

Supercomputing Japan 2024

2024年3月12日(火)～13日(水) タワーホール船堀

3月13日 16:00-16:30 B4 招待講演

九大新スパコン玄界による限界のないコンピューティングへの挑戦

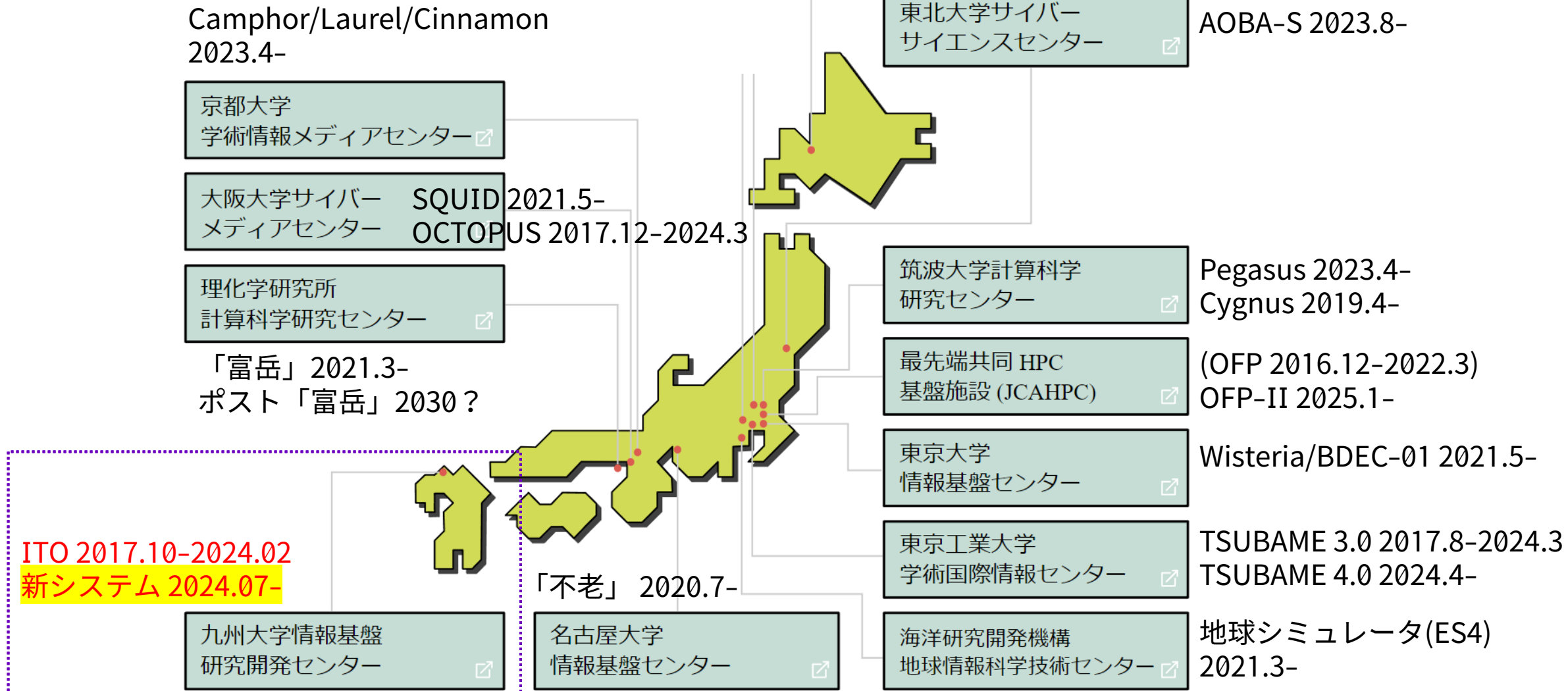
大島 聡史 (九州大学 情報基盤研究開発センター 准教授)

九大新スパコン玄界による 限界のないコンピューティングへの挑戦

はじめに

- 九州大学情報基盤研究開発センターでは2024年7月に新スーパーコンピュータ 玄界 の運用を開始します
- 本講演では
 - 旧システムITOの運用における課題など
 - 玄界の仕様や準備状況などについて話します
- 講演者について
 - 大島聡史 九州大学 情報基盤研究開発センター 准教授
 - HPC事業室のメンバーとして新システムの仕様策定にも参加
 - これまでにも東大や名大のセンターにてスパコンの仕様策定や運用に関わってきた
 - 専門分野はGPUコンピューティング・自動チューニング・並列数値計算を中心とした高性能計算

現在の国内センター等スパコン事情



- ITOは最も古いシステムの1つ。2022年度で運用終了の予定であったが、半導体の不足などにより更新が難しくなり、運用期間を延長していた。2023年2月末に主なサービス運用を終了した。

現在の状況（2024年3月8日）



作業中のノード間ネットワークとサブシステムB



サブシステムAなど半分程度のラックは既に撤去済み

新システム稼働開始までのスケジュール

2023						2024								
7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ITO								(撤去・構築)				新システム		

開札

新システム名称決定

ITO運用終了

11月11日

新システム稼働 (試験運用) 開始

(新システム本格 (課金) 運用開始)

- ITOは2024年2月末で運用終了
- ITOを撤去後、同じ場所に新システムを設置
- ストレージは秋まで残し、ファイル移行期間を設ける (ユーザ自身で移してもらう)

ちなみに……

- 「九大と言えば箱崎」という方もまだ多いかもしれませんが、箱崎キャンパスはすでに完全撤退済みです。
 - 2005年に伊都へ移転開始、2018年に移転完了。現在は箱崎は更地（のはず）。
 - 跡地利用：トライアルグループ、九州電力などのグループ、住友商事などのグループが手を挙げている模様

九大のWebサイトで公開されている資料から

土地利用事業者募集に関するお知らせ

1 譲渡等土地の表示

地区名	所在地	地目	面積
九州大学箱崎 キャンパス跡地	福岡県福岡市 東区箱崎 六丁目外	学校用地外	A 街区：約 20.16ha (うち 3.5ha を定期借地するものとする) B 街区：約 0.91ha C 街区：約 7.48ha
用途地域	建ぺい率/ 容積率	最低譲渡価格	最低土地賃貸料 (公租公課相当額含む)
第一種住居地域及 び第二種住居地域	60%/200%	① A 街区 24,502,000,000 円 ② B・C 街区 12,676,000,000 円 ① ②の合計 37,178,000,000 円	月額：12,600,000 円

注) 募集内容及び譲渡等土地の詳細は別途配布する土地利用事業者募集要領資料一式(以下「募集要領等」といいます。)に記載しておりますので、参照ください。

<https://www3.nhk.or.jp/fukuoka-news/20240130/5010023269.html>

九大跡地の再開発計画 事業者公募に少なくとも3陣営が応募

01月30日 19時00分



少なくとも3陣営が応募
九大跡地再開発計画

福岡市東区の九州大学箱崎キャンパスの跡地を中心とした大規模な再開発計画は、30日に事業者の公募が締め切られました。関係者によりますと、少なくとも3つの陣営が応募したということで、九州大学などは提案を審査の上、ことし4月に事業者を1つに絞る方針です。

1分で分かる（かもしれない）センタースパコン調達事情

- 財源は国からの交付金。多くは5～6年程度のリース契約（保守込み）。利用者には電気代などのランニングコスト分を支払ってもらうことが多い。
 - そのため民間クラウドシステムなどと比べて一般的に安価
 - 多くが民間企業の方も利用可能（アカデミックよりは高価、情報公開が必要なことが多い）
 - 単年度の補助金で導入する場合などは購入だったりする
- 金額規模的に政府調達
 - 手続きの規則的に最初の説明会から開札までで半年くらいは時間がかかる
- 二段階調達や途中アップグレードなどの仕様も可能（策定も実施も大変ではある）
- 競争入札。技術点と価格点による複合的な審査。
 - 技術点：必須項目に加えて加点項目を設定できる
 - 技術点を重視しているが、ある程度は価格による逆転もありえる。
- 特定の製品しか入らないような仕様はなるべく避ける必要がある
 - 例：Intel CPUかAMD CPUか、NVIDIA GPUかAMD GPUか
 - センター側では欲しい性能にあわせて必須仕様や加点設定を定める。最終的に選ぶのは応札業者側。（流石にx86 CPUでも非x86 CPUでも良い（公平な）仕様を強制されたりはしない。）

ITOの全体構成



総演算性能 10.436PF

※ バックエンドA/B+基本/大容量フロントエンドの合計値

大規模な対話型システム

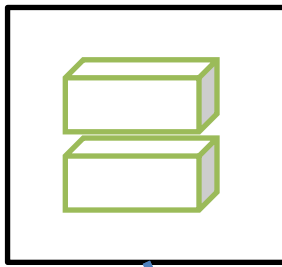


クラウド連携 (Rescale)

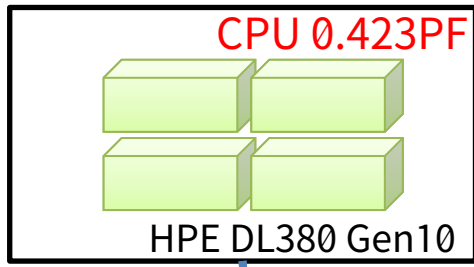
最新のCPU+GPU

フロントエンドサーバ群

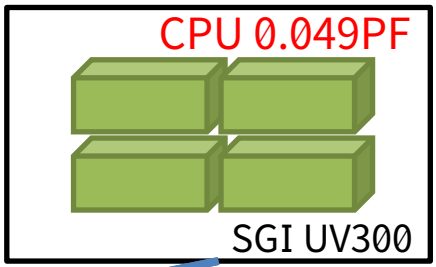
ログインノード群 (2ノード)



基本フロントエンドノード群 (160ノード)



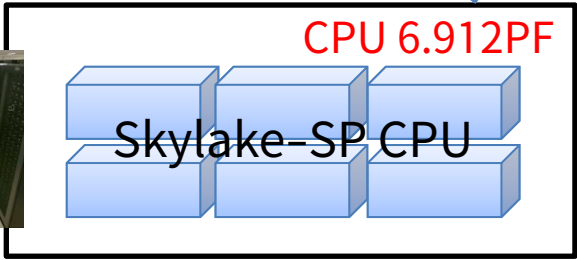
大容量フロントエンドノード群 (4ノード)



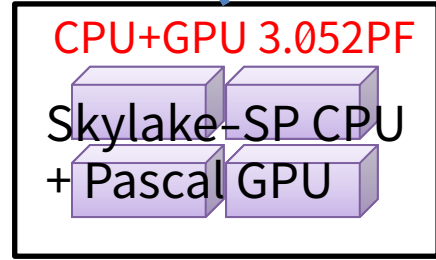
インターコネク ト InfiniBand EDR 100Gbps

大容量ストレージ

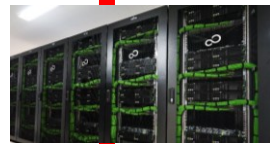
バックエンドサーバ群



バックエンドサブシステムA (2000ノード)



バックエンドサブシステムB (128ノード)



ストレージ (24.64PB)

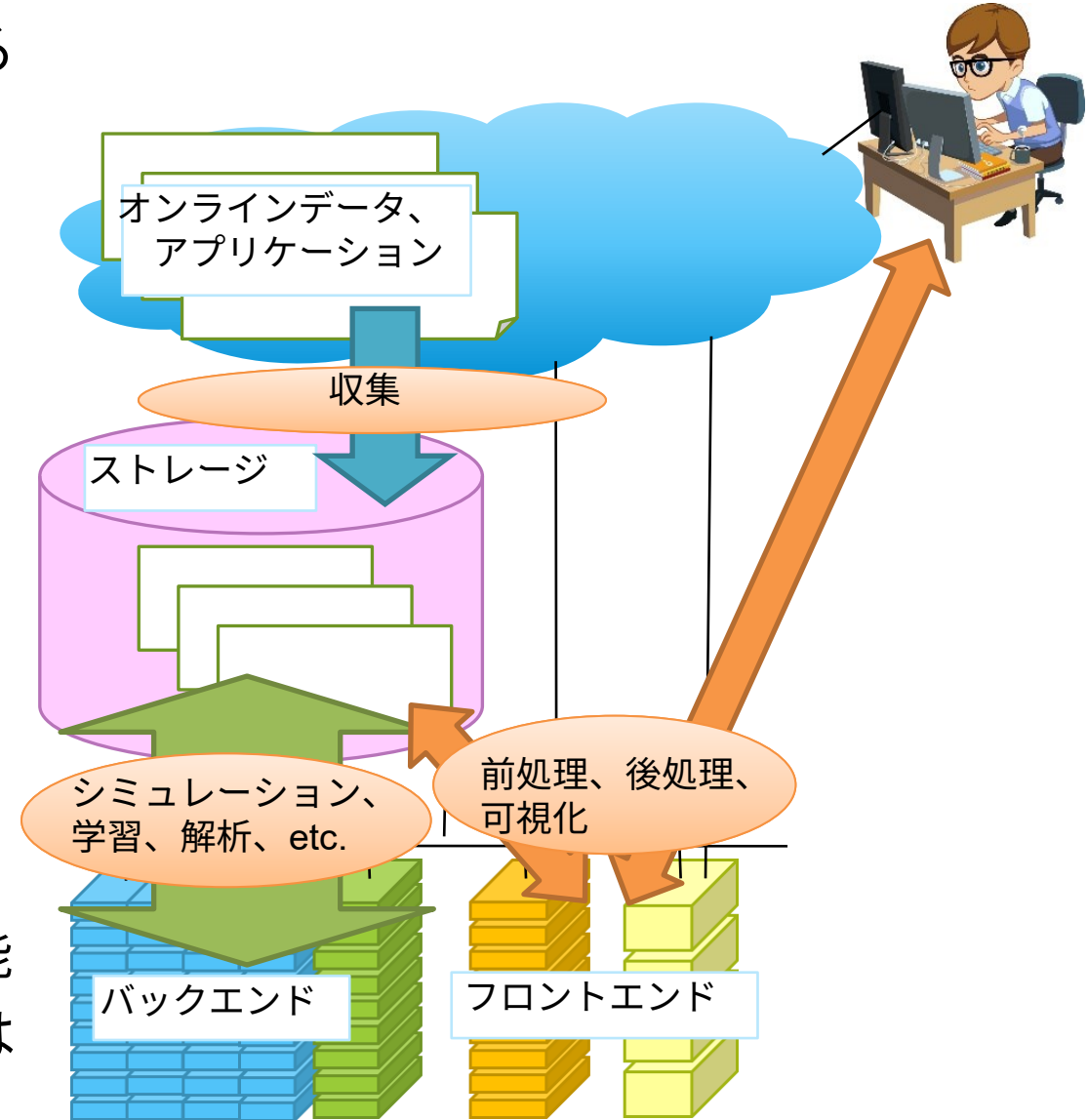


消費電力：システム1.8MVA+空調0.9MVA、総計2.7MVA (※端数切り上げ参考値)

納入業者：富士通株式会社

ITOの特徴（2017年導入時の狙い）

- 大規模対話型システム（フロントエンド）による前処理・後処理・可視化支援
 - 160ノード x 2CPU, 384GB RAM
 - 4ノード x 16CPU, 12TB RAM
- 大容量共有ストレージ
 - 実効 24PB
- 高性能バックエンド
 - Xeonクラスタ：6.9 PF（2CPU×2000ノード）
 - Xeon+Teslaクラスタ: 3.0PF（4GPU×128ノード）
 - Skylake-SP + Pascal 構成は当時としては最先端・高性能
- Rescaleを用いたパブリッククラウド連携
 - RescaleのWebシステムからITOにジョブを投入可能
- （伊都の初システムのため「置き換えの苦勞」は少なめ（冷房やデータ転送には苦勞））



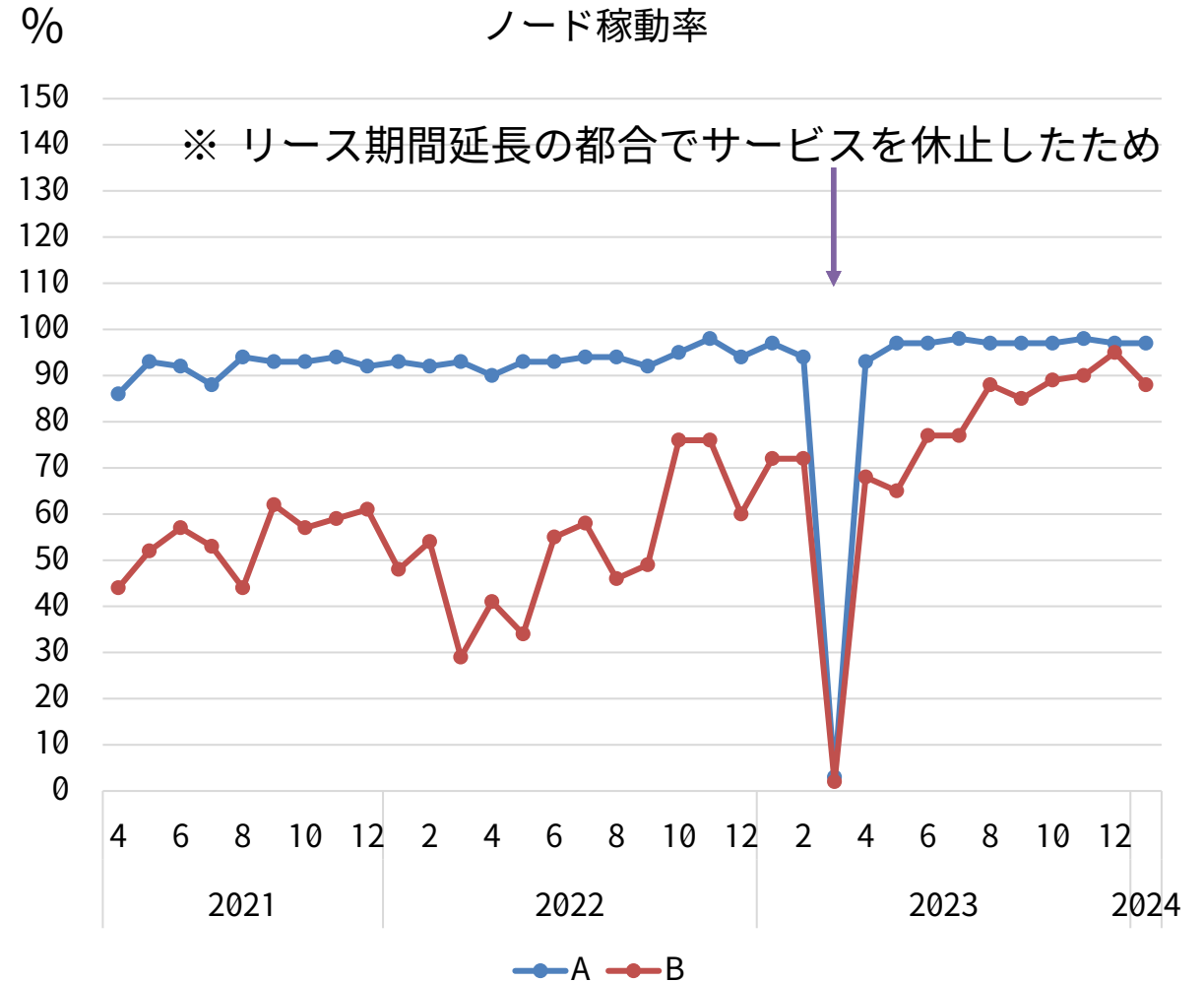
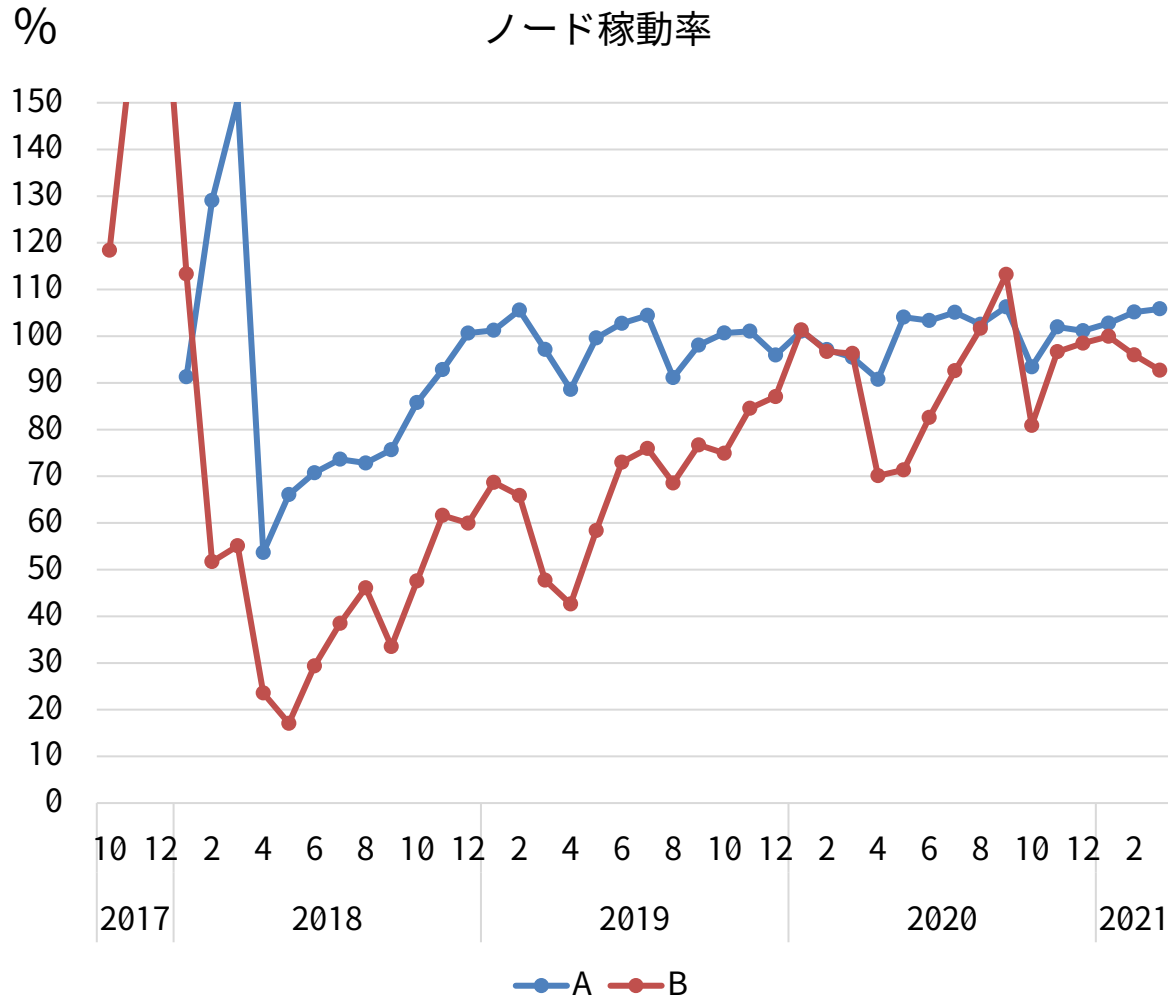
ITOの課題＝新システム調達におけるポイント

- 計算能力の不足
 - 待ち時間の長期化
 - サブシステムAの月間平均稼働率（主要なジョブキュー）は最終年度でも9割超（！）
 - 定額使い放題制度の弊害とも言える（後述）
 - GPUが研究環境の進化に追いついていない
 - 最新の機械学習/AI/LLM研究にPascalは厳しい（性能・機能もメモリ量も不足）
- 外部ストレージ連携
 - 保守作業時に何もできない状況を改善したい
 - （実際にはどうにかすることは難しい）
- 新しい利用形態に対応したソフトウェアやツール
 - ブラウザベースのGUIの提供、ワークフローツールとの連携の強化

ITOの定額使い放題制度

- 「最大Nノードまでのジョブを一ヶ月間自由に実行して良い」という制度
 - ジョブあたり実行時間や同時実行ジョブ数の制限はある
 - サブシステムAは4ノード（まで）あたり3000円、サブシステムBは1ノード（まで）あたり2200円
- 利用者にとってのメリット・便利なところ
 - ノードに空きがある限り定額（低額）でいくらでも計算できる（計算すればするだけお得）
- 利用者にとってのデメリット・不便なところ
 - 使いうる最大のノード数に基づいた契約が必要（時々ノード数を増やして実行したい、というユーザには不向き）
 - 利用者が増えるほど混みやすくなる（ジョブが流れにくくなる） →利用率90%は大変
- 高い利用率であることはセンター側にとっても悪いことではないが、たくさん使ってもらっても収入は増えないうえに利用率が高すぎるとユーザの不満が高まってしまう
 - ユーザ数が増えてシステムが使われないのが一番お得……

ITOの利用率の推移



※ 2020年度までは1ノードを複数ジョブが共有するとその分稼働率が増えてしまう計算だったため100%を超過している

※ 2021年度以降のグラフは複数ジョブにより共有するノードを除外した稼働率

総演算性能 10.436PF

※ バックエンドA/B+基本/大容量フロントエンドの合計値

再掲：ITOの全体構成



大規模な対話型システム

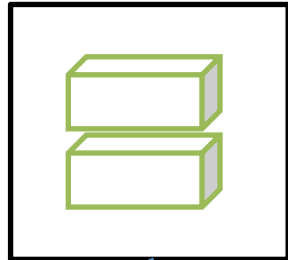


クラウド連携
(Rescale)

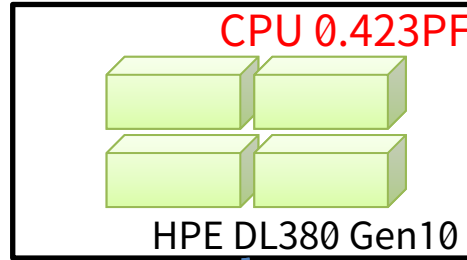
最新のCPU+GPU

フロントエンドサーバ群

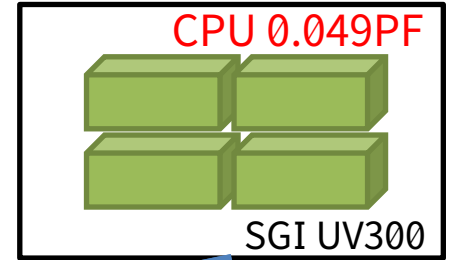
ログインノード群
(2ノード)



基本フロントエンドノード群
(160ノード)



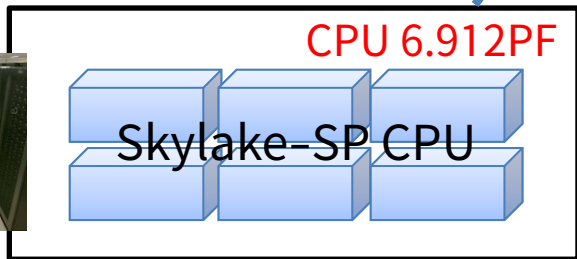
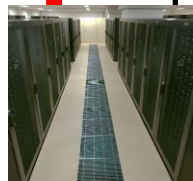
大容量フロントエンドノード群
(4ノード)



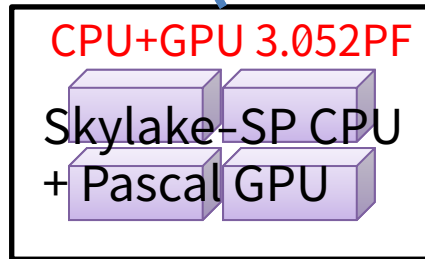
インターコネク特 InfiniBand EDR 100Gbps

大容量ストレージ

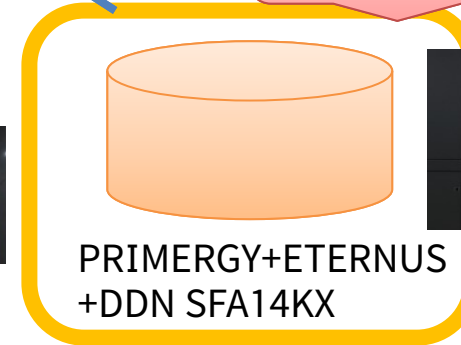
バックエンドサーバ群



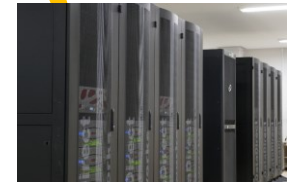
バックエンドサブシステムA
(2000ノード)



バックエンドサブシステムB
(128ノード)



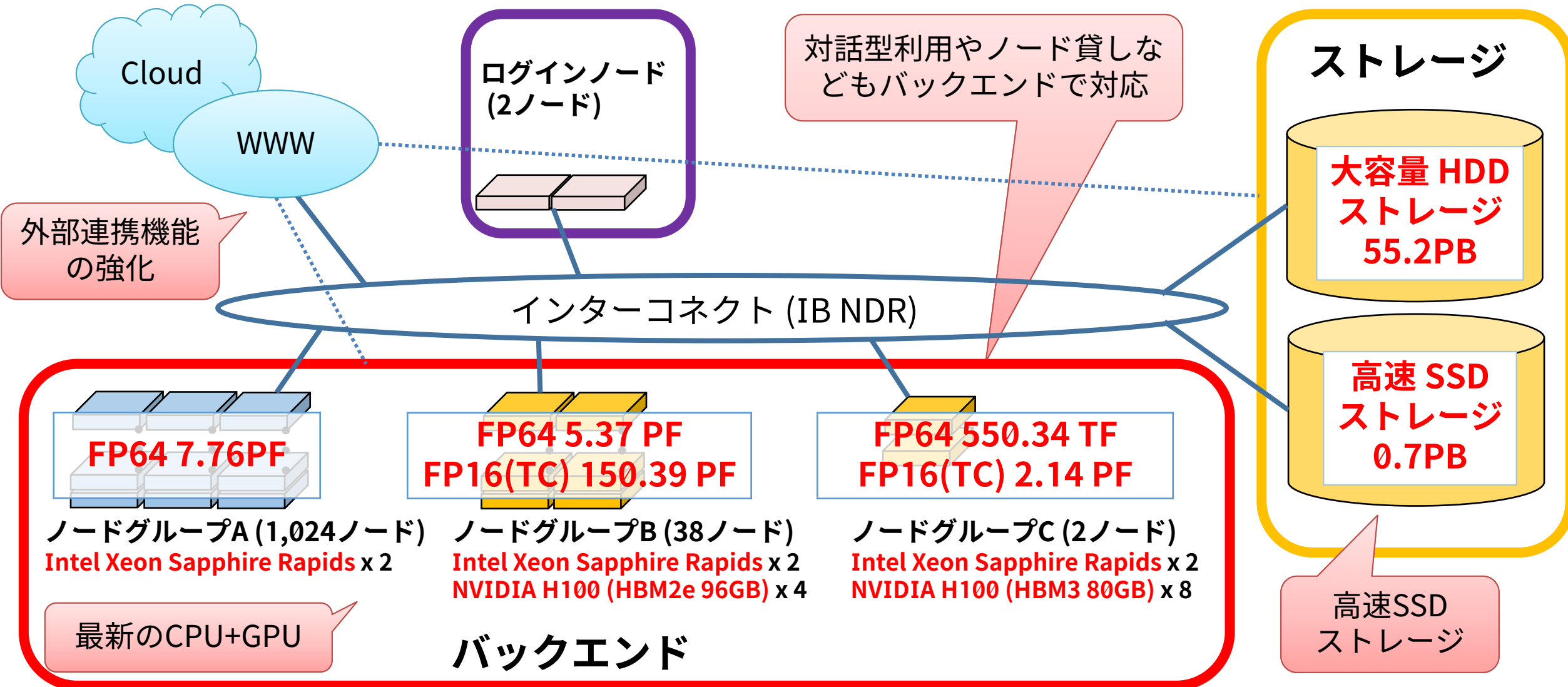
ストレージ (24.64PB)



消費電力：システム1.8MVA+空調0.9MVA、総計2.7MVA (※端数切り上げ参考値)

納入業者：富士通株式会社

玄界の全体構成



消費電力：システム1.5MVA+空調0.9MVA、総計2.4MVA

納入業者：富士通株式会社

新旧システムの比較（計算ノード単体構成の概要）



7年分の進化！

	ITO	玄界
A CPU	Skylake-SP 18コア、DDR4 96 GiB FP64 1,728 GF、128 GB/s ×2ソケット	Sapphire Rapids 60コア、DDR5 256 GiB FP64 3,698 GF、307.2 GB/s ×2ソケット
B CPU	Skylake-SP 18コア、DDR4 198 GiB FP64 1,324.8 GF、128 GB/s ×2ソケット	Sapphire Rapids 60コア、DDR5 512 GiB FP64 3,698 GF、307.2 GB/s ×2ソケット
B GPU	P100、HBM2 16GB、732 GB/s FP64 5.3 TF ×4ソケット	H100、HBM2e 94 GiB、2,396 GB/s FP64 33.5 TF、FP16TC 989.4 TF ×4ソケット
フロント/C CPU	基：Skylake-SP 18コア、DDR4 384 GiB ×2ソケット 大：Broadwell-EP 22コア、DDR4 12TiB ×16ソケット	Sapphire Rapids 56コア、DDR5 8 TiB FP64 3,584 GF、281.6 GB/s ×2ソケット
フロント/C GPU	基：Quadro P4000 ×1 大：Quadro M4000 ×1 ※可視化向け	H100、HBM3 80 GiB、3,352 GB/s FP64 33.5 TF、FP16TC 989.4 TF ×8ソケット

新旧システムの比較（計算ノード単体構成の概要）

7年分の進化！

	ITO	玄界
A CPU	Skylake-SP 18コア、DDR4 96 GiB FP64 1,728 GF、128 GB/s ×2ソケット	Sapphire Rapids 60コア、DDR5 256 GiB FP64 3,698 GF、307.2 GB/s ×2ソケット
B CPU	Skylake-SP FP64 1,324.8 ×2ソケット	Sapphire Rapids 60コア、DDR5 512 GiB FP64 3,698 GF、307.2 GB/s ×2ソケット
B GPU	P100、HBM2 16GB、732 GB/s FP64 5.3 TF ×4ソケット	H100、HBM2e 94 GiB、2,396 GB/s FP64 33.5 TF、FP16TC 989.4 TF ×4ソケット
フロント/C CPU	基：Skylake-SP 18コア、DDR4 384 GiB ×2ソケット 大：Broadwell-EP 22コア、DDR4 12TiB ×16ソケット	Sapphire Rapids 56コア、DDR5 8 TiB FP64 3,584 GF、281.6 GB/s ×2ソケット
フロント/C GPU	基：Quadro P4000 ×1 大：Quadro M4000 ×1 ※可視化向け	H100、HBM3 80 GiB、3,352 GB/s FP64 33.5 TF、FP16TC 989.4 TF ×8ソケット

（日本の？）HPC向けの特殊な構成。メモリ速度はやや控えめだがメモリ容量は多め。

新旧システムの比較（詳細）

全体の構成・性能→

↓1CPUあたり・1GPUあたりの構成・性能

	ITO	新システム	性能比
A CPU	Skylake-SP 18c 3.0-3.7GHz DDR4 96 GiB FP64 1,728 GF, 128 GB/s SPECrate 2017FP 103 (×2ソケット)	Sapphire Rapids 60c 1.9-3.5GHz DDR5 256 GiB FP64 3,698 GF, 307.2 GB/s SPECrate 2017FP 513 (×2ソケット)	コア数 3.33 DDR 2.27 FP64 2.14 MEM 2.40 SPEC 4.98
B CPU	Skylake-SP 18c 2.3-3.7GHz DDR4 198 GiB FP64 1,324.8 GF, 128 GB/s (×2ソケット)	Sapphire Rapids 60c 1.9-3.5GHz DDR5 512 GiB FP64 3,698 GF, 307.2 GB/s (×2ソケット)	コア数 3.33 DDR 2.59 FP64 2.79 MEM 2.40
B GPU	P100 HBM2 16GB, 732 GB/s FP64 5.3 TF (×4ソケット)	H100 HBM2e 94 GiB, 2,396 GB/s FP64 33.5 TF, FP16TC 989.4 TF (×4ソケット)	HBM 5.88 MEM 3.27 FP64 6.32 FP16 93.34
C CPU		Sapphire Rapids 56c 2.0-3.8GHz DDR5 8 TiB FP64 3,584 GF, 281.6 GB/s (×2ソケット)	
C GPU		H100 HBM3 80 GiB, 3,352 GB/s FP64 33.5 TF, FP16TC 989.4 TF (×8ソケット)	

	ITO	新システム	性能比
計算ノード数	A 2,000 B 128 基 160 大 4 合計 2,292	A 1,024 B 38 C 2 合計 1,064	A 0.51 B 0.30 合計 0.46
総理論演算性能 CPU FP64, SPEC fp	A 6.91 PF, 414000 B 340 TF, 24320 基 423 TF, 30400 大 50 TF, 4680 合計 7.723 PF 473400	A 7.47 PF, 1064960 B 281 TF, 39520 C 14 TF, 2000 合計 7.765 PF 1106480	A 1.08, 2.57 B 0.83, 1.63 合計 1.01, 2.34
総理論演算性能 GPU FP64 GPU FP16/BF16 TC	B 2.71 PF B 10.84 PF	B 5.09 PF C 0.54 PF B 150.39 PF C 15.83PF	B 1.88 B 13.87
総メインメモリ 容量 CPU	A 384 TiB B 49 TiB 基 61 TiB 大 48 TiB	A 512 TiB B 38 TiB C 16 TiB	A 1.33 B 0.78 合計 1.04
総デバイスメモリ 容量 GPU	B 8,192 GiB	B 14,288 TiB C 1,280 TiB	B 1.74
総理論メインメモリ 転送性能 CPU	A 544.56 TB/s B 32.77 TB/s 基 40.94 TB/s 大 5.44 TB/s	A 629.15 TB/s B 23.35 TB/s C 1.13 TB/s	A 1.16 B 0.71
総理論デバイスメモリ 転送性能 GPU	B 374.78 TB/s	B 364.19 TB/s C 53.63 TB/s	B 0.97
インターコネクト	IB EDR 100Gbps	IB NDR 200/400Gbps	
共有ストレージ容量	HDD 24.6 PB	大容量HDD 55.2 PB 高速SSD 737.28 TB	HDD 2.24
ログインノード数	2	2	1.00
最大消費電力	1.8 + 空調 0.9 = 2.7 MVA	1.5 + 空調 0.9 = 2.4 MVA	

新旧システムの比較（詳細）

全体の構成・性能→

各CPUやGPUの性能は大幅に向上

↓1CPUあたり・1GBあたり

	ITO	新システム	性能比
A CPU	Skylake-SP 18c 3.0-3.7GHz DDR4 96 GiB FP64 1,728 GF, 128 GB/s SPECrate 2017FP 103 (×2ソケット)	Sapphire Rapids 60c 1.9-3.5GHz DDR5 256 GiB FP64 3,698 GF, 307.2 GB/s SPECrate 2017FP 513 (×2ソケット)	コア数 3.33 DDR 2.27 FP64 2.14 MEM 2.40 SPEC 4.98
B CPU	Skylake-SP 18c 2.3-3.7GHz DDR4 198 GiB FP64 1,324.8 GF, 128 GB/s (×2ソケット)	Sapphire Rapids 60c 1.9-3.5GHz DDR5 512 GiB FP64 3,698 GF, 307.2 GB/s (×2ソケット)	コア数 3.33 DDR 2.59 FP64 2.79 MEM 2.40
B GPU	P100 HBM2 16GB, 732 GB/s FP64 5.3 TF (×4ソケット)	H100 HBM2e 94 GiB, 2,396 GB/s FP64 33.5 TF, FP16TC 989.4 TF (×4ソケット)	HBM 5.88 MEM 3.27 FP64 6.32 FP16 93.34
C CPU		Sapphire Rapids 56c 2.0-3.8GHz DDR5 256 GiB FP64 3,698 GF, 307.2 GB/s (×2ソケット)	
C GPU		H100 HBM3 80 GiB, 3,352 GB/s FP64 33.5 TF, FP16TC 989.4 TF (×8ソケット)	

1ノードで大規模なGPU処理ができる環境も用意

ネットワークやストレージの性能は大きく向上

	ITO	新システム	性能比
計算ノード数	A 2,000 B 128 C 2 合計 2,292	A 1,024 B 38 C 2 合計 1,064	A 0.51 B 0.30 合計 0.46
総理論演算性能 CPU FP64, SPEC fp	A 6.91 PF, 414000 B 340 TF, 24320 基 423 TF, 30400 大 50 TF, 4680 合計 7.723 PF 473400	A 7.47 PF, 1064960 B 281 TF, 39520 C 14 TF, 2000 合計 7.765 PF 1106480	A 1.08, 2.57 B 0.83, 1.63 合計 1.01, 2.34
総理論演算性能 GPU FP64 GPU FP16/BF16 TC	B 2.71 PF B 10.84 PF	B 5.09 PF C 0.54 PF B 150.39 PF C 15.83PF	B 1.88 B 13.87
総メインメモリ 容量 CPU	B 49 TiB 基 61 TiB 大 48 TiB	B 512 TiB B 38 TiB C 16 TiB	A 1.33 B 0.78 合計 1.04
総デバイスメモリ 容量 GPU			B 1.74
総理論メインメモリ 転送性能 CPU	大 5.44 TB/s		A 1.16 B 0.71
総理論デバイスメモリ 転送性能 GPU	B 374.78 TB/s	B 364.19 TB/s C 53.63 TB/s	B 0.97
インターコネクト	IB EDR 100Gbps	IB NDR 200/400Gbps	
共有ストレージ容量	HDD 24.6 PB	大容量HDD 55.2 PB 高速SSD 737.28 TB	HDD 2.24
最大消費電力	1.8 + 空調 0.9 = 2.7 MVA	1.5 + 空調 0.9 = 2.4 MVA	1.00 電力は微減

ノード数は半減

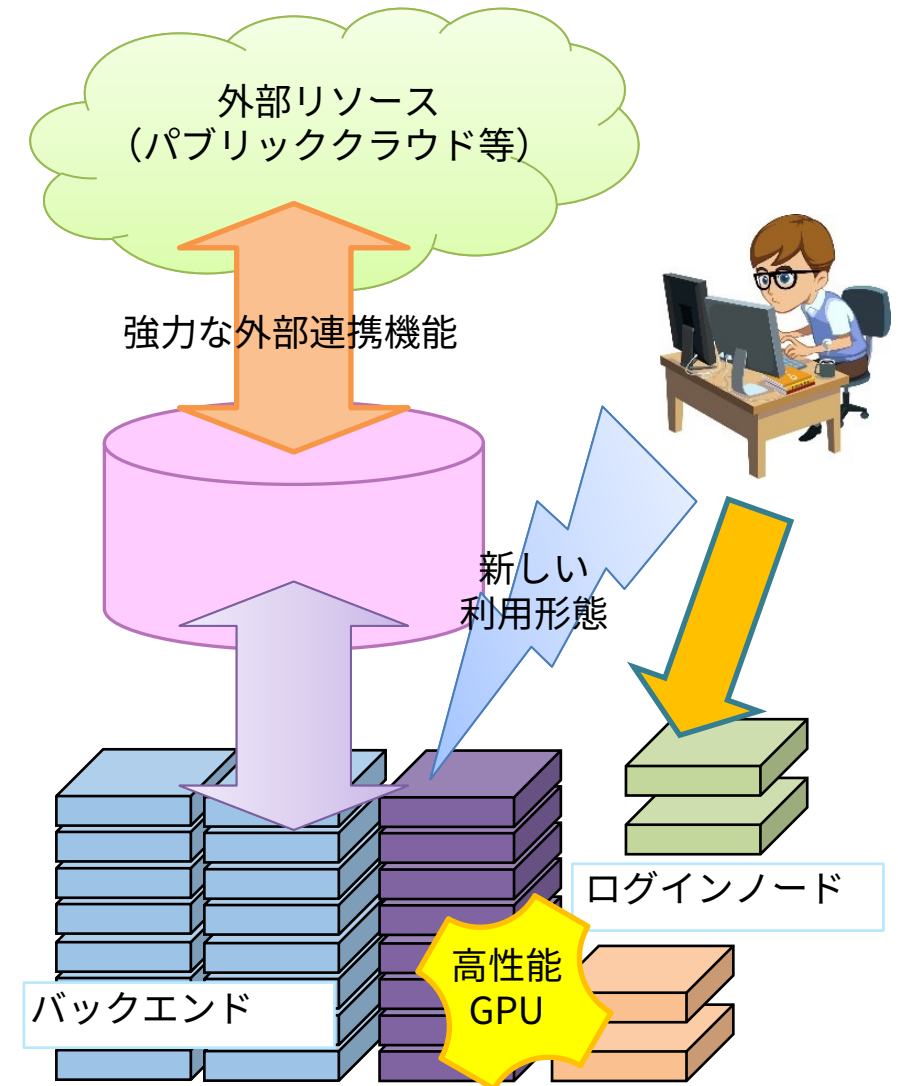
GPU(AI)性能は激増

計算上の理論性能等はあまり向上していないが実効性能は期待できる

電力は微減

新システムの特徴

- 7年ぶりの更新に見合った大幅な性能向上
 - ノード数は減少したが、演算性能・メモリ性能（速度・容量）ともに大きく向上
 - 最新GPU（H100）導入によるAI・データ科学へ研究への対応
 - 大容量共有ストレージ（HDD）に加えて高速共有ストレージ（SSD）も整備
- 外部連携機能の強化
 - S3やNextCloudのサポート
 - クラウド連携向けAPIの整備
- 新しいスパコンの使い方への対応
 - Open OnDemandやMLflow, WHEELの導入
 - バックエンドシステムの予約利用対応
 - フロントエンドノードの役割もカバー
- 従量課金制（ポイント事前購入）へ移行



物理的配置の違い

(室外冷却設備は継続して使用)



サブシステムA
サブシステムB
フロントエンド
ストレージ・ネットワーク
(合計74ラック)

- 同じ部屋に設置
- ラック数と専有面積は半分以下に減少

ノードグループA
ノードグループB
ノードグループC
ストレージ・ネットワーク
(合計32ラック)

センタースパコンの性能の制約は？

- 電源
 - 冷却・廃熱
 - 設置面積
 - 予算
-
- (やや主観が入るが) 少し前のスパコンはいずれも重要な制約だった

センタースパコンの性能の制約は？

- 電源
- 冷却・廃熱
- 設置面積
- 予算

- (やや主観が入るが) 少し前のスパコンはいずれも重要な制約だった
- 今では予算が一番の制約になりやすい
 - 特にGPUの価格上昇が影響大きくその他の制約の前に予算が尽きる
 - 電力あたり性能は大きく向上
 - (電気代という意味ではさらなる改善も望まれる)
 - 水冷設備の性能向上により冷却・廃熱も比較的余裕？
 - (カーボンニュートラルやフラッグシップ級の超大規模システムを考えると大変)
 - 高密度化により面積あたり性能も向上

実効性能

- 基本ベンチマーク（HPLなど）の性能やアプリケーション性能については稼働開始後の性能評価をお待ちください
 - おそらく9月か12月のHPC研究会などで発表

ソフトウェア環境

- 従来のソフトウェアの多くを継続
 - ワークフロー・外部（クラウド）連携に関するソフトを中心に拡充
 - 一部商用ソフトは削減（ライセンス形態や金額の都合など）

コンパイラ・開発ツール	Intel oneAPI base&HPC toolkit, NVIDIA HPC SDK, NVIDIA CUDA SDK, GCC, Julia, Mathematica, MATLAB
数値計算ライブラリ	FFTW, PETSc, BLAS, LAPACK, ScaLAPACK
その他のライブラリ	HDF5, NetCDF, NAG
計算化学	GAMESS, GROMACS, LAMMPS, Quantum ESPRESSO, CP2K, Gaussian, GaussView, Molpro, VASP
流体・構造解析	OpenFOAM, Amber, MSC Marc/Nastran, FIELDVIEW, MicroAVS
機械学習・データ解析	MLflow, TensorFlow, PyTorch, Jupyter Notebook, R
ワークフロー・外部連携	OpenWheel, Open OnDemand, Nextcloud, AWS CLI, Azure CLI, gcloud CLI, OCI CLI, AWS ParallelCluster, Azure CycleCloud, GSISSE, Gfarm
その他	Singularity

運用上の工夫など (1/2)

- 定額使い放題から従量制への変更
 - ノードグループ共通のポイントをあらかじめ購入し、利用資源に応じて減算する方式
 - 定額使い放題ではなくなることで利用率の平常化が期待される
- アカウント制度の刷新およびペーパーレス化の推進
 - Webポータル機能を大きく見直し
 - 紙のやりとりなしでアカウントの発行やポイントの購入が可能に
- 外部連携の強化や新しいスパコン利用方法への対応
 - S3 APIやNextCloud、パブリッククラウド関係APIによる外部との連携機能の強化
 - Open OnDemandやMlflow, WHEELを用いたジョブ実行のサポート
 - ITOではUNCAIによるフロントエンドノードの時刻指定実行をサポートしてきたが、新システムではバックエンド自体を時刻指定で利用できるようにする

運用上の工夫など (2/2)

- ノードを分割した利用の推進
 - (ITOでも1CPUのみや1GPUのみ、1CPUをさらに分割したリソースグループを用意して多数のジョブの同時実行＝待ち時間の減少に努めてきた)
 - ノード数が減少した一方でCPUコア数が増えたりGPUがMIG機能を有するようになったため、ノードの分割利用をさらに推進する予定
 - ノードグループA：CPUコア単位でのジョブ実行
 - ノードグループB：MIGを用いた1/7GPU単位でのジョブ実行
 - 性能を測定したいHPCユーザには不適な可能性があるが、計算結果が重要なユーザや小規模計算を多数行いたいユーザには好適（であると期待）

九州大学の歴代スーパーコンピュータ等

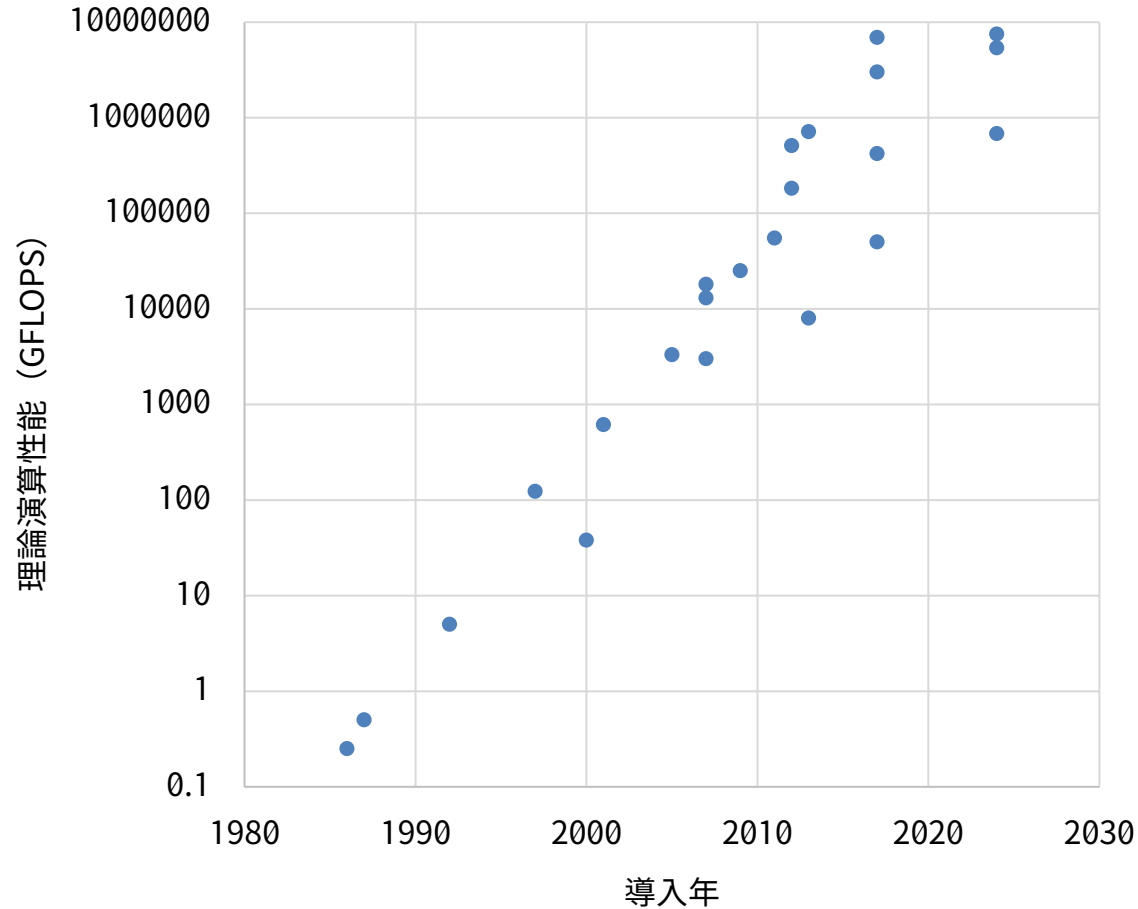
導入年	停止年	機種名	備考
1969	1974	FACOM 230-60	
1974	1977	FACOM 230-75	
1977	1979	FACOM M-190	
1979	1983	FACOM M-200	
1983	1985	FACOM M-382	
1986	1987	FACOM VP100	250MFLOPS
1987	1992	FACOM VP200	500MFLOPS
1992	1995	FUJITSU M1800	
1992	1996	FUJITSU VP2600	5GFLOPS
1993	?	Thinking Machines CM5-16	
1997	2001	FUJITSU VPP700/56	123GFLOPS
2000	2005	FUJITSU GP7000F/900	38GFLOPS
2001	2006	FUJITSU VPP5000/64	614GFLOPS
2001	2006	COMPAQ GS320	

導入年	停止年	機種名	備考
2005	2008	IBM eServer p5	3.3TFLOPS
2007	2008	HITACH SR11000 model J1, K2	3TFLOPS
2007	2011	FUJITSU PRIMEQUEST 580	13TFLOPS
2007	2011	FUJITSU PRIMERGY RX200S3	18TFLOPS
2009	2013	HITACH SR16000 model L2	25TFLOPS
2011	2012	FUJITSU PRIMERGY RX200S6	55TFLOPS
2012	2017	FUJITSU PRIMEHPC FX10	182TFLOPS
2012	2017	FUJITSU PRIMERGY CX400	510TFLOPS
2013	2017	HITACHI HA8000 tc/HT210	713TFLOPS
2013	2017	HITACHI SR16000 VM1	8TFLOPS
2017	2023	FUJITSU PRIMERGY CX2550	6.9PFLOPS
2017	2023	FUJITSU PRIMERGY CX2570	3PFLOPS
2017	2023	HPE DL380 Gen10	420TFLOPS
2017	2023	SGI UV300	50TFLOPS
2024	(2030)	FUJITSU PRIMERGY CX2550後継機	7.47PFLOPS
2024	(2030)	FUJITSU PRIMERGY GX2570後継機	5.37PFLOPS
2024	(2030)	Supermicro SYS-821GE-TNHR	0.68PFLOPS

※ ITOと玄界のGPUシステムの性能はCPUとGPUのFP64合算値
(機械学習性能は考慮されていません)

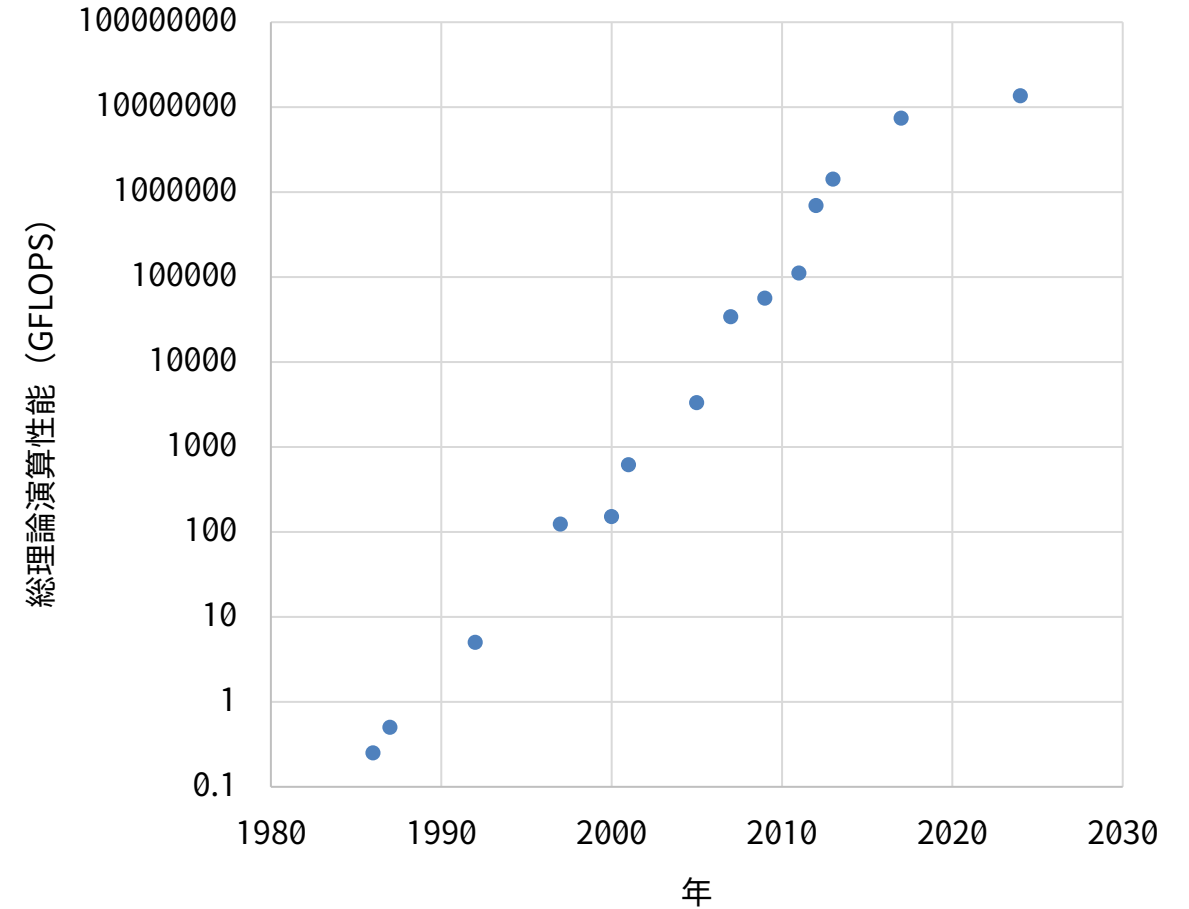
計算性能の推移

主な計算機の導入年と性能



複合型システム化によりシステム毎の性能向上は鈍化

総理論演算性能の推移



総性能の向上も鈍化しているが、そもそもFP64理論演算性能の重要性も低下してきている

玄界を超えて……

- 玄界：2024年7月 - 2030年3月（予定）
- その次は？
- AI関連の需要が小さくなることは考えにくい：引き続きGPU需要は大か
- 2030年はポスト「富岳」の時期：ポスト「富岳」互換機も導入対象か
- 基本的には素直な性能アップグレード？
 - 量子計算等のアクセラレータが追加される？時期尚早？
 - 多様なユーザをかかえるため質の劇的な変化には慎重

(当たり前ですが) まだ全然わかりません！

おわりに

- 想定外の長期間運用を走りきったITOに感謝
 - 現在撤去作業中
- 7月稼働開始予定の新システム玄界にご期待ください
 - これから搬入開始
- 新システムの情報Webにて発信予定
<https://www.cc.kyushu-u.ac.jp/scp/>