

# 初めてのスパコン

大阪大学サイバーメディアセンター 招へい教授

木戸 善之

2023/06/05

# 目次

1. スパコンの概要
2. CMCのスパコン

# 計算機ってなんだ？

- 計算機

- 計算に用いる機械(デジタル大辞泉)
- 計算のための機械、器具のこと。コンピュータや電卓を指すことが多い(Wikipedia)
- 人が不得意な、正確な演算やルーチンワークを肩代わりするための道具



# 計算機にも様々な種類が

- パーソナルコンピュータ
  - 主に個人で使用するために作られたコンピューター。パソコン、PC
- 汎用機(メインフレーム)
  - 企業の基幹業務に利用される大規模なコンピューター
- スーパーコンピュータ
  - 高度な数値計算(量子物理、流体解析、ケモ・バイオインフォマティクス、天文地学...etc)のためのコンピューター
- 数値だけでなく画像、文書など様々な**入力**に対し処理を行い**出力**する装置



# 計算機の速さって？

- **FLOPS (Floating-point Operations Per Second)**

- 一秒間に浮動小数点演算を何回できるか？
- Frontair: 1Exa FLOPS over ( $1 \times 10^{18}$ 回)
- 富岳: 400Peta FLOPS over ( $4 \times 10^{17}$ 回)

Y: ヨタ

Z: ゼタ

E: エクサ   P: ペタ   T: テラ   G: ギガ   M: メガ   k: キロ

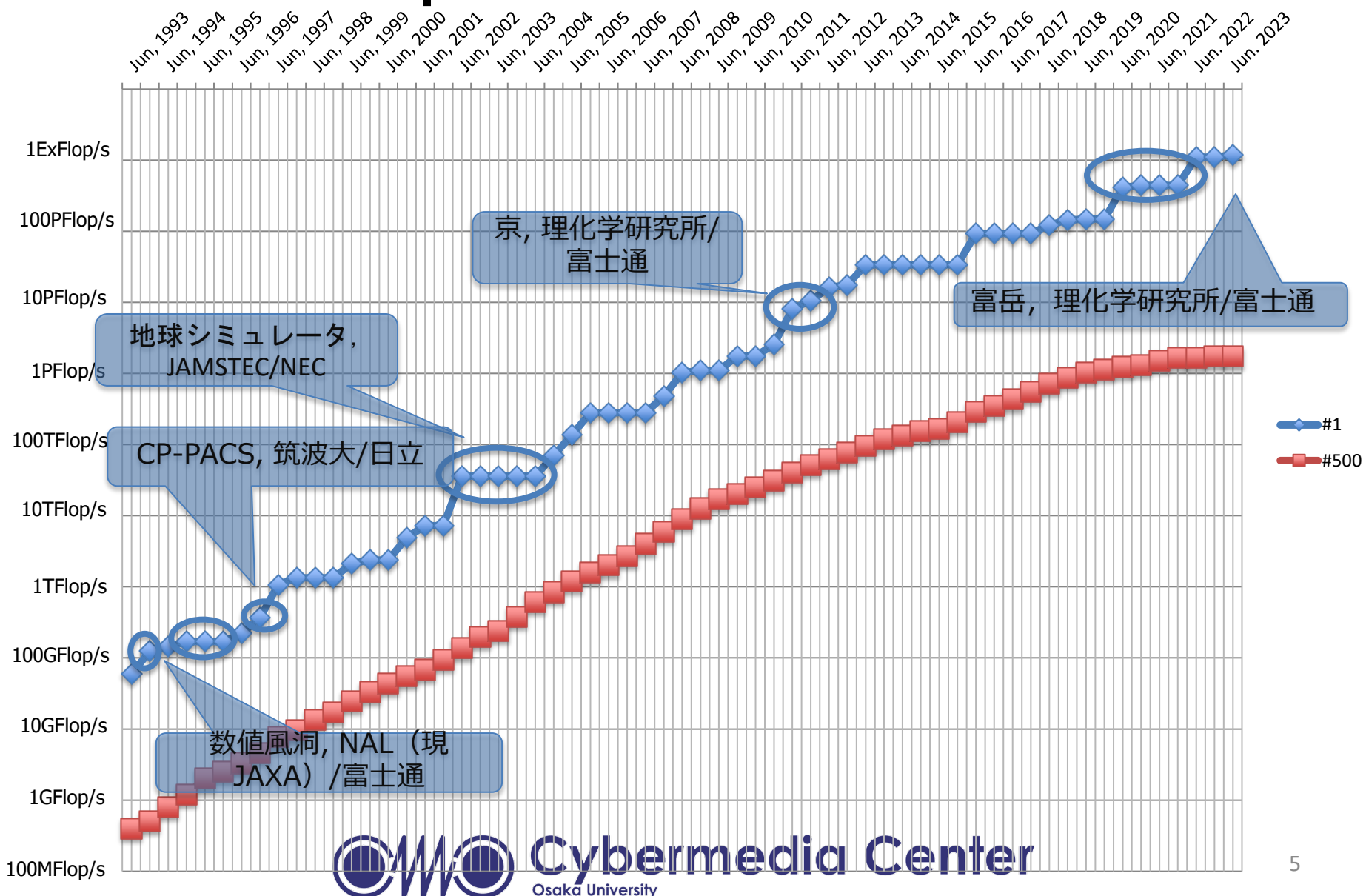
1,000,000,000,000,000,000

世界初のスパコン  
CDC 6600

3,000,000



# Top500 Jun. 2023

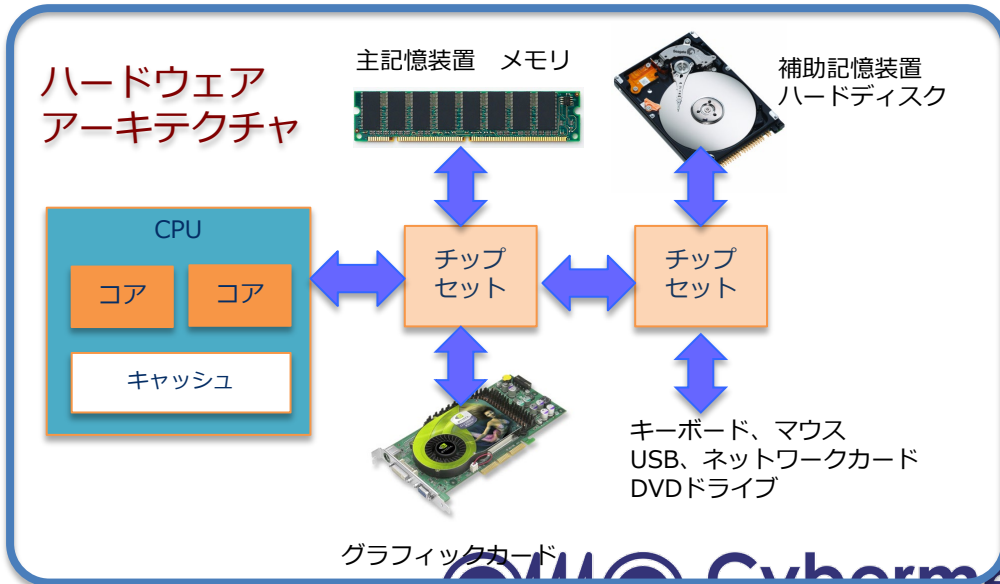
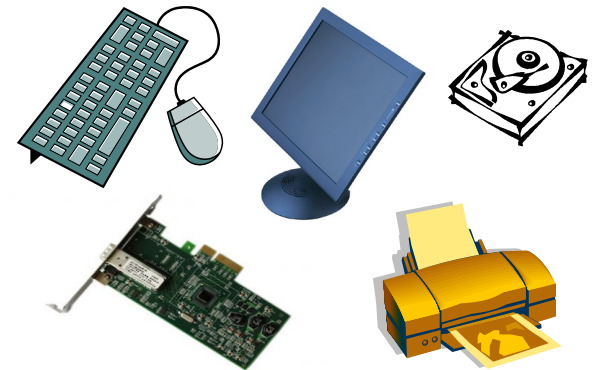
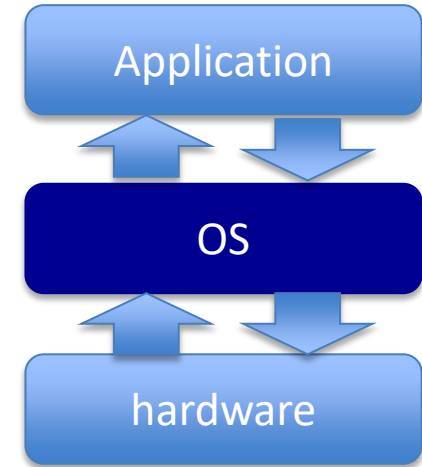


# 日本のスパコン

名称・愛称	設置者	メーカー	実行性能	Top 500ランク
富岳	理研	Fujitsu	442.0 PFLOPS	2
AI Bridging Cloud Infrastructure (ABCI) 2.0	産総研	Fujitsu	22.2 PFLOPS	22
Wisteria/BDEC-01 (Odyssey)	東大	Fujitsu	22.1 PFLOPS	23
TOKI-SORA	JAXA	Fujitsu	16.5 PFLOPS	39
Earth Simulator -SX-Aurora TSUBASA	JAMSTEC	NEC	9.9 PFLOPS	56
TSUBAME3.0	東工大	HPE	8.1 PFLOPS	71
Plasma Simulatar	NIFS	NEC	7.8 PFLOPS	75
不老	名古屋	Fujitsu	6.6 PFLOPS	87
-	気象庁	HPE	6.1 PFLOPS	94
<b>SQUID</b>	<b>阪大</b>	<b>NEC</b>	<b>6.1 PFLOPS</b>	<b>95</b>

# 計算機のアーキテクチャ

- 中央処理演算装置: CPU (プロセッサ)
  - 計算を行う頭脳
  - 命令により演算を行う
  - ベクタ部 (SIMD) とスカラ部を持つ
- 主記憶装置: メモリ
  - 揮発性が高く電源を落とすと内容は破棄
- 補助記憶装置: ハードディスク
  - 不揮発性で電源を落としても内容を保持
- グラフィックカード
  - 出力装置につなぐデバイス
- アクセラレータ
  - GPGPU
  - ベクトルプロセッサ
- 入力装置: キーボード、マウス



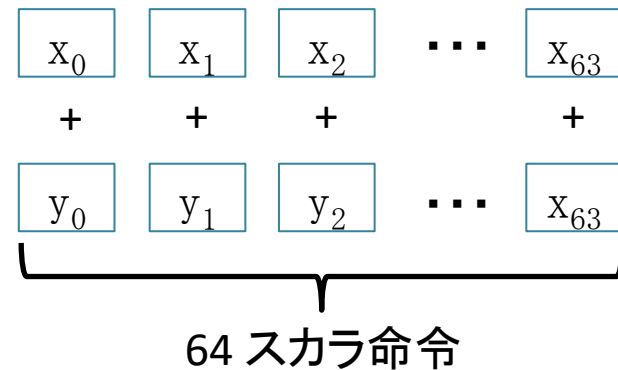


# ベクトル計算とスカラ計算

## スカラ

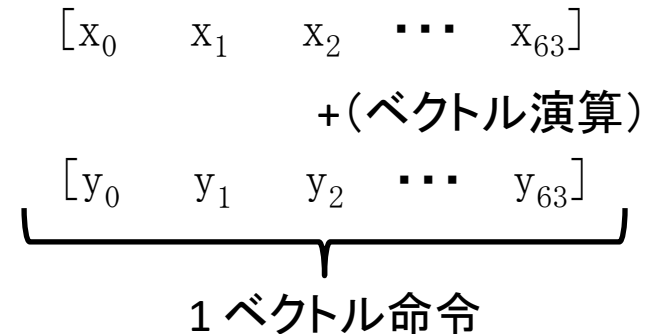
- 計算機の命令を1つずつ実行
- 逐次的に命令を実行
- 高速化: パイプライン処理, スーパースカラ
- 代表システム: 京、Tsubame、etc.
- 得意な計算: 遺伝子相同性検索

## 行列和の計算



## ベクトル

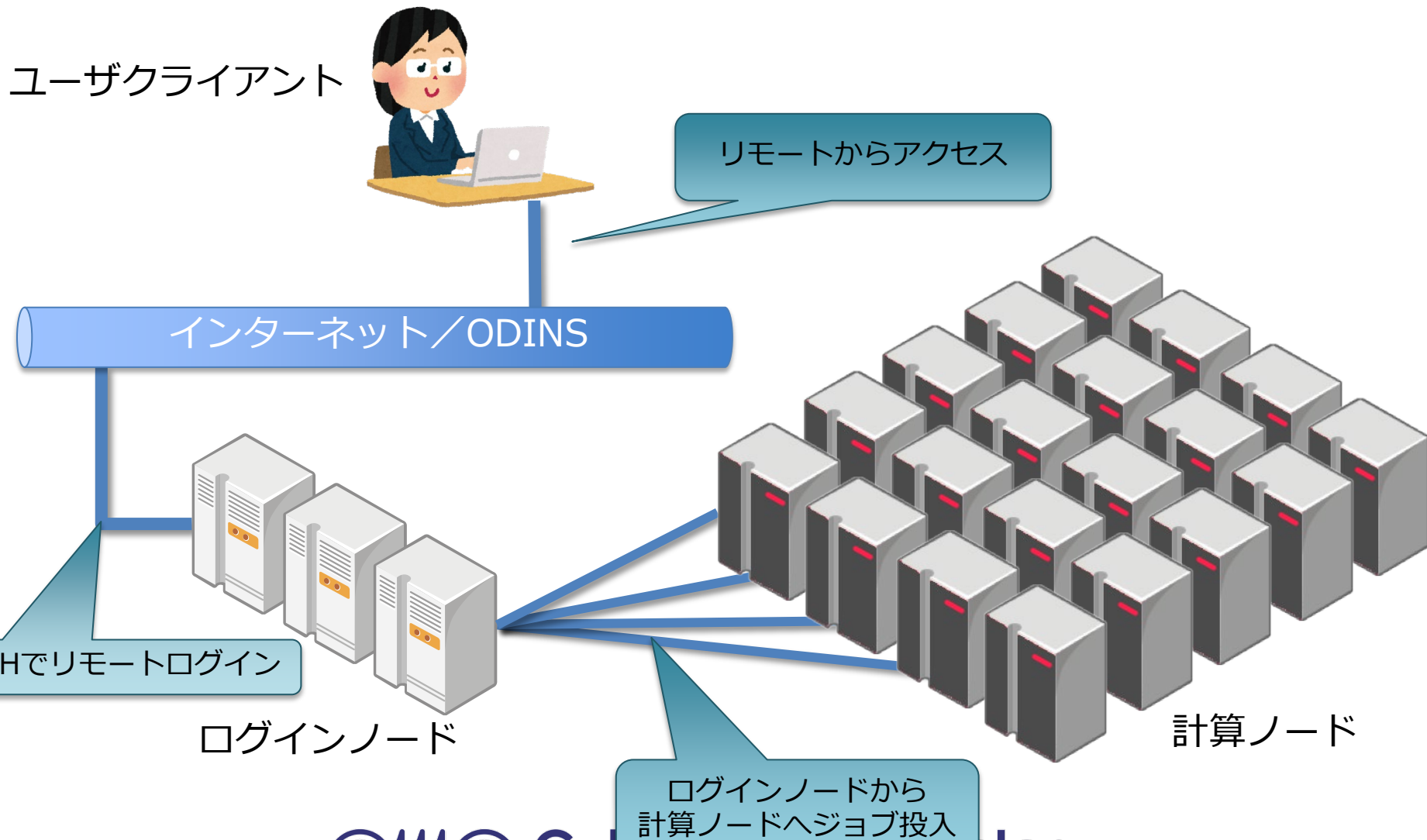
- 複数の命令を一つにまとめて実行
- 同じ命令(演算)に対し異なるデータ(項)で実行する場合、1つにまとめて実行することができる
- 代表システム: 阪大SX-ACE、地球シミュレータ
- 得意な計算: 気候シミュレーション、流体解析



# CPU, GPGPUとベクトルプロセッサ

- CPU (Intel AVX-512, SIMD)
  - ベクトル長 : 512 bit
- GPGPU (NVIDIA A100)
  - ベクトル長 : FP32 (32bit) × 256並列 = 8192 bit
- ベクトルプロセッサ
  - ベクトル長 : 256 × 64 = 16384 bit

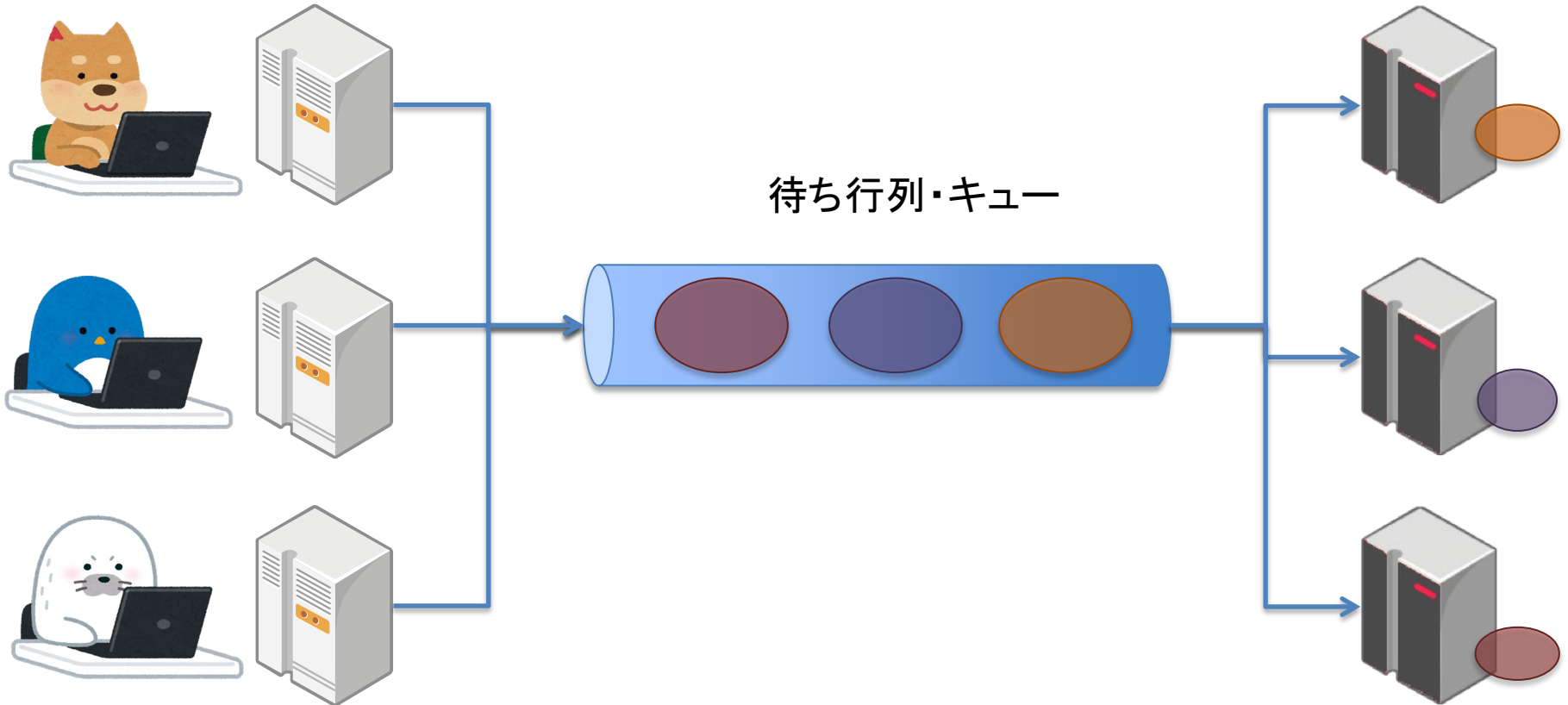
# コンピュータ・クラスタ



# ジョブ投入 バッチキューシステム

フロントエンドノード

計算ノード



# qsubでジョブ投入

```
#!/bin/bash
#PBS -q SQUID
#PBS --group=G01234
#PBS -l elapstim_req=1:00:00,memsz_job=60GB
#PBS -l cpunum_job=76
module load BaseCPU/2021
cd $PBS_O_WORKDIR
./a.out
```

計算機環境の指定

ジョブキューに登録

```
$ qsub a_batch.sh
Request 88156.cmc submitted to queue: SQUID.
$
```

# CMC大規模計算機システムサービス

CPU  
GPGPU

汎用計算機システム  
“OCTOPUS”

CPU  
ベクトルプロセッサ  
GPGPU

高性能計算・データ分  
析基盤システム  
“SQUID”



## OCTOPUS

Osaka university Cybermedia cenTer  
Over-Petascale Universal Supercomputer



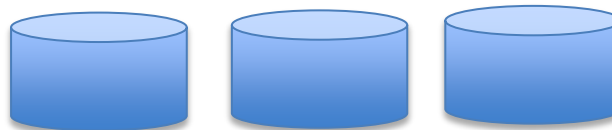
## ONION

## SQUID

Supercomputer for **Q**uest to **U**nsolved  
Interdisciplinary **D**atascience

データ集約基盤  
“ONION”

オブジェクトストレージ





# 高性能計算・データ分析基盤システム “SQUID”



Supercomputer for **Q**uest to **U**nsolved  
Interdisciplinary **D**atascience

総演算性能	16.591 PFLOPS	
ノード構成	汎用CPUノード群 1520 ノード (8.8 PFLOPS)	CPU : Intel Xeon (Icelake) 2.40 GHz 38コア × 2基 MEM : 256 GB
	GPUノード群 42 ノード (6.7 PFLOPS)	CPU : Intel Xeon (Icelake) 2.40 GHz 38コア × 2基 MEM : 512 GB GPU : NVIDIA A100 × 8基
	ベクトルノード群 36ノード (0.9 PFLOPS)	CPU : AMD EPYC 7402P 2.8 GHz 24コア × 1基 ベクトルプロセッサ : NEC SX-Aurora TSUBASA Type 20A × 8基
ストレージ	DDN EXAScaler (Lustre)	HDD : 20.0 PB NVMe : 1.2 PB
ノード間接続	Mellanox InfiniBand HDR (200 Gbps)	

# 汎用計算機システム “OCTOPUS”

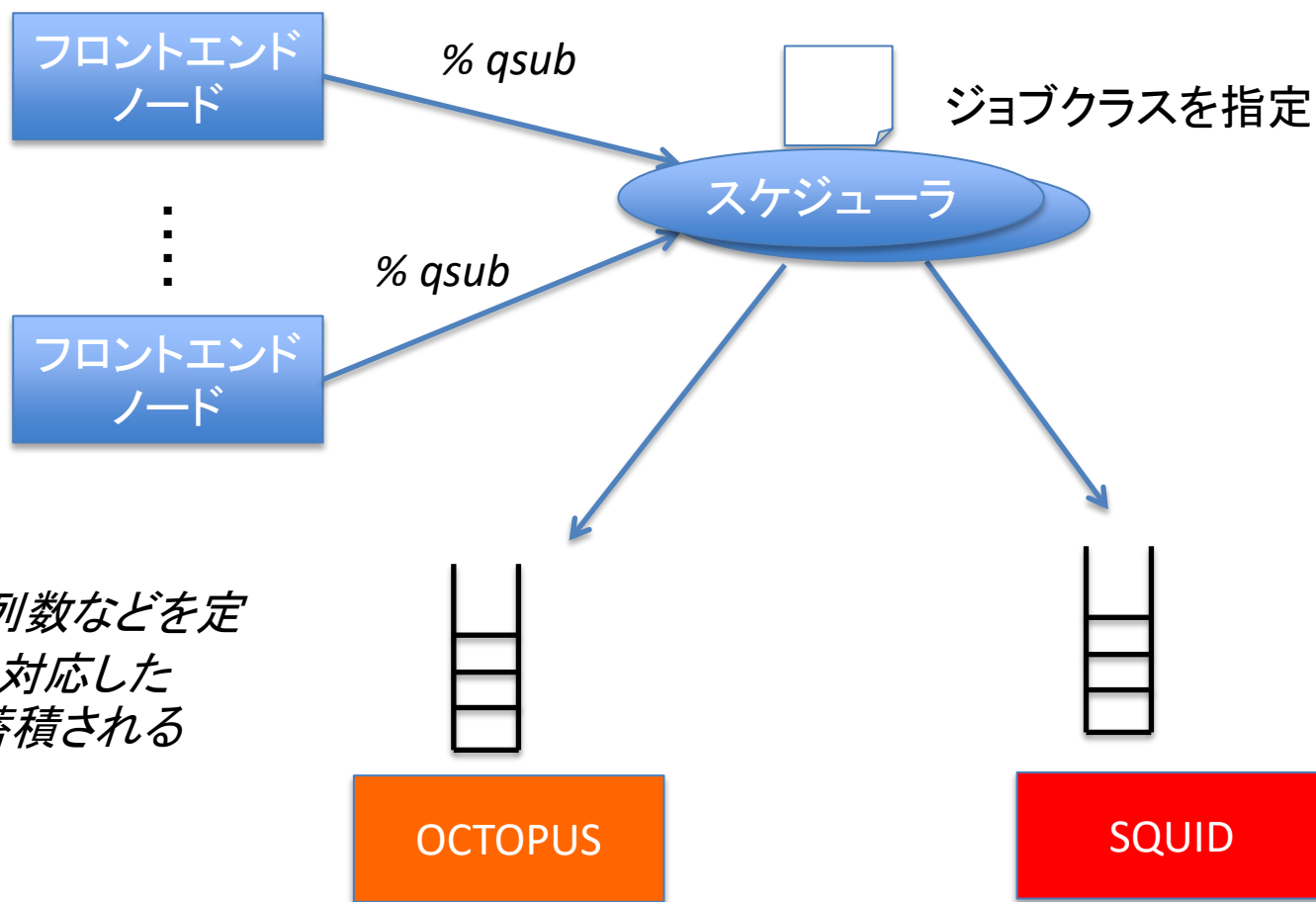


## OCTOPUS

Osaka university Cybermedia center  
Over-Petascale Universal Supercomputer

総演算性能	1.463 PFLOPS	
ノード構成	汎用CPUノード群 236 ノード(0.4 PFLOPS)	CPU : Intel Xeon (Skylake) 2.60 GHz 12コア × 2基 MEM : 192 GB
	GPUノード群 37 ノード(0.8 PFLOPS)	CPU : Intel Xeon (Skylake) 2.60 GHz 12コア × 2基 MEM : 192 GB GPU : NVIDIA P100 × 4基
	Xeon Phiノード群 44ノード(0.9 PFLOPS)	CPU : Intel Xeon Phi (Knights Landing) 1.3 GHz 64コア × 1基 MEM : 192 GB
	大容量MEMノード群 2ノード(16.38 TFLOPS)	CPU : Intel Xeon (Skylake) 2.0 GHz 16コア × 8基 MEM : 6 TB
ストレージ	DDN EXAScaler (Lustre)	HDD : 3.1 PB
ノード間接続	Mellanox InfiniBand EDR (100 Gbps)	

# CMC大規模計算機システムの利用方法



実行時間、CPU並列数などを定  
めたジョブクラスに対応した  
キューにジョブが蓄積される

# 講習会・セミナーの予定

- 6/5 初めてのスパコン <- イマココ
- 6/8 OpenMP入門
- 6/14 スーパーコンピュータ バッチシステム入門/応用
- 6/16 ONION活用講習会
- 6/20 SX-Aurora TSUBASA 高速化技法の基礎
- 6/22 汎用CPUノード 高速化技法の基礎 (Intelコンパイラ)
- 6/23 並列プログラミング入門 (OpenMP/MPI)
- 6/27 GPUプログラミング入門 (OpenACC)
- [http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lecture\\_event/lecture/](http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lecture_event/lecture/)