星爆発の起源説



55679.2 km



津波シミュレーションの高速化

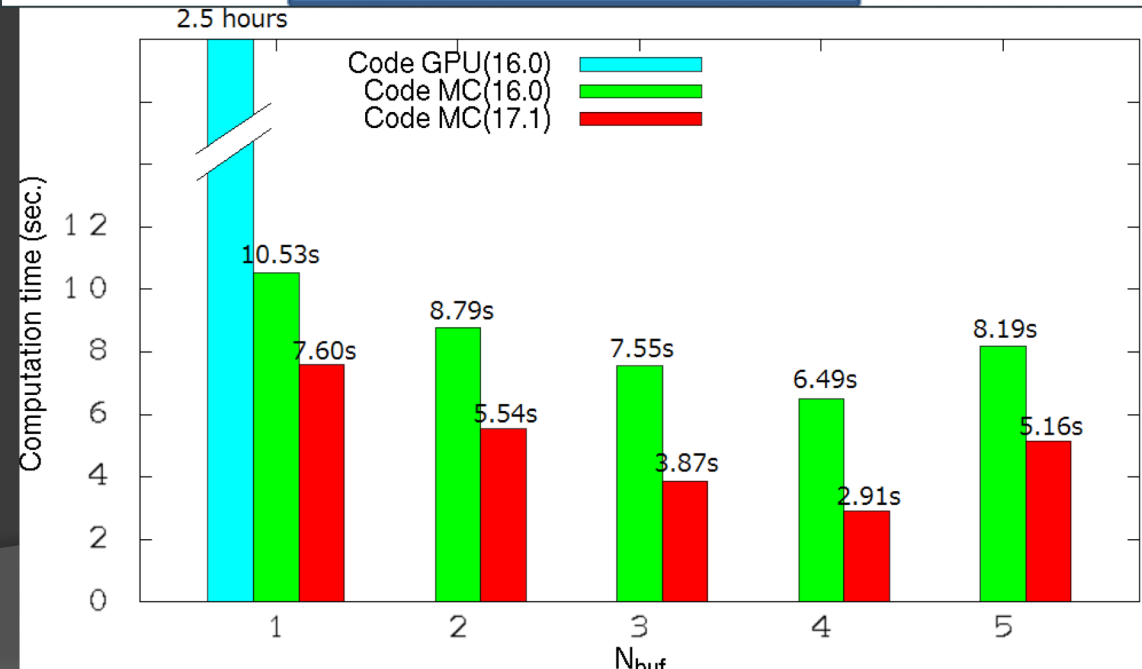
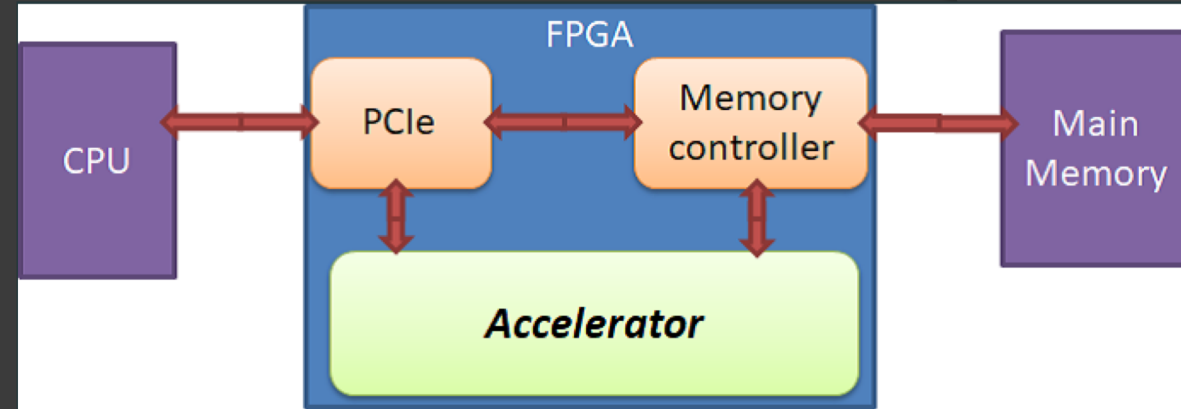
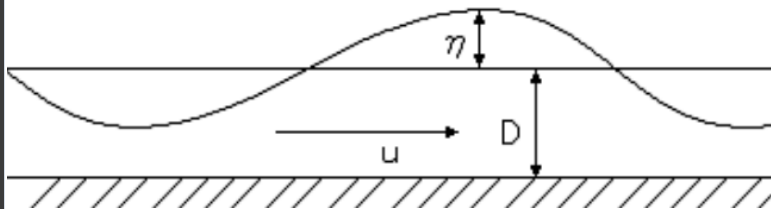
- ◎ 津波が発生した際に波の到達を予測したい
 - MOST法シミュレーションによる予測

支配方程式

「浅水方程式」と呼ばれる偏微分方程式

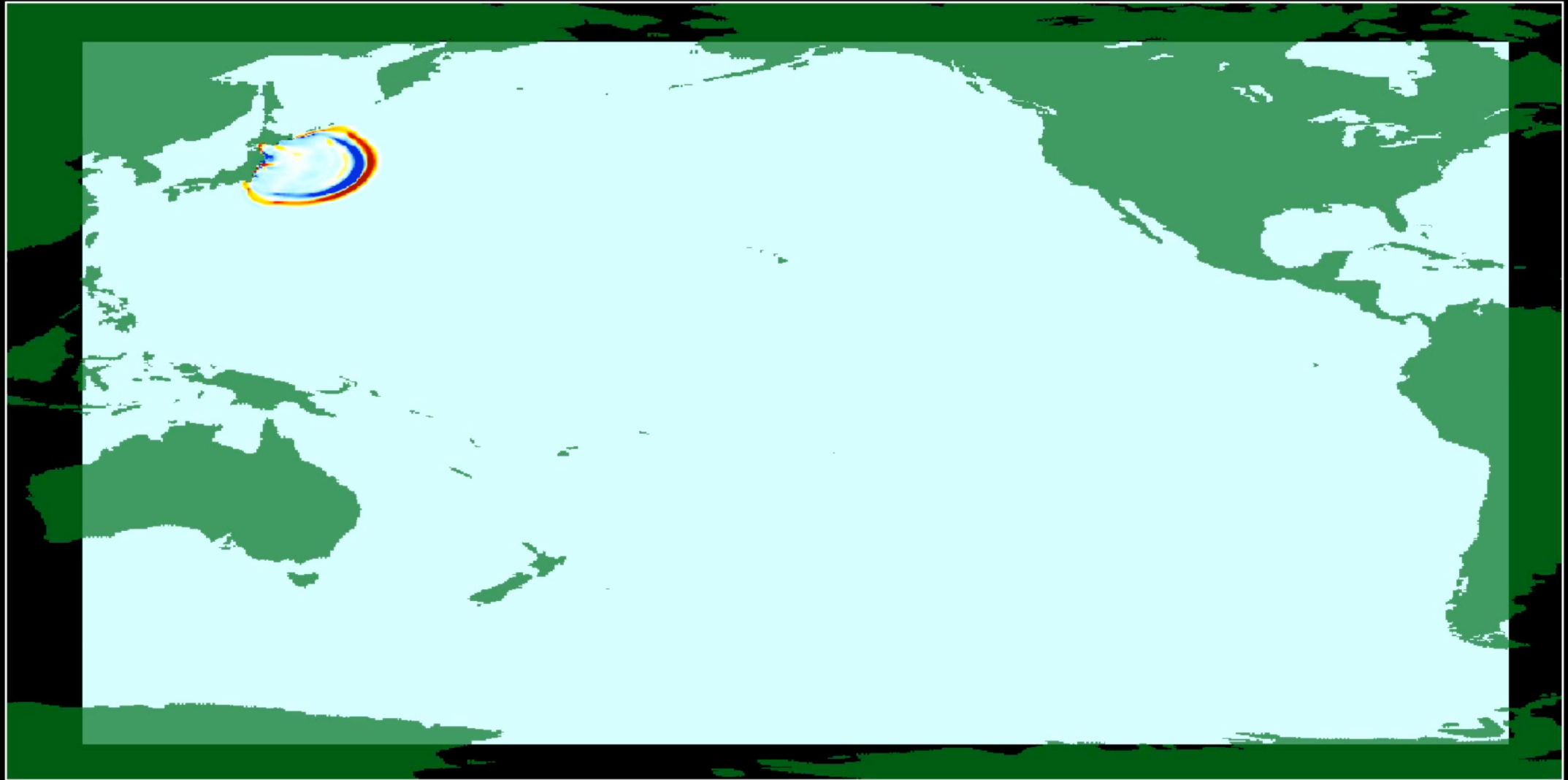
$$\begin{cases} H_t + (uH)_x + (vH)_y = 0 \\ u_t + uu_x + vv_y + gH_x = gD_x \\ v_t + uv_x + vv_y + gH_y = gD_y \end{cases}$$

η : 波高
 D : 水深
 H : $D + \eta$ (全波高)
 u, v : 波の速度成分
 g : 重力加速度



Wave Amplitude

Time: 3470.00



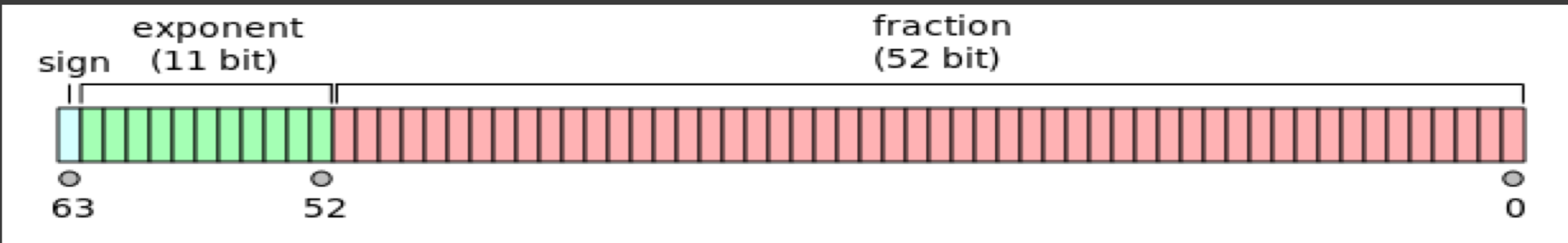
Wave Amplitude (cm)



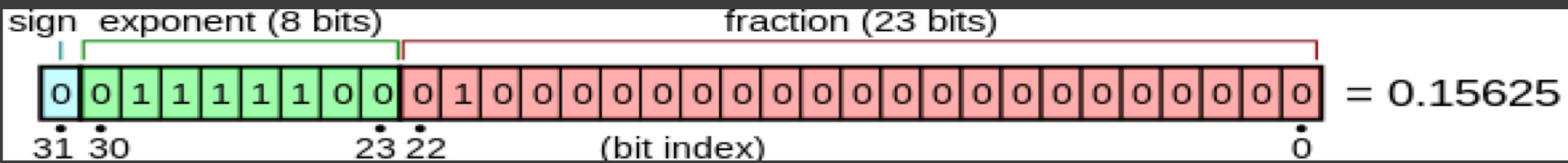
Data Min = -566.0, Max = 328.2

様々な演算精度による効率的な数値計算

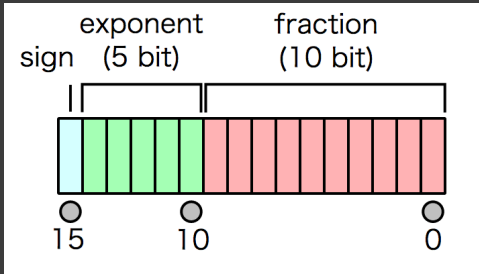
倍精度変数



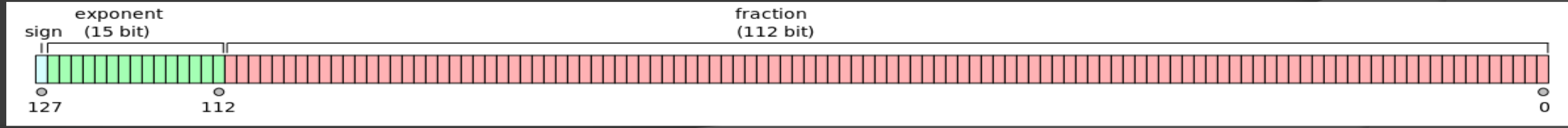
単精度変数



半精度変数：特にモバイルプロセッサで利用される
機械学習で最も効率が良い



四倍精度変数：ソフトウェア実行が必要



高精度演算専用プロセッサの開発

◎ 拡張された精度に最適な演算プロセッサを設計



$$I = 2 \int_0^1 d\xi_1 d\xi_2 d\xi_3 d\xi_4 d\xi_5 d\xi_6 (\xi_1^2 \xi_1'^3 \xi_2' \xi_4 \xi_4') \frac{C}{D^3}$$

$$C = \xi_1' (\xi_1 + \xi_1' \xi_4 \xi_4')$$

$$D = \xi_1' ((\xi_1 + \xi_1' \xi_4 \xi_4') - (\xi_1 (\xi_1 \xi_2' \xi_2' \xi_3 \xi_3' + \xi_1' \xi_4 \xi_4' (\xi_2' (\xi_3 \xi_5' \xi_6 + \xi_3' \xi_5 \xi_6') - \xi_2 \xi_5 \xi_6))) + \xi_1 \xi_2 (\xi_1' \xi_4 \xi_4' (-\xi_5 \xi_6 + \xi_5' \xi_6') + (\xi_1 \xi_2' \xi_3 + \xi_1' \xi_4 \xi_4' \xi_5) + (\xi_1 \xi_2' \xi_3' + \xi_1' \xi_4 \xi_4' \xi_6))) + \xi_1' \xi_4 (\xi_1 \xi_5 (\xi_2 + \xi_2' \xi_3') (\xi_4 \xi_5' + \xi_4' \xi_6) + \xi_1 \xi_2' \xi_3 \xi_5' (\xi_4 \xi_5 + \xi_4' \xi_6') + \xi_1' \xi_4 \xi_4' \xi_5 \xi_5') + \xi_1' \xi_4' (\xi_1 \xi_6 (\xi_2 + \xi_2' \xi_3') (\xi_4 \xi_5 + \xi_4' \xi_6') + \xi_1 \xi_2' \xi_3 \xi_6' (\xi_4 \xi_5' + \xi_4' \xi_6) + \xi_1' \xi_4 \xi_4' \xi_6 \xi_6'))))$$

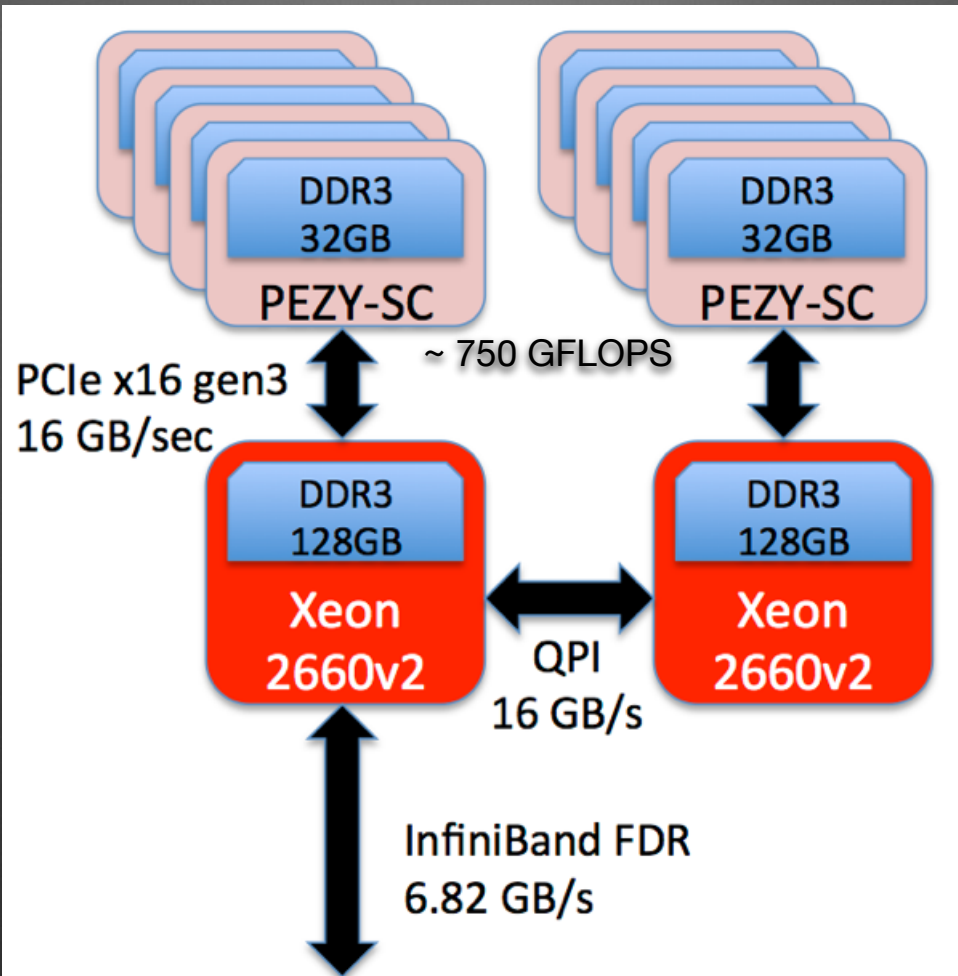
TABLE X
SYNTHESIS AND PERFORMANCE RESULTS OF MULTIPLE PIPELINES FOR STRATIX10

N_{pipeline}	1	2	4	8	16
Logic utilization	108,668 (12%)	152,953 (16%)	242,769 (26%)	426,621 (46%)	781,349 (84%)
ALUTs	126617	181121	290110	515090	959893
Registers	249,256	329,299	490,218	791,057	1,422,200
DSP blocks	295 (5%)	590 (10%)	1,180 (20%)	2,360 (41%)	4,720 (82%)
Memory bits	5,129,244 (2%)	5,767,068 (2%)	6,271,132 (3%)	7,902,876 (3%)	11,176,220 (5%)
RAM blocks	466 (4%)	502 (4%)	577 (5%)	813 (7%)	1,290 (11%)
Fmax (MHz)	204.29	199.96	196.3	178.79	156.39
Performance (Gflops)	5.91	11.46	22.61	41.13	71.14

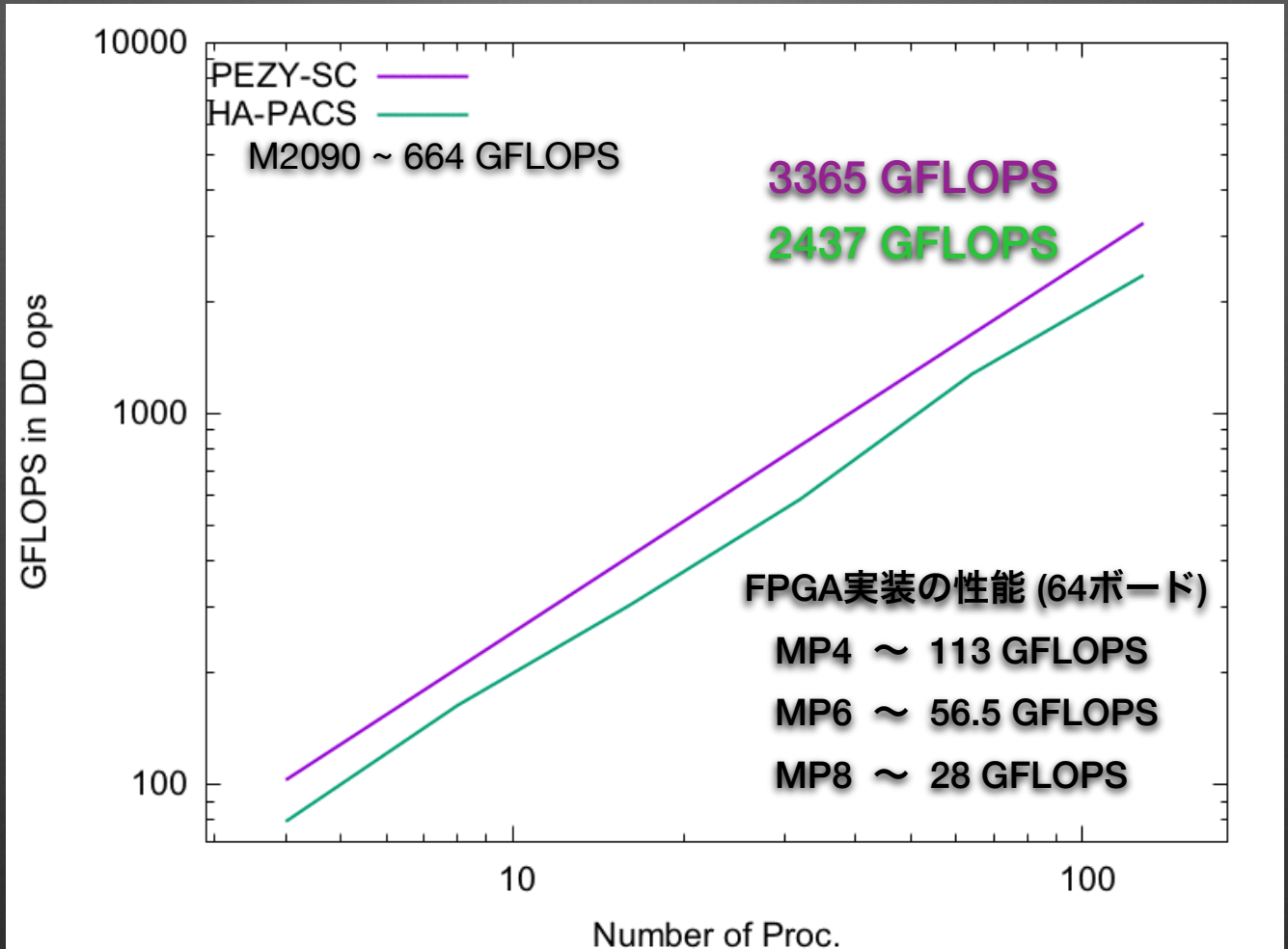
高精度演算の高速化

- 拡張された精度に適な演算プロセッサを設計

Suirenノード構成



FLOPS in DD



まとめ

- ◎ 研究室(241-E) 所属学生:
 - 大学院生 修士課程 1名 博士課程 2名(2018年度)
 - 学部生 3名(2018年度卒業研究 ポスター D-1)
 - 4+x名(2019年度卒業研究予定) + 4名まで
- ◎ 研究テーマの例
 - OpenCLの応用
 - 多倍長精度演算アルゴリズムの高速化
 - 電力効率のよいプロセッサの設計
 - FPGA/ASICによる並列計算プロセッサの実現
 - AIプロセッサとその応用

Web pages

<http://galaxy.u-aizu.ac.jp/note/>