

# サイバーメディアセンターの紹介、 OCTOPUS導入背景・概要について

大阪大学サイバーメディアセンター  
応用情報システム研究部門 伊達 進

# サイバーメディアセンターの紹介

# 大阪大学サイバーメディアセンターのミッション



吹田CMC 本館

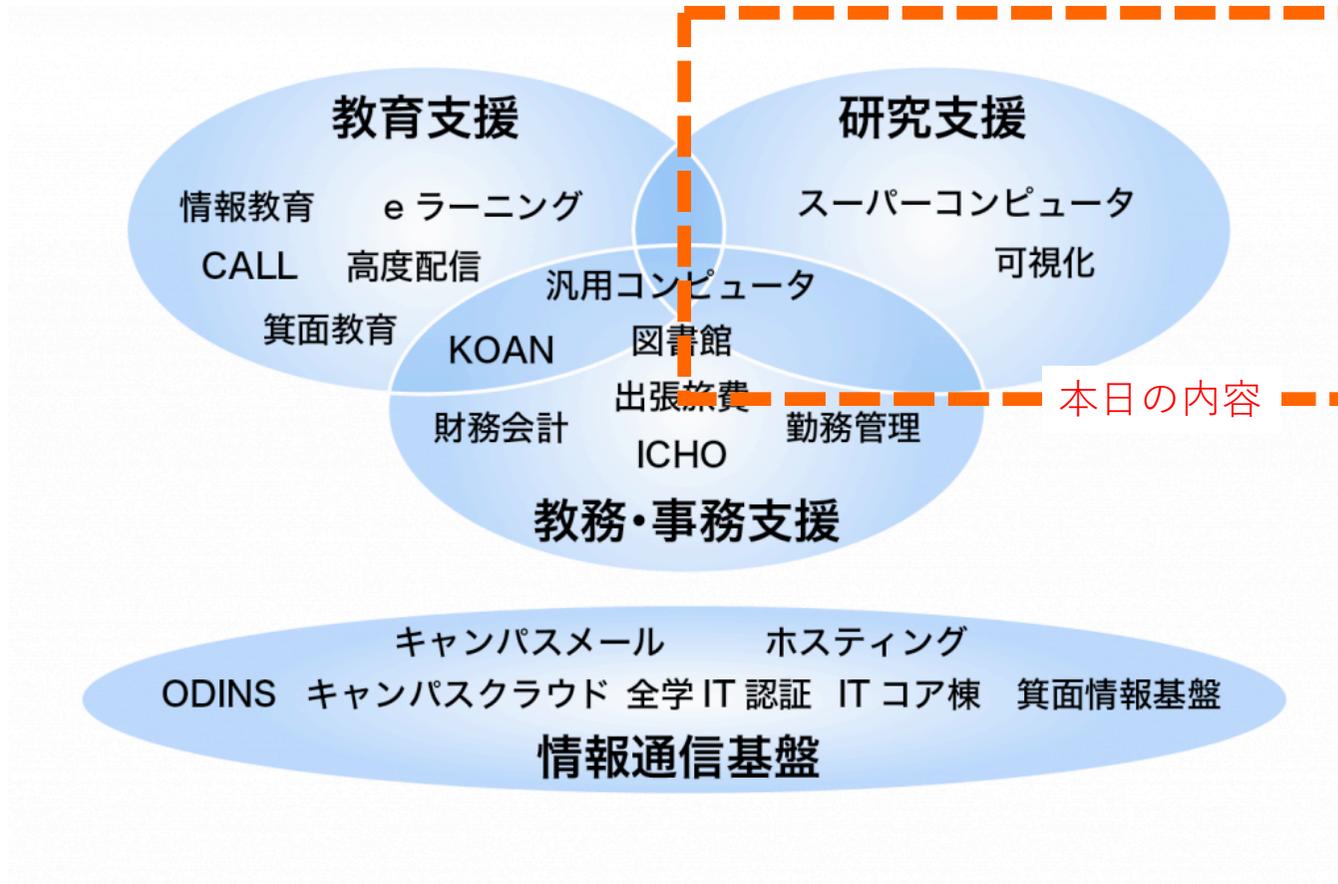
- 大阪大学の研究・教育を支える情報基盤の整備・運用を担うとともに、大規模計算、情報通信、および、ICT技術を活用した教育に関する最先端の研究開発を推進。



ITコア棟

- 学内だけでなく学外の教育・研究組織や産業界と密接に連携したセンターとして機能することが求められた全国共同利用施設でもあり、その一環として、全国の大学の研究者が学術研究・教育に伴う計算及び情報処理を行うことができるよう、種々の高性能な大規模計算機システムを提供。

# 大規模計算機システムの位置づけ



# CMCの大規模計算環境

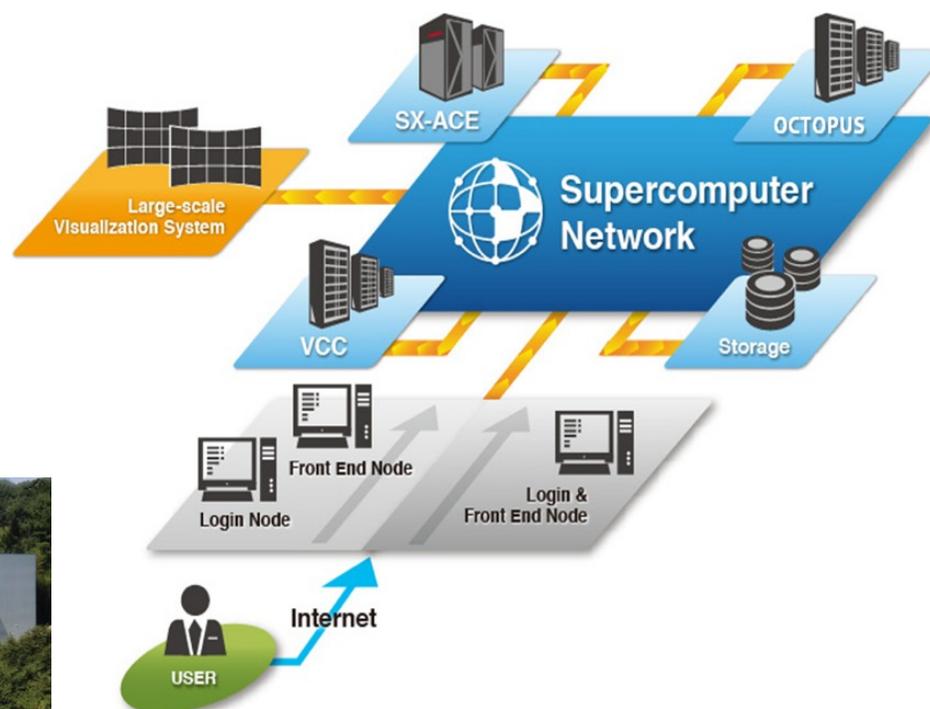
- 大阪大学のスーパーコンピューティングセンター
  - <http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/>
- 全国の大学の研究者が学術研究・教育に伴う計算及び情報処理を行う全国共同利用施設



CMC吹田本館



ITコア棟



- **ベクトル型スーパーコンピュータ**
  - SX-ACE
- **スカラ型スーパーコンピュータ**
  - Osaka university Cybermedia cenTer Center Over-Petascale Universal Supercomputer (OCTOPUS)
  - 大規模可視化対応PCクラスター (VCC)
- **大規模可視化システム**
  - 24面大型立体表示システム
  - 15面シリンドリカル立体表示システム

## システム紹介

Cybermedia Center, Osaka University > システム紹介

サイバーメディアセンターは、学術研究・教育に伴う計算及び情報処理を行う全国共通利用施設として、大規模計算機システムによる高性能計算環境を学内外の学術研究者や産業界の研究者に提供しています。また、本センターの計算機群は、革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)として連携し、計算機資源としても提供されています。

本センターの大規模計算機システムは、(1)ベクトル型スーパーコンピュータ、(2)スカラ型スーパーコンピュータから構成されます。

以下、それぞれの大規模計算機システムについて紹介します。

### ベクトル型スーパーコンピュータ



#### SX-ACE

本システムは、総計1,536ノード構成(3クラス)となる"クラスタ化"されたベクトル型スーパーコンピュータです。...[read more]

### スカラ型スーパーコンピュータ



#### OCTOPUS

本システムは、汎用CPUノード群、GPUノード群、Xeon Phiノード群、大容量主記憶搭載ノード群、大容量ストレージから構成され、総理論演算性能1.463 PFLOPSを有するスーパーコンピュータです。...[read more]



#### 大規模可視化対応PCクラスタ (VCC)

本システムは、総計69ノードが相互接続されたクラスタシステムです。...[read more]

### 大規模可視化システム



#### 15面シリンダリカル立体表示システム

WXGA (1366×768) 46インチLCD 15面、および、15面モニターでの可視化処理を制御する画像処理用PCクラスタ(Image-Processing PC Cluster)から構成される可視化システムです。...[read more]



#### 24面大型立体表示システム

Full HD (1920×1080) 50インチステレオプロジェクションモジュール 24面、および、24面モニターでの可視化処理を制御する画像処理用PCクラスタ(Image-Processing PC Cluster)から構成される可視化システムです。...[read more]

### 提供終了した計算機



#### SX-8R

提供期間：2006年-2014年  
後継機：SX-ACE ...[read more]



#### PCクラスタ (PCC)

提供期間：2006年-2014年  
後継機：VCC, HCC ...[read more]



#### SX-9

提供期間：2008年-2014年  
後継機：SX-ACE ...[read more]



#### 汎用コンクラスタ(HCC)

提供期間：2012年-2017年  
後継機：OCTOPUS ...[read more]

[http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/category/system\\_intro/](http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/category/system_intro/)

# SX-ACE



Type: Vector

OS: Super-UX

# of nodes: 1536 (3クラスタ)

# of cores: 6144

Total memory: 96TB

Peak performance: 423 TFlops

- コアのマルチコア型ベクトルCPU、64GBの主記憶容量を搭載したノード 1536台から構成される”クラスタ化”されたベクトル型スーパーコンピュータ

# VCC(大規模可視化対応PCクラスター)



Type: Scalar

OS: Linux

# of nodes: 66+3

# of cores: 1320 + 84

Total memory: 4.224 + 0.192 TB

Peak performance: 26.4 + 4.5 TFlops

Accelerator: NIVIDA Tesla K20 x 59

- Intel Xeon E5-2670v2プロセッサ2基、64GBの主記憶容量を搭載した計算ノード 66台 もともとは48  
+  
新規追加 3ノード(Xeon E5-2690v4, 64GB)  
から構成されるクラスターシステム
- システム仮想化技術ExpEtherを応用した 再構成可能クラスターシステム

# 24面大型立体表示システム



大阪大学サイバーメディアセンター  
吹田本館 CyberCommons

- Full HD (1920x1080) 50インチステレオプロジェクションモジュール x 24面  
(6.5 x 2.4m (約10畳))
- OptiTrack Flex 13モーションキャプチャリングシステム
- 画像処理用PCクラスター(IPC-C)

	IPC-C
プロセッサ(コア)数	14(84)個
主記憶容量	448 GB
ディスク容量	14TB (RAID 1)
GPU: Nvidia Quadro K5000	7個
演算性能	1.68 TFlops

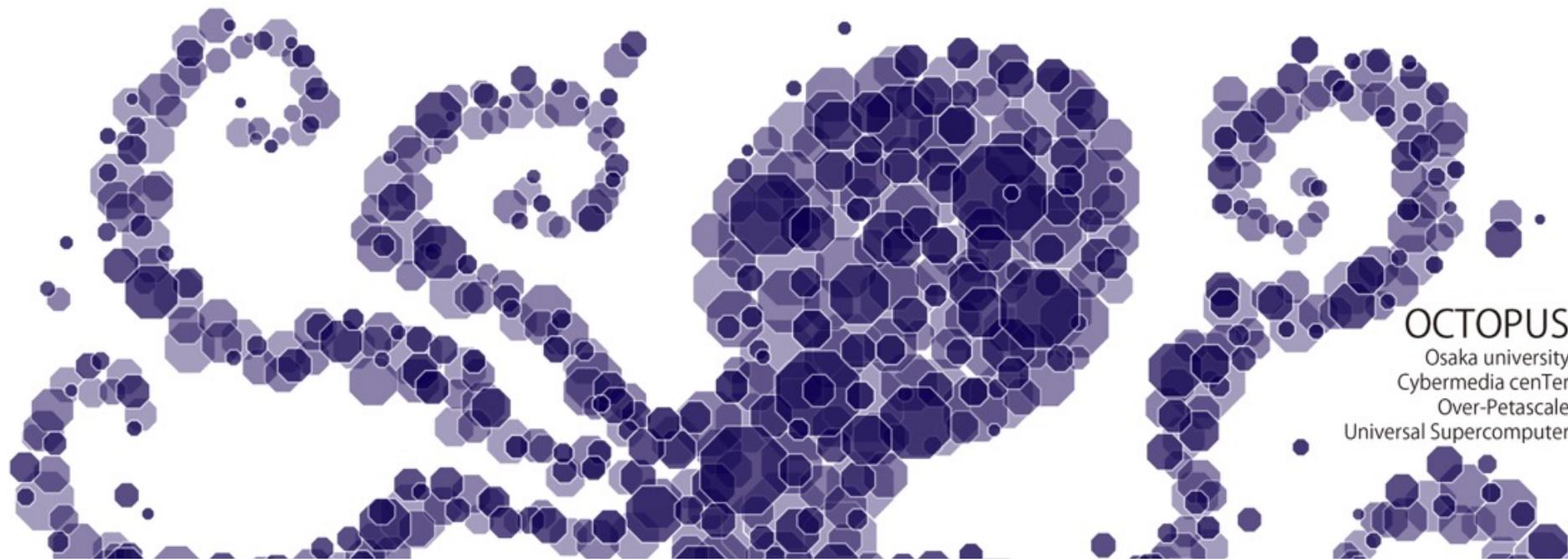
# 15面シリンドリカル立体表示システム



- WXGA(1366x768) 46インチLCD x 15面  
(5.1 x 1.7m (約5畳) )
- OptiTrack Flex 13モーションキャプチャリングシステム
- 画像処理用PCクラスター(IPC-U)

	IPC-U
プロセッサ(コア)数	12(72)個
主記憶容量	384 GB
ディスク容量	12TB (RAID 1)
GPU: Nvidia Quadro K5000	6個
演算性能	1.44 TFlops

大阪大学サイバーメディアセンターうめきた拠点  
(グランフロント大阪 タワーC 9階)



OCTOPUS  
Osaka university  
Cybermedia cenTer  
Over-Petascale  
Universal Supercomputer

## OCTOPUS導入の背景・概要について

1

全国の研究者が  
利用可能

2

多様な計算  
ニーズへの対応

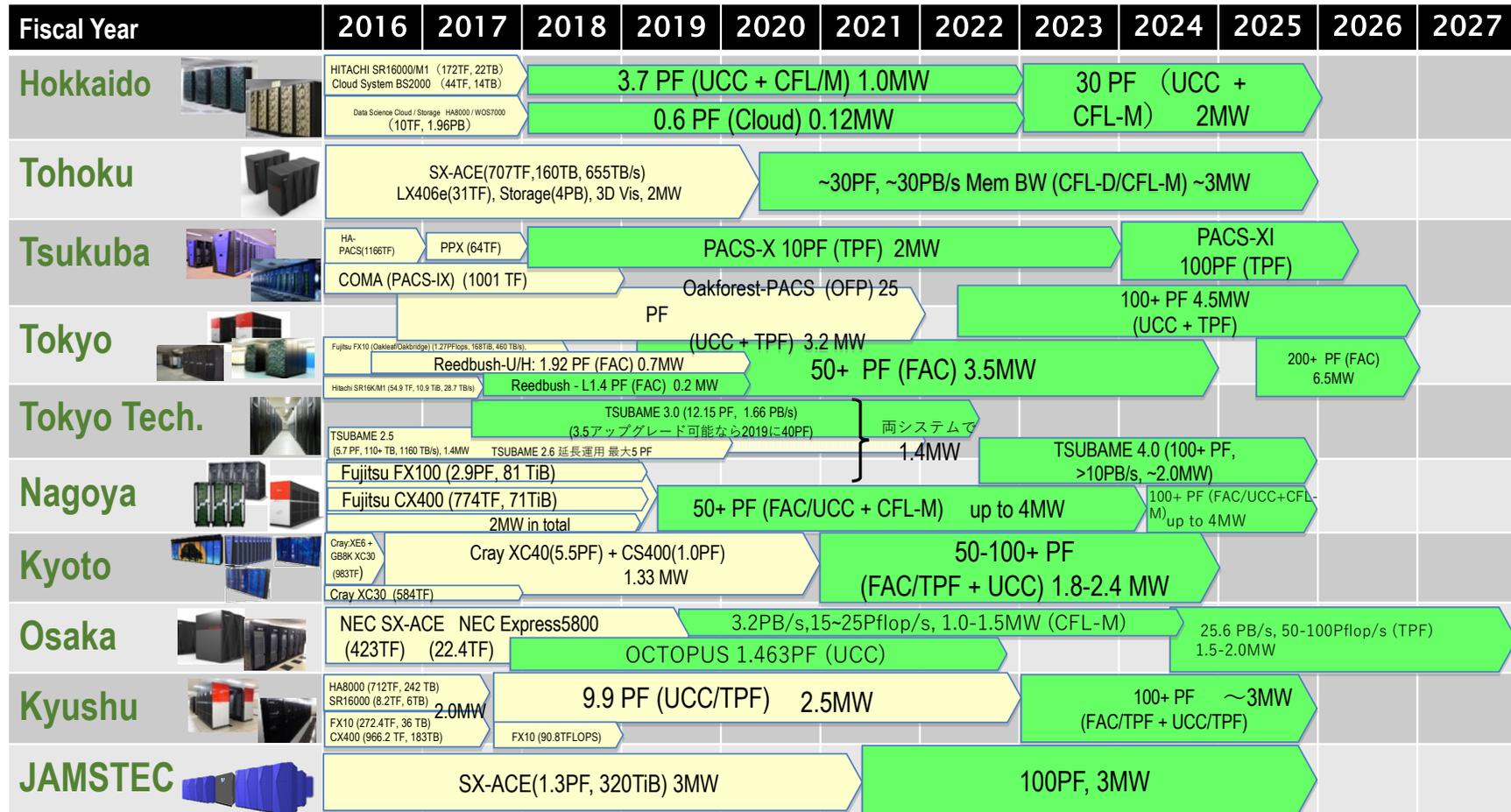
3

ペタフロップス級  
大規模計算能力

4

安定した  
動作環境の提供

# HPCI第2階層システム 運用&整備計画 (2017年11月時点)



電力は最大供給量 (空調システム含む)

# 大阪大学サイバーメディアセンター

## システム整備に関する基本方針・戦略

- 高メモリバンド幅を要する計算を主ターゲットとし、更新毎にメモリ帯域を8-10倍に向上
- ベクトル、スカラーをアプリケーションごとに最適化するクラスタ型アーキテクチャの推進
- データ収集から解析結果の大規模可視化までのフロー全体を効率化

Fiscal Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
現有	NEC SX-ACE (CFL-M) (メモリ帯域 393.2TB/s, 演算性能393.2TFlops, 消費電力 0.74MW) + 大規模可視化対応PCクラスタ (UCC) (演算性能 84.8TFlops)											
次期	CFL-M (メモリ帯域 3.2PB/s, 演算性能15-25Pflops, 消費電力 1.0-1.5MW)											
	OCTOPUS(UCC) (演算性能 1.463PFlops)											
次々期	TPF (メモリ帯域 25.6 PB/s, 演算性能50-100Pflop, 消費電力 1.5-2.0MW) + UCC											

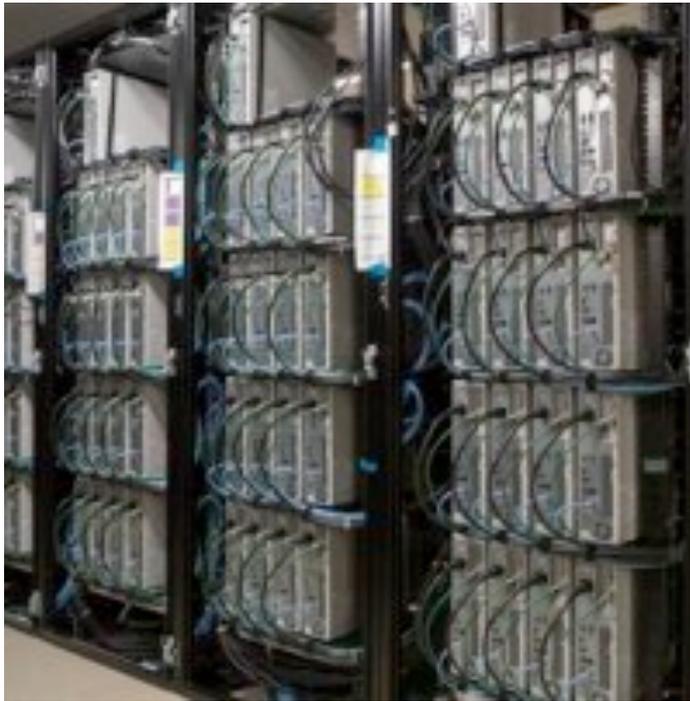
## 産業利用・共同研究の拡大

- 社会貢献、地域貢献の視点から、産業利用支援および共同研究を積極展開
- 新しい計算ニーズの探求

## 人材育成

- 大規模計算および可視化を駆使してe-Scienceの諸問題に対応できる人材の育成
- ベクトル・スカラ融合に基づく新しいアーキテクチャを先導できる人材の育成

## HCC(汎用コンクラスタ)



Type: Scalar (VM)

OS: Linux

# of nodes: 575

# of cores: 1150

Total memory: 2.6TB

Peak performance: 16.6 TFlops

# 「全国共同利用大規模並列計算システム」 調達指針

- スカラ計算要求を充足可能な大規模システムへ
  - ノード数 > コア数, GPU
  - ピーク性能は **1Peta Flops** を目指したい
    - サイバーメディアセンターの計算処理能力はまだ0.5 PFlopsもない。
- スカラ型に対するユーザの回復&次のスパコンへの要望を見直す
  - 多様なユーザ要求を収容可能なハイブリッドシステムへ
  - 大容量メモリマシンによる潜在ユーザの確立
    - SX-9の大容量メモリマシンに取り残された人たちを助きたい
    - バイオ系でとにかくメモリを
- HPCシステムとして調達
  - もともと持ち寄った予算をベースに教育、図書、HPCとして分離
- 性能が安定して供給できるシステムへ
  - CPU, GPUの発熱量が高い。
  - 直接水冷を基本に!
  - 本センターITコア棟の水冷設備を有効利用すべき

# 「全国共同利用大規模並列計算システム」 調達指針



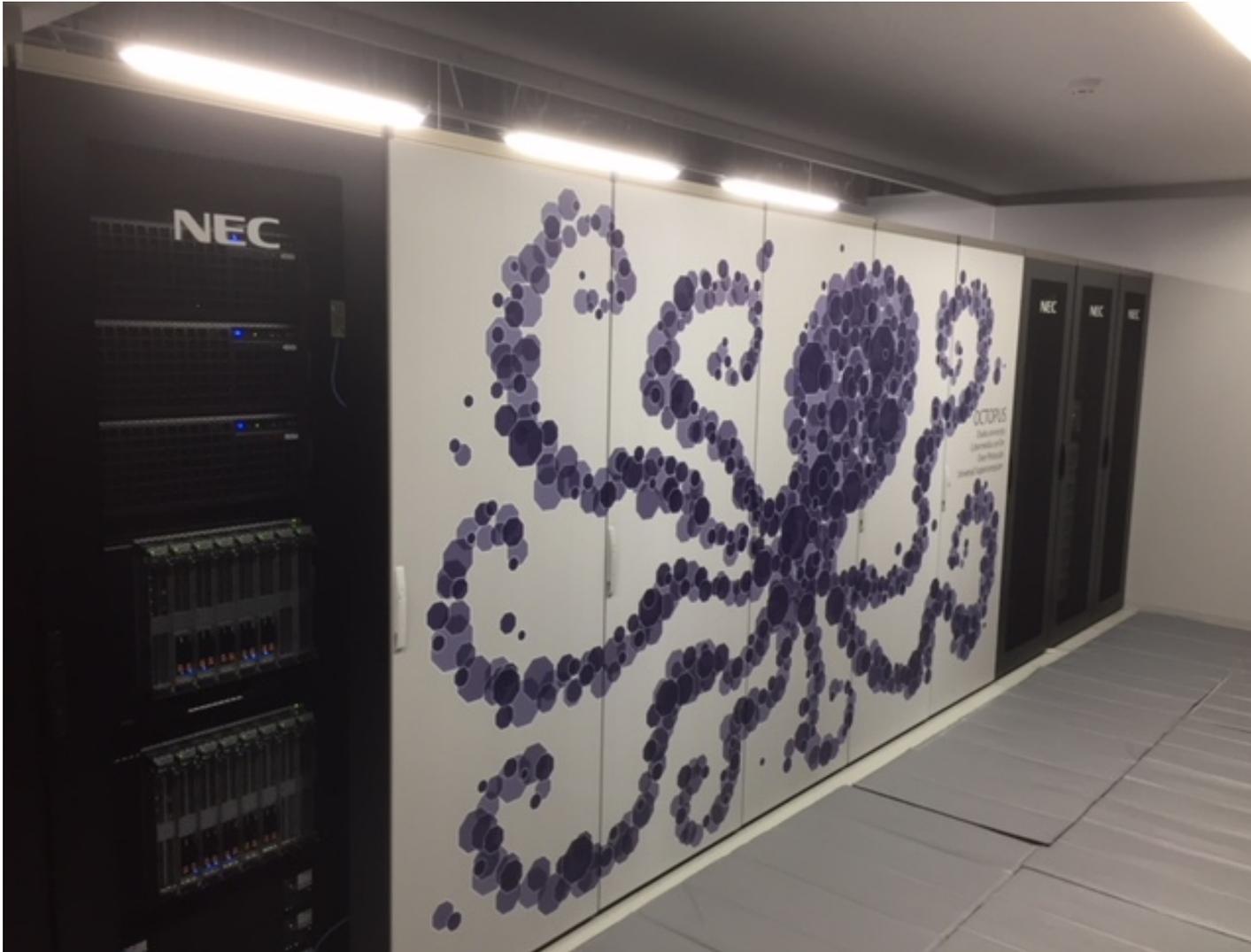
- スカラ計算要求を充足可能な大規模システムへ

- ノード数 > コア数, GPU

**OCTOPUS: Osaka university  
Cybermedia cenTer's Over-Peta  
scale Universal Supercomputer**

- CPU, GPUの発熱量が高い。
- 直接水冷を基本に!
- 本センターITコア棟の水冷設備を有効利用すべき

# OCTOPUS概要



# OCTOPUS 概要

## CPU nodes



NEC LX 2U Twin2 Server 406 Rh-2 (59: 236nodes)

## Many-core nodes



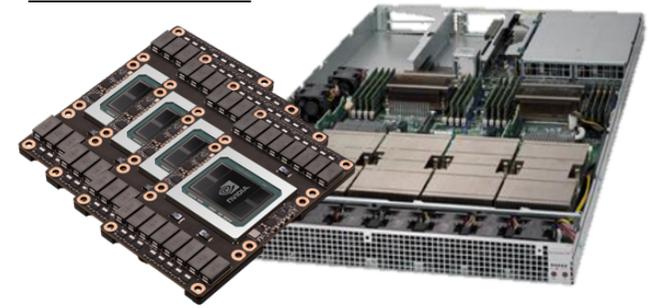
NEC Express5800/HR110c-M (11: 44nodes)

## Storage



DDN EXAScaler (3.1PB)

## GPU nodes



NEC LX 1U 4GPU Server 102Rh-1G (37: 37 nodes)

## Large-scale shared memory nodes



NEC LX 116Rg-7 (2: 2nodes)



NEC LX 4U-GPU server 108Th-4G (4 node)

Mellanox CS7500  
648 port EDR InfiniBand Director  
Switch

**1.46 PFlops**

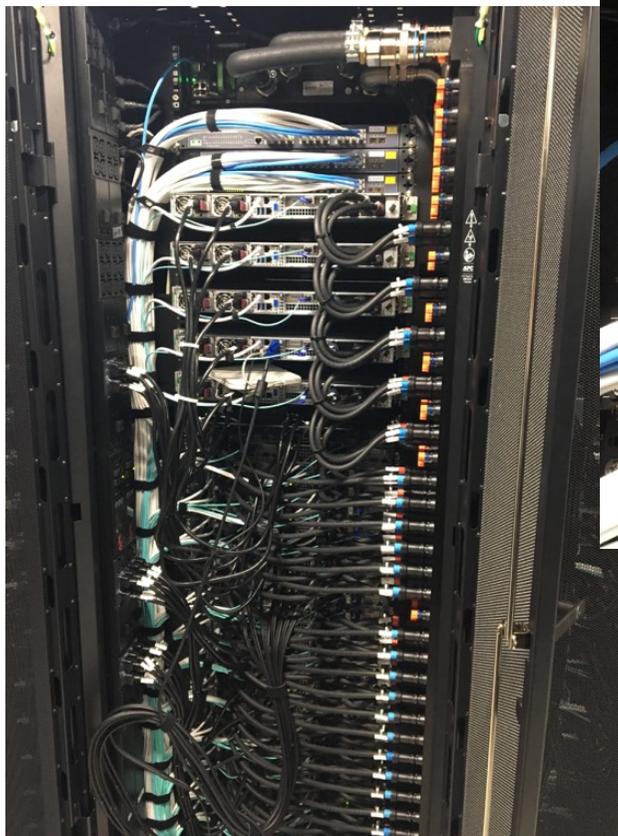


# OCTOPUS 水冷ラック一例

GPU(P100) : 1Uに1ノード

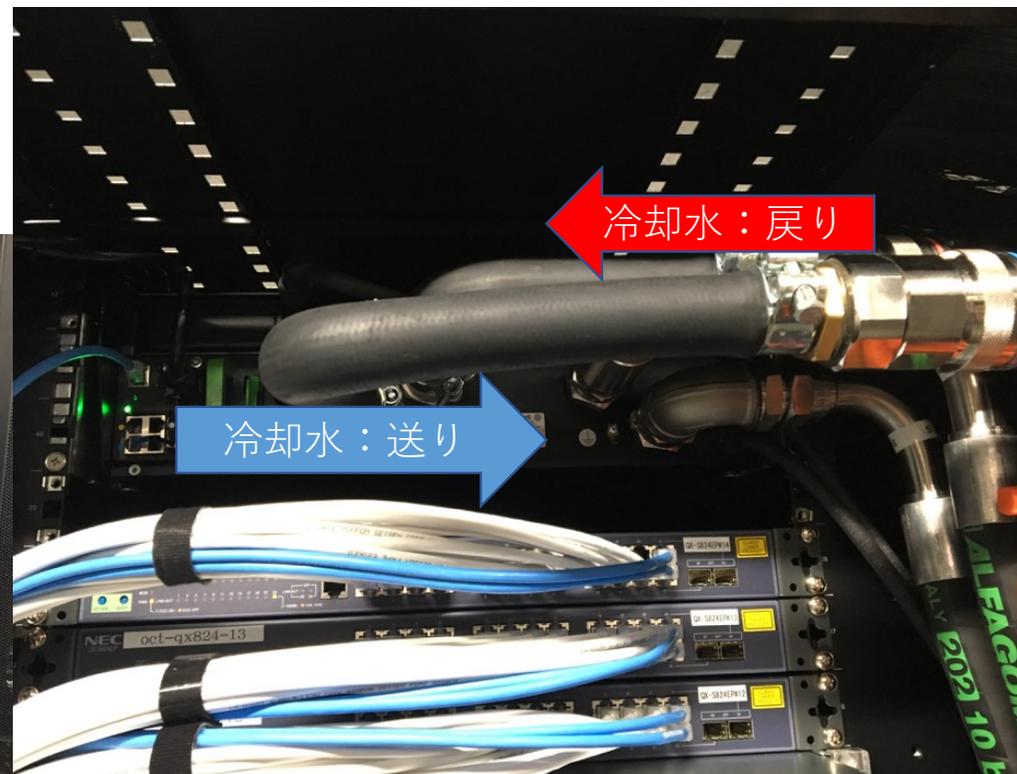


水冷ラック表面



水冷ラック背面

メニーコア(KNL) : 1Uに4ノード搭載



Asetek RackCDUDirect-to-Chip™ (D2C)

# OCTOPUS 水冷ラック一例

GPU(P100) : 1Uに1ノード

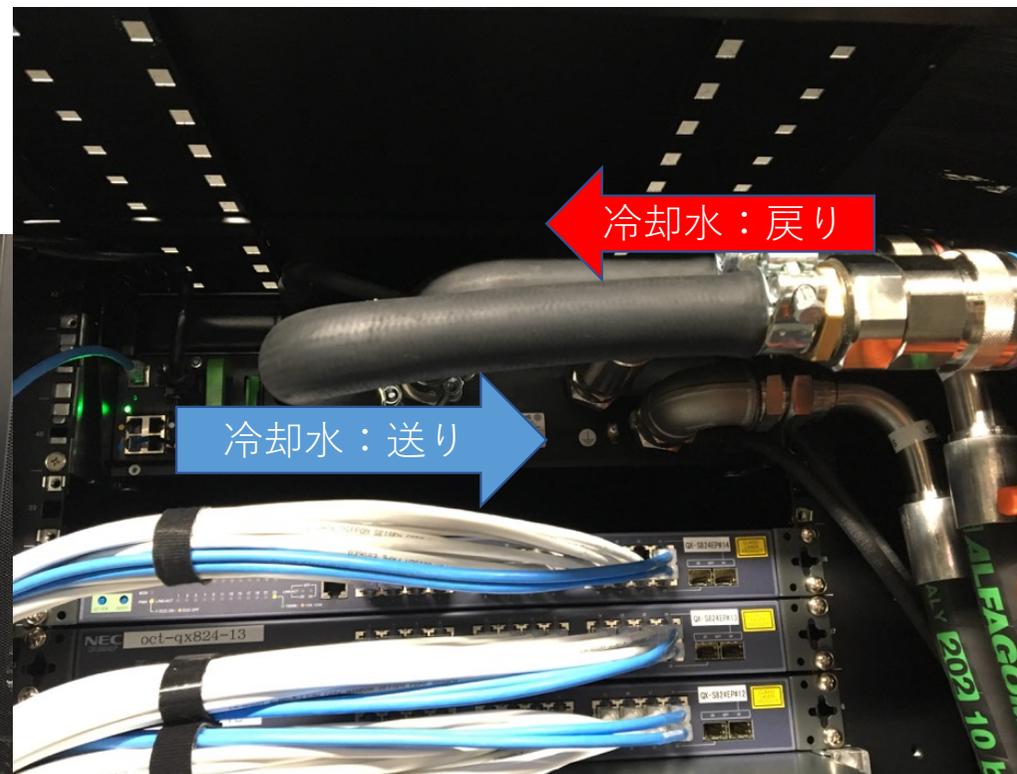


水冷ラック表面



水冷ラック背面

メニーコア(KNL) : 1Uに4ノード搭載



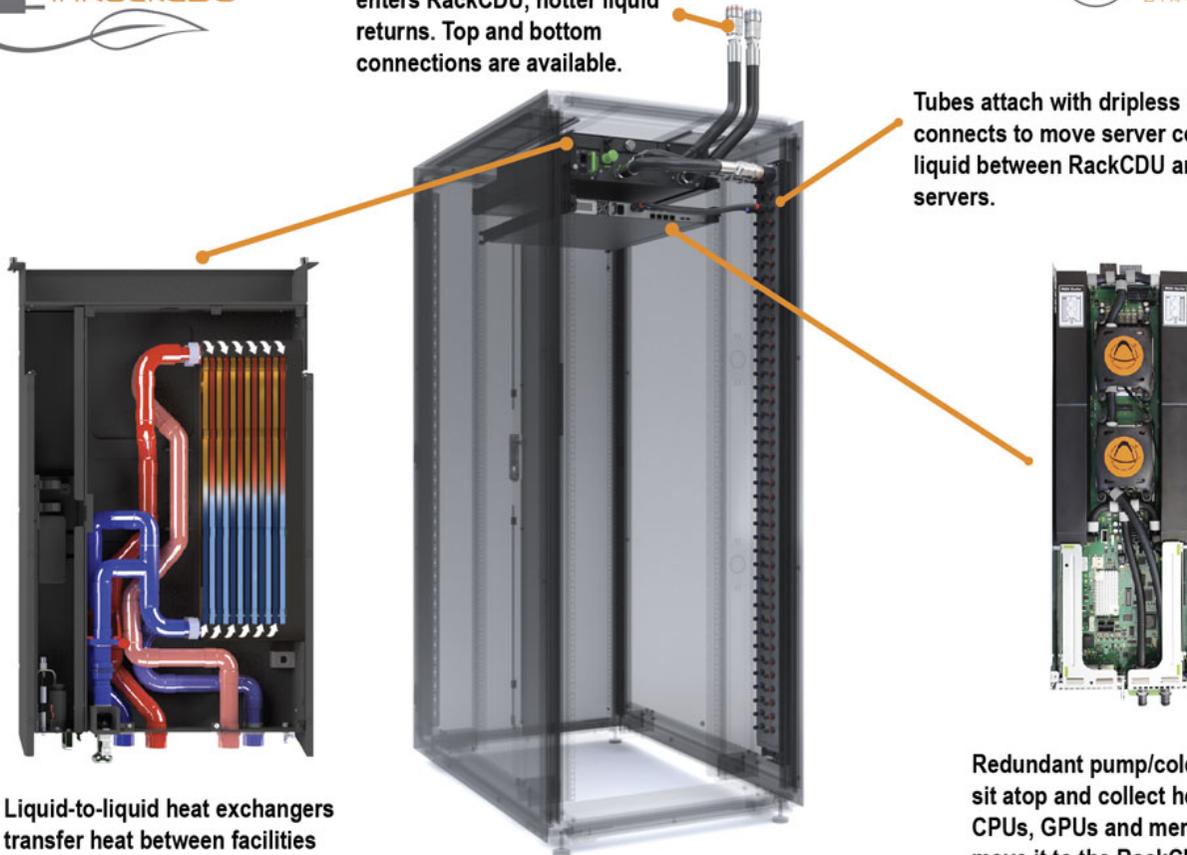
Asetek RackCDUDirect-to-Chip™ (D2C)

# OCTOPUS: Asetek RackCDUDirect-to-Chip™ (D2C)



Hot facilities liquid from dry coolers or cooling towers enters RackCDU, hotter liquid returns. Top and bottom connections are available.

Tubes attach with dripless quick connects to move server cooling liquid between RackCDU and servers.

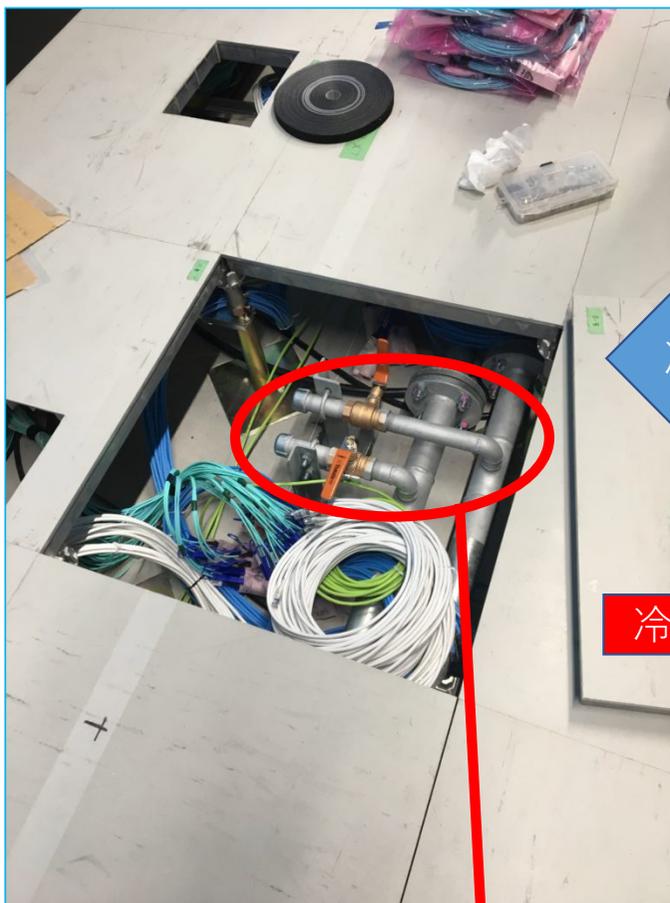


Liquid-to-liquid heat exchangers transfer heat between facilities liquid and server liquid. The two liquids never mix.

Redundant pump/cold plate units sit atop and collect heat from CPUs, GPUs and memory and move it to the RackCDU for transfer to facilities liquid.

<https://www.asetek.com/data-center/oem-data-center-coolers/rackcdu-d2c/>

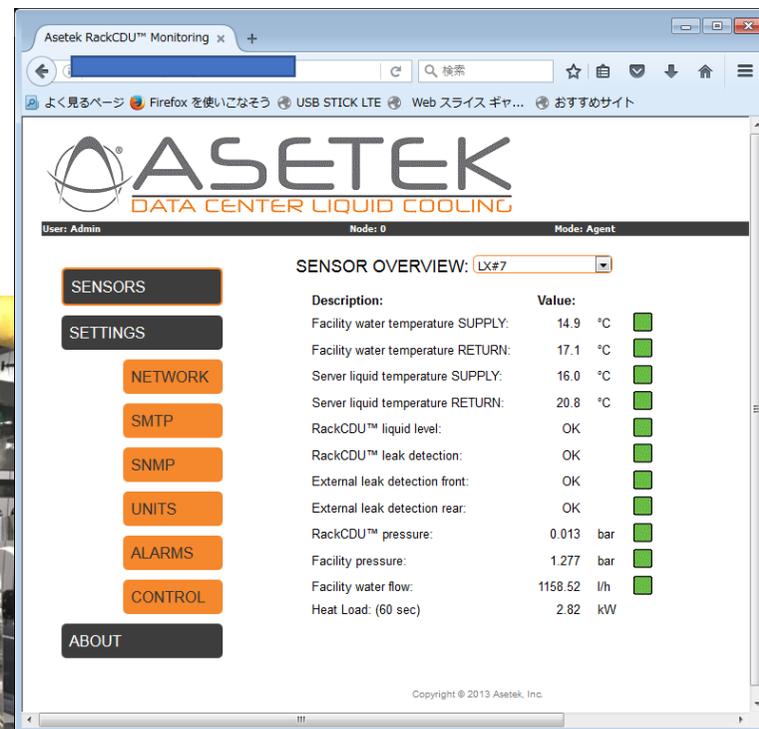
# OCTOPUS 水冷設備



水冷ラック下@3F at IT コア棟



拡張水冷設備 @ 1F at ITコア棟



GPUノード(ラック#7)

ITコア棟1Fからの冷却水(送り/戻り)

# OCTOPUS

- 各ノードの説明はこのあと。

## 今後の講習会・セミナー情報

### • 講習会

- 6/19 SX-ACE高速化技法の基礎
- 6/22 並列コンピュータ高速化技法の基礎
- 6/26 SX-ACE並列プログラミング入門 (MPI)
- 6/29 SX-ACE並列プログラミング入門 (HPF)
- 8/23 Gaussian講習会(東北大学 映像配信)

### • セミナー

- 7/3 インテルプロセッサ 基本セミナー(仮)
- 7/4 DDNストレージ 基礎セミナー(仮)
- 7/18 高分子材料系におけるLAMMPS ReaxFF計算の活用セミナー(勉強会)
- 7/27 OpenFOAMハンズオンセミナー
  
- 未定：NVIDIA AIハンズオンセミナー