

スーパーコンピュータ「不老」の概要と 基本的な使い方

名古屋大学情報基盤センターの スーパーコンピュータ（スパコン）について

「不老」までの歴史と「不老」導入の経緯、「不老」に期待される役割

名大スパコンの役割

▶ 全国共同利用・共同研究拠点として学内外へ計算資源提供

- ▶ 全国共同利用・共同研究拠点として国が位置づけ
 - ▶ 全国の研究者の世界トップレベル研究を強力に支援

世界トップレベルの
研究の支援

HPCI (High Performance
Computing Infrastructure) 利用者

簡便な
移行支援

スーパー
コンピュータ
「富岳」

国策スパコン
の利用支援

名大拠点利用者

JHPCN利用者

名大
FX1000

高性能化・
長時間実行支援

世界トップレベル
研究成果創出

▶ ものづくり企業の計算需要支援

- ▶ 産業利用制度（公開、非公開）
- ▶ 計算機利用型講習会による並列処理・大規模計算普及（地域特有の中小企業支援）

▶ 新しい計算需要に向けたサービス開拓

- ▶ データサイエンス（ビッグデータ）、機械学習に対応する新サービスの開拓

▶ 指定国立大学としても重要な役割

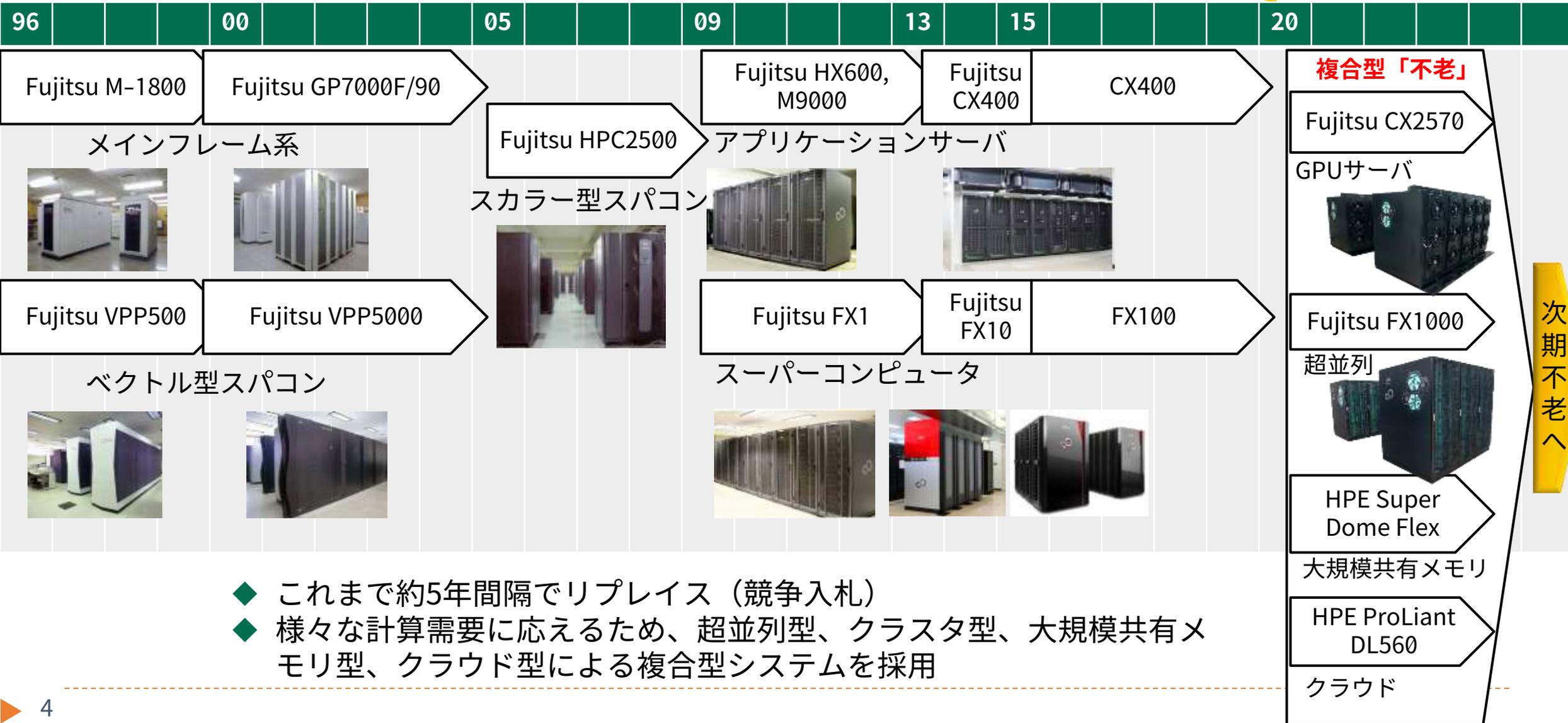
- ▶ 数理・データ科学教育
- ▶ 人材育成・研究力強化・社会との連携

東海国立大学機構（マルチキャンパスシステム）において、継続した世界トップレベルの成果創出支援と、企業利用・教育利用による社会貢献

2020年7月1日

スーパーコンピュータ「不老」導入
(運用開始)

名大情報基盤センターのスパコンの歴史

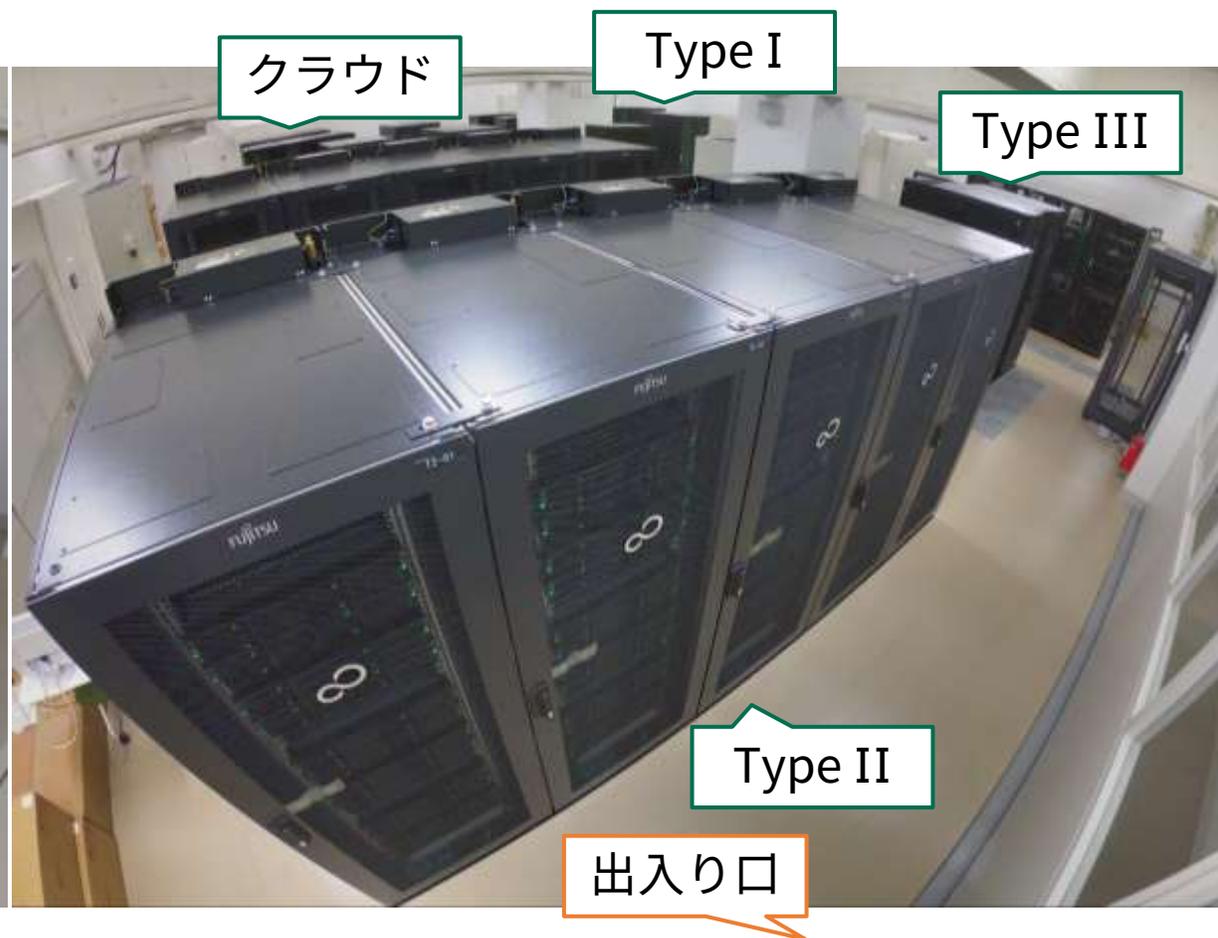
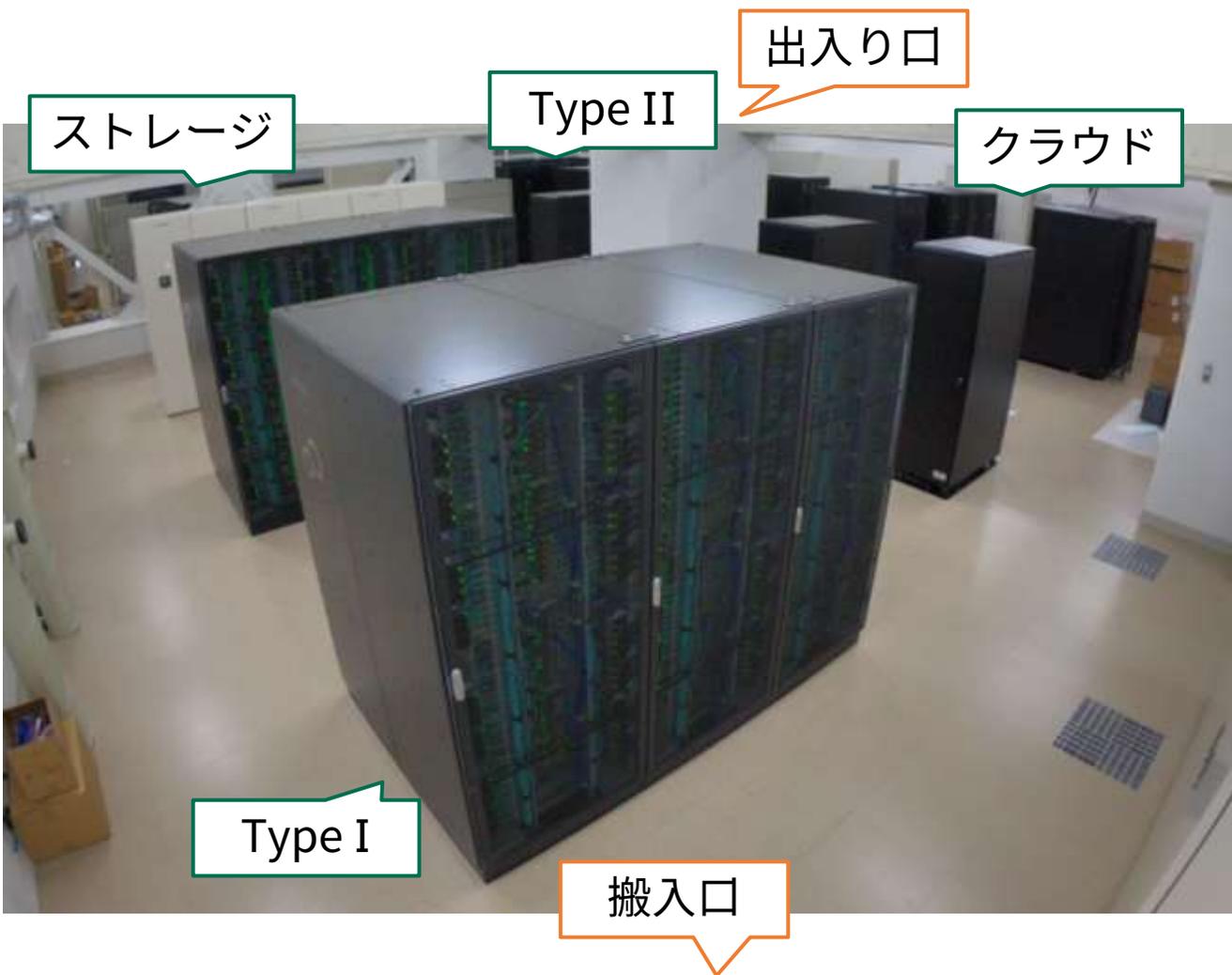


- ◆ これまで約5年間隔でリプレイス（競争入札）
- ◆ 様々な計算需要に応えるため、超並列型、クラスタ型、大規模共有メモリ型、クラウド型による複合型システムを採用

スーパーコンピュータ「不老」導入の背景

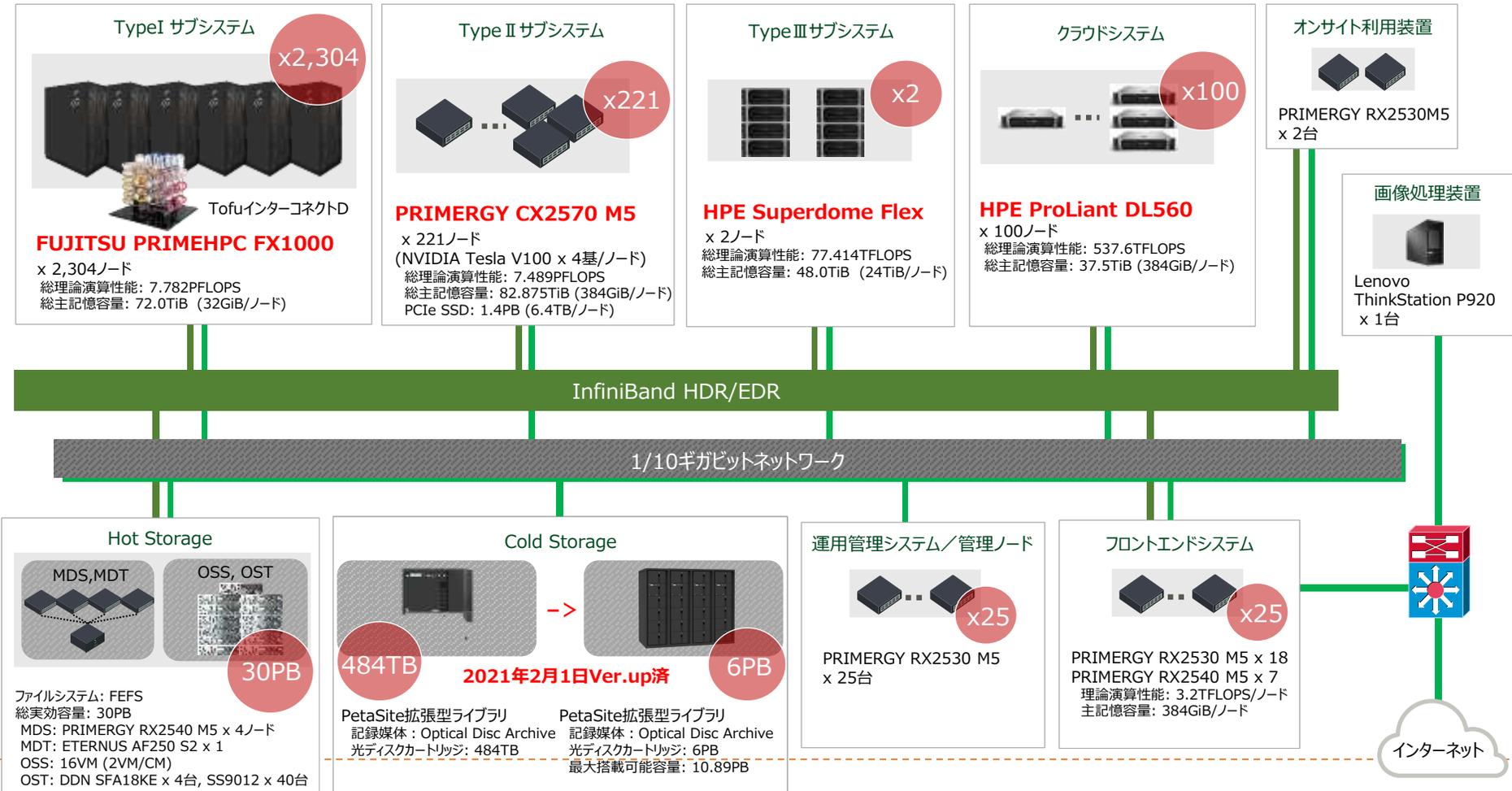
- ▶ **研究のデジタル化（デジタルサイエンス）**
 - ▶ 様々な分野におけるコンピューティングを活用した研究の広まり
- ▶ **AI/機械学習研究の増大**
 - ▶ 自動運転、医療、創薬、etc.
- ▶ **数値シミュレーション研究の増加**
 - ▶ 異常気象、津波など国民の安全に密接にかかわる現象
 - ▶ 生命・宇宙などの基礎科学
- ▶ **データの爆発的増大**
 - ▶ 計測データ、解析結果、AI学習結果など
- ▶ **従来のスパコンでは明らかに能力不足**

設置状況（名古屋大学 情報基盤センター 本館地下1階）



システム構成 (全体の概要)

総理論演算性能 15.886PFLOPS、総主記憶容量240.375TiB
Hot Storage 30PB、Cold Storage 6PB



性能諸元（主要サブシステム群）

| | | Type I | Type II | Type III | クラウド |
|--------|--------------------------------|--|--|--|--|
| ノードあたり | CPU | A64FX ×1 (Armv8.2-A + SVE) 48+2コア、2.2GHz | Xeon Gold 6230×2 (Cascade Lake) 20コア、2.10-3.90 GHz | Xeon Platinum 8280M×16 (Cascade Lake) 28コア、2.70-4.00 GHz | Xeon Gold 6230×4 (Cascade Lake) 20コア、2.10-3.90 GHz |
| | メインメモリ | HBM2, 32GB | DDR4, 384GB | DDR4, 24TB | DDR4, 384GB |
| | GPU | - | Tesla V100×4 (Volta) HBM2, 32GB | Quadro RTX6000×4 (Turing) GDDR6, 24GB | - |
| | 理論性能 | 3.3792 TFLOPS(DP) 1,024 GB/s | <ul style="list-style-type: none"> CPU 1.344 TFLOPS(DP)×2 140.784 GB/s×2 GPU 7.8 TFLOPS(DP)×4 900 GB/s×4 | <ul style="list-style-type: none"> CPU 2.4192 TFLOPS(DP)×16 140.784 GB/s×16 | 1.344 TFLOPS(DP)×4 140.784 GB/s×4 |
| ノード数 | 2,304 | 221 | 2 | 100 | |
| ノード間接続 | Tofuインターコネク トD | InfiniBand EDR ×2 | InfiniBand EDR | InfiniBand EDR | |
| 総理論性能 | 7.782 PFLOPS(DP) 2.359 PB/s | 7.489 PFLOPS(DP) 857.8 TB/s | 77.414 TFLOPS(DP) 2.253 TB/s | 537.6 TFLOPS(DP) 56.314 TB/s | |
| 冷却方式 | 水冷 | 水冷 | 空冷 | 空冷 | |

消費電力・省電力対策

▶ 最大消費電力

| サブシステム名 | 消費電力 |
|---------------|------------|
| TypeIサブシステム | 628.1kVA |
| TypeIIサブシステム | 393.5kVA |
| TypeIIIサブシステム | 21.6kVA |
| クラウドシステム | 93.0kVA |
| ストレージ | 49.9kVA |
| フロントエンド | 19.6kVA |
| 運用管理システム他 | 52.3kVA |
| 冷却設備 | 641.9kVA |
| 合計 | 1,899.9kVA |

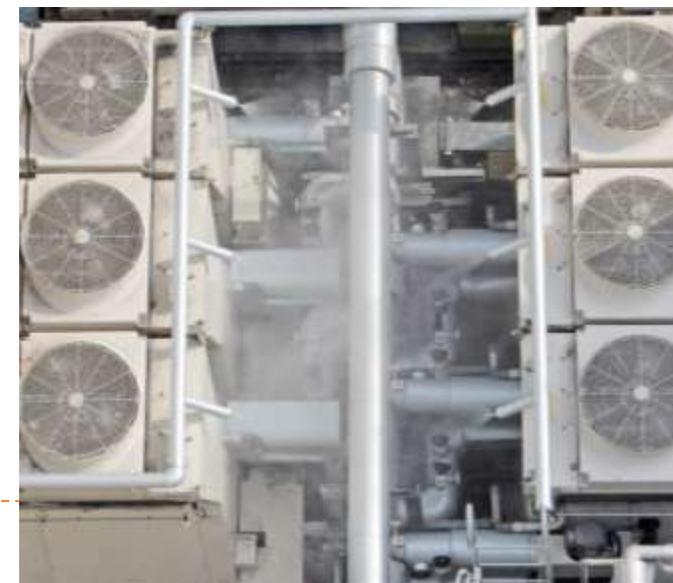
▶ 電力使用状況に応じた自動 9 縮退運転の用意あり

▶ 電力可視化



▶ 湧水を用いた冷却

- ▶ 地下の湧水を活用したら総合評価時に加点とした
- ▶ 屋外チラーに散水して冷却
 - ▶ 水道代無料で冷却効果UP、年間200万円くらいの効果を期待



湧水による冷却システム

- ▶ 情報基盤センターの地下は**夏季でも18°C程度**の湧き水が**毎分30L程度**湧く
- ▶ この湧き水は、地下からポンプで吸い上げて雨水扱いで捨てていた
- ▶ 今回の仕様で、湧き水を冷熱源として使用する場合は加点点
 - ▶ 冷却水としての利用許可・水質検査済み



湧水による冷却システム

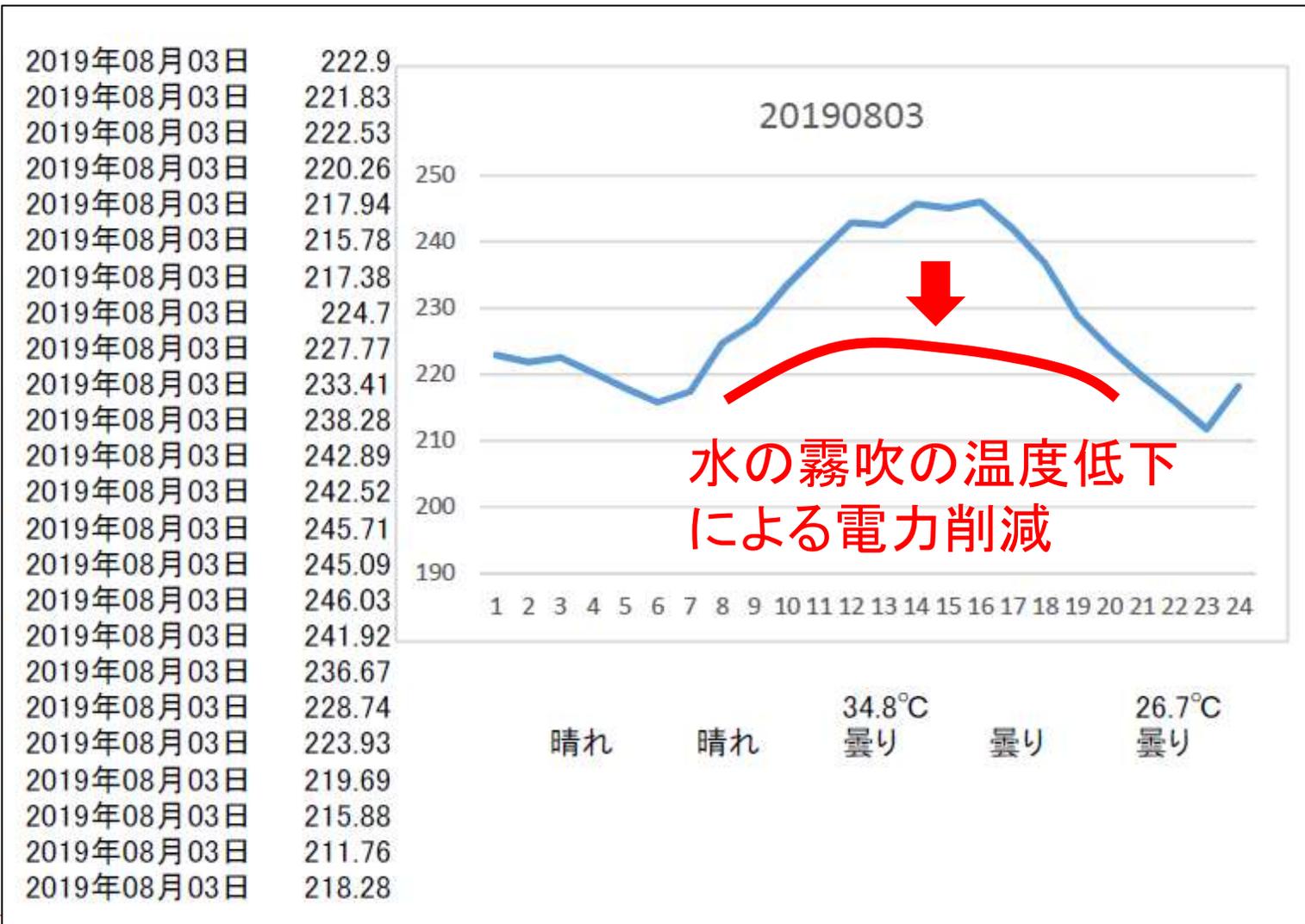


湧水による冷却システム

- ▶ 気温の高い4月から11月の間で利用

- ▶ 参考：夏季の1日（2019年8月3日）の（旧）FX100システムの水冷チラーの電気使用量(KW)

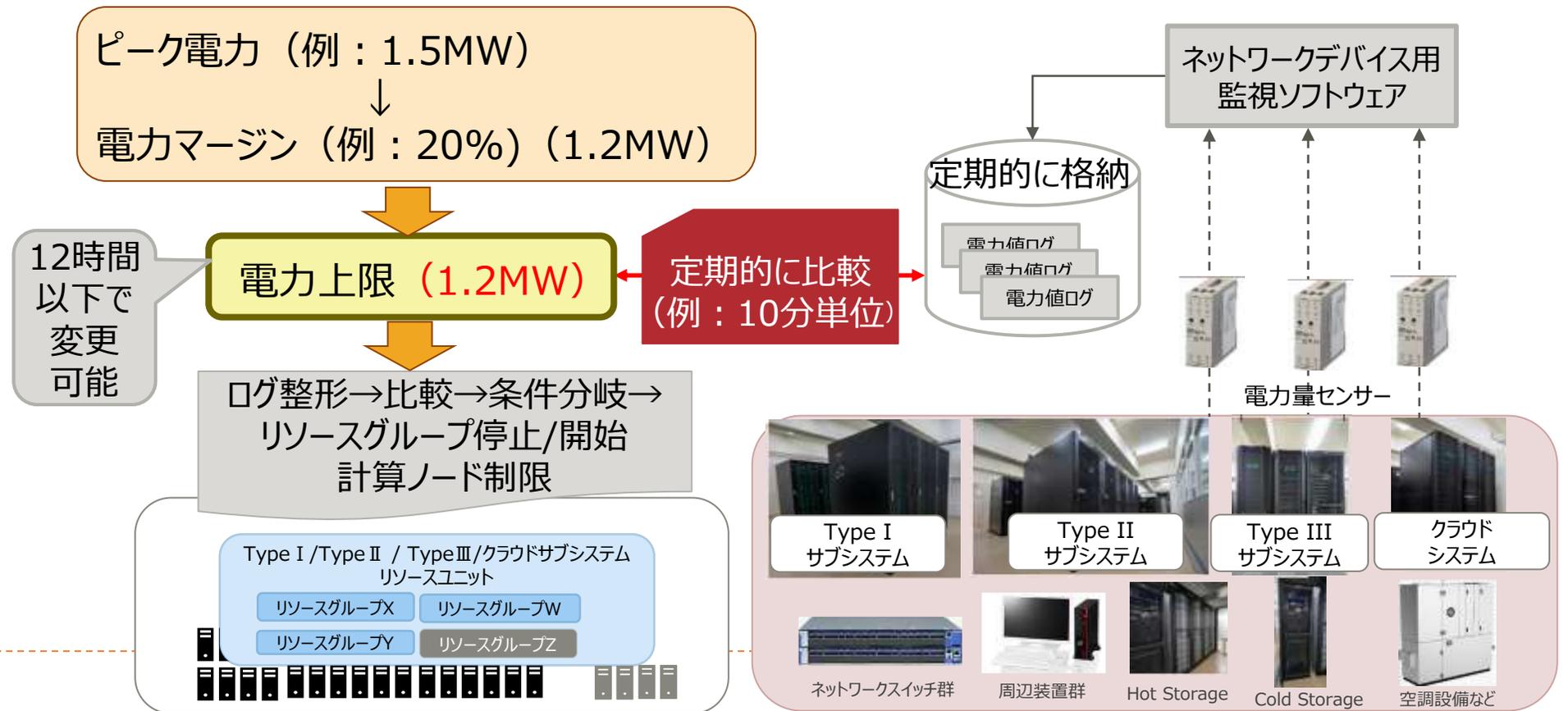
年間数百万円程度の電気代削減に期待



使用最大電力の動的制御機構

※テレワークが多いためか、そもそもの消費電力が低いためか、2020年度と2021年度は電力逼迫状況にならず未適用

- ▶ 監視ソフトウェアから一定時間毎に電力値を取得
- ▶ 出力された電力値と、あらかじめ規定したシステム全体の使用最大電力の上限値を比較し、最大電力の上限を超えないよう、計算ノードやジョブ実行可能範囲を制限



スーパーコンピュータ「不老」 システム構成のポイント

- ▶ **主要計算サブシステム合計15.88 ペタフロップス**
 - ▶ デジタルサイエンスのサポート
- ▶ **Type I：理研スパコン「富岳」と同じアーキテクチャCPU**
 - ▶ 世界初の本格運用、富岳と連携したワールドクラス研究支援
 - ▶ 「富岳」型 2,304ノード（110,592コア、7.782 PFLOPS）
- ▶ **Type II：GPUスパコン（総GPUメモリ 28TB, SSD内蔵メモリ1.4PB）**
 - ▶ AI/機械学習研究を強力にサポート
 - ▶ 221ノード、NVIDIA V100 (32GB) x 884基、7.489 PFLOP
- ▶ **国産コールドストレージ**
 - ▶ スパコン初/データ爆発への対応/低消費電力/長期保存
- ▶ **可視化システムと直結**
 - ▶ 超大規模データ可視化と大規模画面での表示

スーパーコンピュータ「不老」の性能 (主要なベンチマークの結果)

▶ Type I サブシステム

- ▶ HPL (TOP500) : 6.6178 PFLOPS、2020年6月版で世界36位 (国内5位)、11月版で世界41位
- ▶ HPCG : 0.231 PFLOPS、2020年6月版で世界16位 (国内4位)、11月版で世界21位
- ▶ HPL-AI(低精度版HPL) : 30PFLOPS、2020年11月版で世界5位

▶ Type II サブシステム

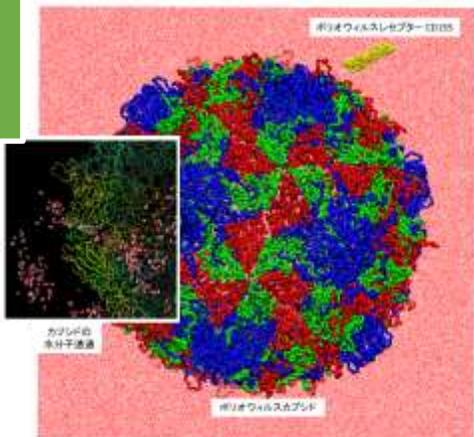
- ▶ HPL (TOP500) : 4.880 PFLOPS、2020年11月版で世界58位
- ▶ HPCG : 0.097 PFLOPS、2020年11月版で世界34位

▶ 参考

- ▶ 旧FX100システムは2019年11月版でTOP500 2.910 PFLOPS 世界84位、HPCG 0.087 PFLOPS 世界31位

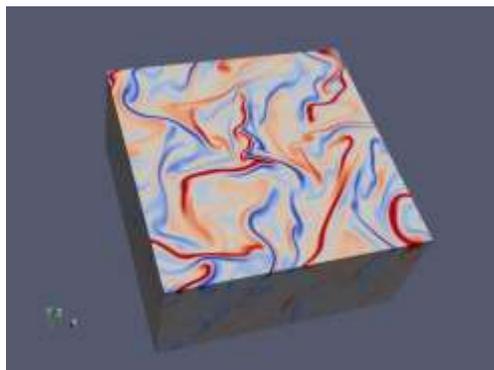
これまでの名大スパコンを利用した研究成果

分子動力学 創薬



「全原子分子動力学計算によるポリオウリスカプシドのシミュレーション」 名古屋大学大学院工学研究科
安藤 嘉倫、岡崎進 提供

プラズマ 物理



「地球磁気圏-電離圏結合系におけるオーロラ乱流のシミュレーション」 名古屋大学理学研究科素粒子宇宙物理学専攻 渡邊智彦 提供

災害・防災



MPS法による気仙沼市街地の津波遡上シミュレーション
東京大学工学研究科

室谷浩平 提供

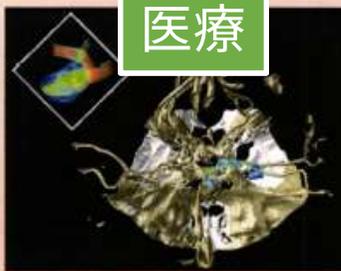
気象



Cressを用いた台風のシミュレーション
名古屋大学地球水循環研究センター

坪木和久 提供

医療



脳動脈の瘤血流動態シミュレーション
名古屋大学医学部附属病院脳神経外科

實地茂 提供

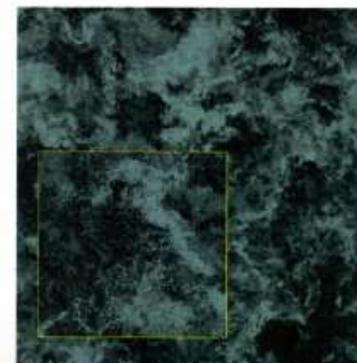
地球惑星物理



地球磁気圏の構造変化と乱流形成のシミュレーション
名古屋大学太陽地球研究所

萩野竜樹 提供

流体物理



世界最大規模乱流直接数値シミュレーション (格子点数122883)により得られた高レイノルズ数乱流中の渦の組織構造
名古屋大学附属計算科学連携教育研究センター

石原卓 提供

新素材開発

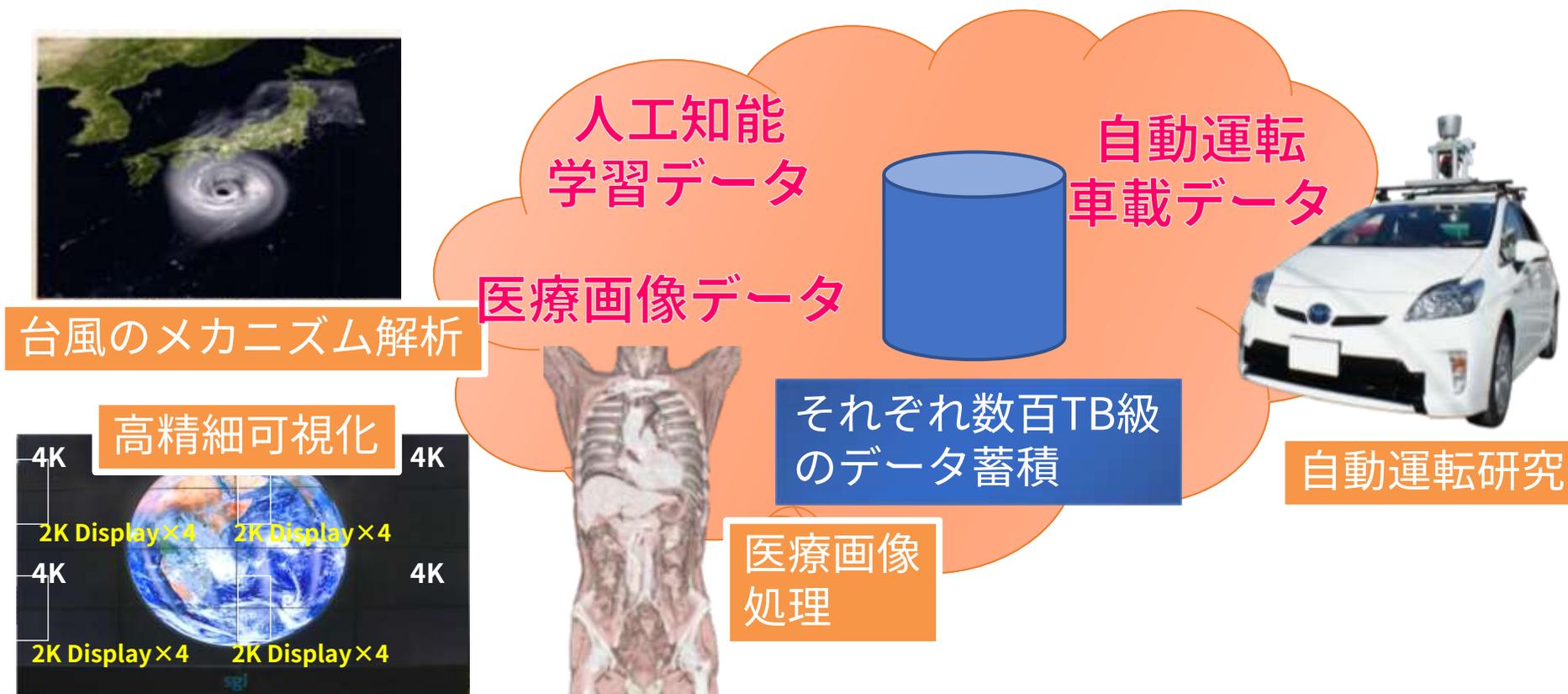


粗視化分子動力学法による高分子系シミュレーション
防衛大学校

萩田克美 提供

今後のスパコンでの想定アプリケーション

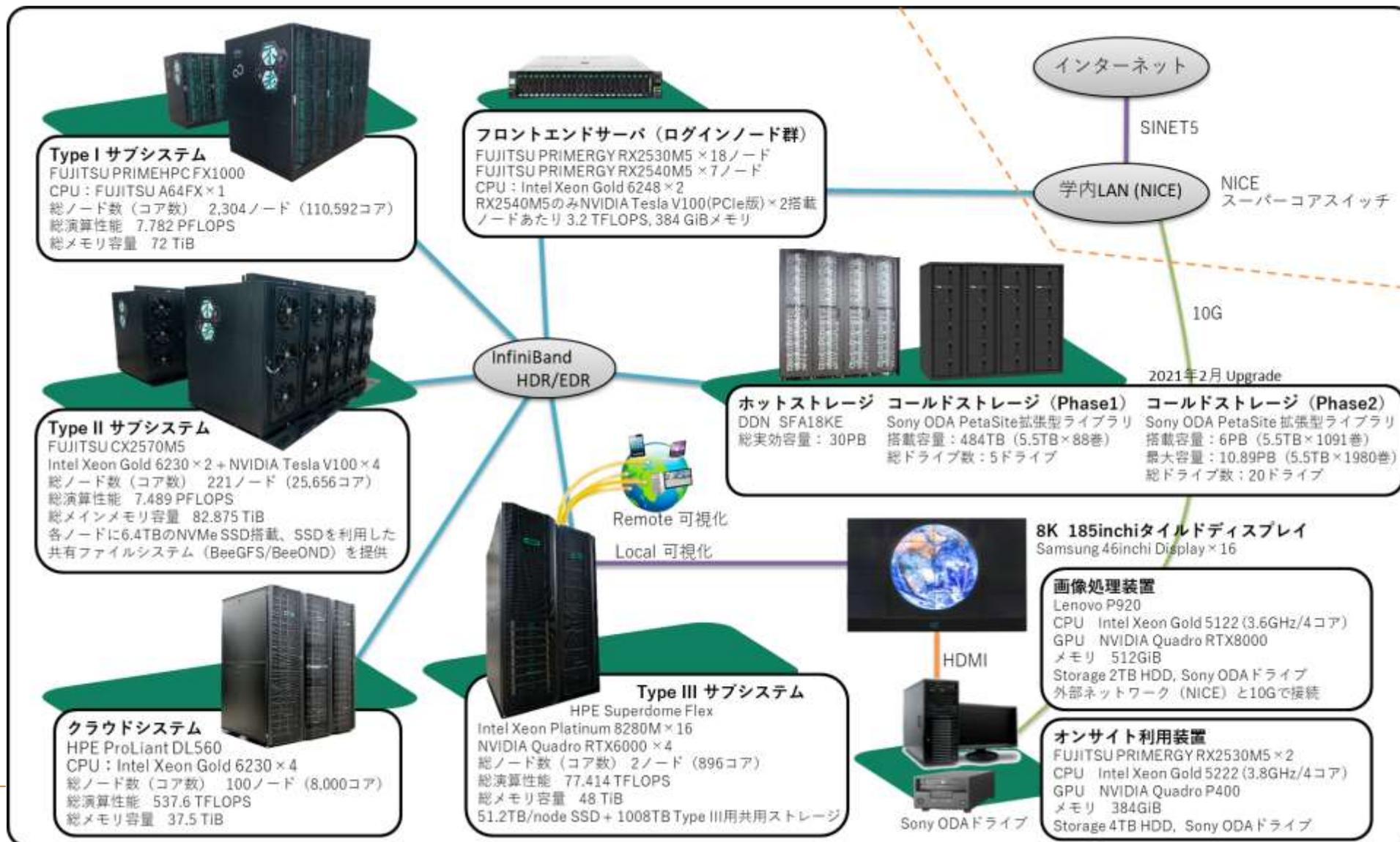
- ▶ これまでのアプリケーションに加え、台風のメカニズム解析、医療画像診断や遺伝子解析、自動運転への人工知能の適用等の研究を強力に推進



スーパーコンピュータ「不老」詳細

システムの構成と特徴

全体システム構成



高精細可視化システム

Type IIIサブシステム (HPE Superdome Flex)

77.4TFLOPS/48TiB MEM

Intel Xeon Platinum 8280M(2.7GHz,28Core)×16CPU×2 24TiB×2

NVIDIA Quadro RTX6000×4×2

HDD:実効容量500TB(RAID6)×2, NVMe:51.2TB×2



Quadro RTX6000



光ケーブル

SINET

リモート可視化

大規模共有メモリ:24TiB

スーパーコンピュータ共有ストレージ



ホットストレージ
DDN SFA18KE
総実行容量: 30PB



コールドストレージ
Sony ODA PetaSite 拡張型ライブラリ
搭載容量: 6PB (5.5TB×1091巻)
最大容量: 10.89PB (5.5TB×1980巻)

8Kタイルドディスプレイ

185inchi 8K高精細大画面タイルドディスプレイ

(総解像度: 7680×4320)

Samsung 46inchi Display×16



HDMI



画像処理装置
(Windows可視化サーバ)

Intel Xeon Gold 5122

3.6GHz 4 Cores, 512 GiB MEM

NVIDIA Quadro RTX8000

SATA-SSD 2TB

光Disk 5.5TBドライブ ODS-D380U



スーパーコンピュータ「不老」のファイルシステムの特徴

▶ 共有ホットストレージ (HDD RAID)

- ▶ 実効容量：30PB
- ▶ 理論性能：384 GB/s

▶ 共有コールドストレージ (光ディスクアーカイブ)

- ▶ 実効容量：6PB (搭載上限、10.89PB)
- ▶ ユーザによる光ディスク持ち込み可能
- ▶ 運用終了時にユーザに光ディスクを返却 (途中持ち出しも可能)

▶ Type IIサブシステムローカルストレージ

- ▶ NVMe SSD、合計1.3PB (ノード内6.4TB)
- ▶ 総合性能：640GB/s
- ▶ 100ノード分は「BeeGFS」により分散共有ストレージ化

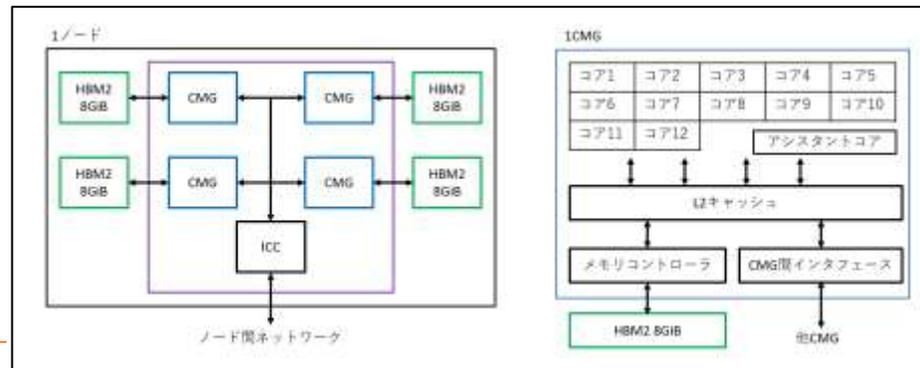
スーパーコンピュータ「不老」 Type I サブシステム



| | | |
|---------------|---------|---|
| 機種名 | | FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000 |
| 計算ノード | CPU | A64FX (Armv8.2-A + SVE), 48コア+2アシスタントコア (I/O兼計算ノードは48コア+ 4アシスタントコア), 2.2GHz, 1プロセッサ |
| | メインメモリ | HBM2, 32GiB |
| | 理論演算性能 | 倍精度 3.3792 TFLOPS, 単精度 6.7584 TFLOPS, 半精度 13.5168 TFLOPS |
| | メモリバンド幅 | 1,024 GB/s (1CMG=12コアあたり256 GB/s, 1CPU=4CMG) |
| ノード数、総コア数 | | 2,304ノード, 110,592コア (+4,800アシスタントコア) |
| 総理論演算性能 | | 7.782 PFLOPS |
| 総メモリ容量 | | 72 TiB |
| ノード間インターコネク | | TofuインターコネクD 各ノードは周囲の隣接ノードへ同時に合計 40.8 GB/s × 双方向で通信可能 (1リンク当たり 6.8 GB/s × 双方向, 6リンク同時通信可能) |
| ユーザ用ローカルストレージ | | なし |
| 冷却方式 | | 水冷 |

- 世界初運用のスーパーコンピュータ「富岳」型システム
- 自己開発のMPIプログラム向き
- 超並列処理用
- AIツールも提供

ノード内構成



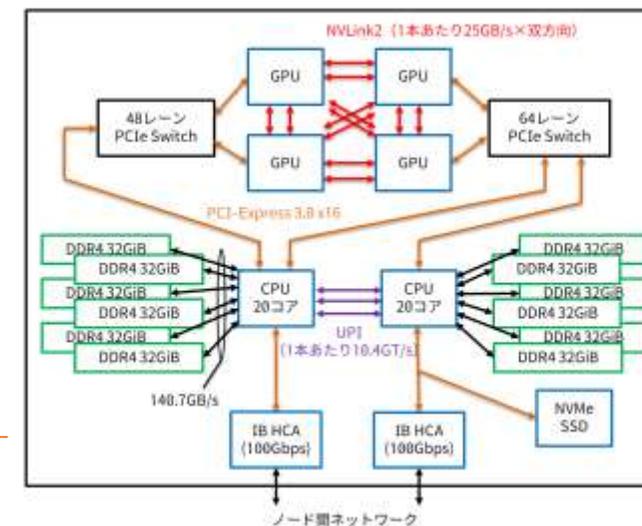
スーパーコンピュータ「不老」 Type II サブシステム



| | | |
|---------------|---|---|
| 種名 | FUJITSU Server PRIMERGY CX2570 M5 | |
| 計算ノード | CPU | Intel Xeon Gold 6230, 20コア, 2.10 - 3.90 GHz × 2ソケット |
| | GPU | NVIDIA Tesla V100 (Volta) SXM2, 2,560 FP64コア, up to 1,530 MHz × 4ソケット |
| | メモリ | メインメモリ(DDR4 2933 MHz) : 384 GiB (32 GiB × 6枚 × 2ソケット) デバイスメモリ(HBM2) : 32 GiB × 4ソケット |
| | 理論演算性能 | 倍精度 33.888 TFLOPS (CPU 1.344 TFLOPS × 2ソケット, GPU 7.8 TFLOPS × 4ソケット) |
| | メモリバンド幅 | メインメモリ 281.5 GB/s (23.464 GB/s × 6枚 × 2ソケット) デバイスメモリ 900 GB/s × 4ソケット |
| | GPU間接続 | NVLINK2 (1GPUから他の3GPUに対してそれぞれ50GB/s×双方向) |
| | CPU-GPU間接続 | PCI-Express 3.0 (x16) |
| ノード数、総コア数 | 221ノード、8,840 CPUコア + 2,263,040 FP64 GPUコア | |
| 総理論演算性能 | 7.489 PFLOPS (CPU 0.594 PFLOPS, GPU 6.895 PFLOPS) | |
| 総メモリ容量 | メインメモリ 82.875 TiB、デバイスメモリ 28.288 TiB | |
| ノード間インターコネクト | InfiniBand EDR 100 Gbps × 2, 200 Gbps | |
| ユーザ用ローカルストレージ | NVMe SSD 6.4TB, 一部ノードにて BeeGFS/BeeOND/NVMesh (ローカルストレージを使用した共有ファイルシステム) を提供 | |
| 冷却方式 | 水冷 | |

- データサイエンス研究、機械学習用のGPUクラスター型
- 最新GPU (Volta) 4台/ノード
- 充実したAIツール
- 高速SSDローカルディスク

ノード内構成



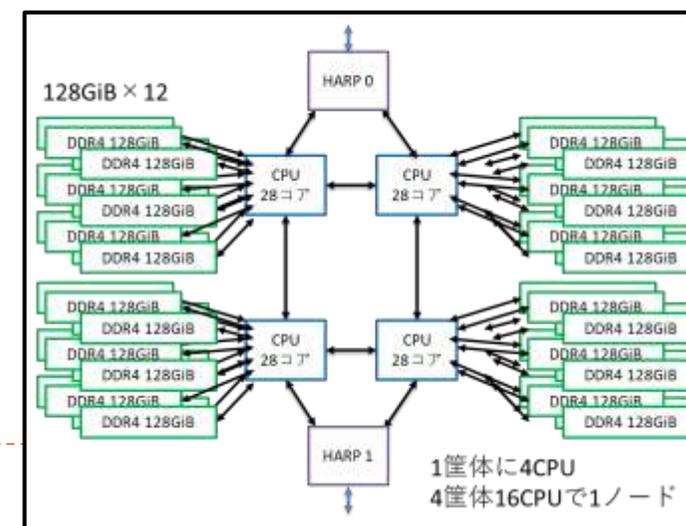
スーパーコンピュータ「不老」 Type III サブシステム



| | | |
|---------------|---|--|
| 機種名 | HPE Superdome Flex | |
| 計算ノード | CPU | Intel Xeon Platinum 8280M, 28コア, 2.70 - 4.00 GHz × 16 ソケット |
| | GPU | NVIDIA Quadro RTX6000 × 4 |
| | メモリ | メインメモリ(DDR4 2933 MHz) : 24 TiB (128 GiB × 12枚 × 16ソケット) デバイスメモリ(GDDR6) : 24 GiB × 4 |
| | 理論演算性能 | 倍精度 38.7072 TFLOPS (CPU 2419.2 TFLOPS × 16ソケット) |
| | メモリバンド幅 | メインメモリ 2252.544 GB/s (23.464 GB/s × 12枚(6チャンネル) × 16ソケット) |
| | CPU-GPU間接続 | PCI-Express 3.0 (x16) |
| | ノード数 | 2 |
| 総理論演算性能 | 77.414 TFLOPS (38.7072 TFLOPS × 2ノード) | |
| 総メインメモリ容量 | 48 TiB | |
| ノード間インターコネク | InfiniBand EDR 100 Gbps | |
| ユーザ用ローカルストレージ | ノードあたり500 TBの外部接続HDDストレージ 会話型処理用ノードに102.4 TBのNVMe SSDストレージ | |
| 冷却方式 | 空冷 | |

- 大規模共有メモリ (24TiB)
- プリポスト処理用、可視化処理用
- NICE DCVを用いたりリモート可視化
- 1ノードをバッチ処理、1ノードを会話型処理に利用

ノード内構成



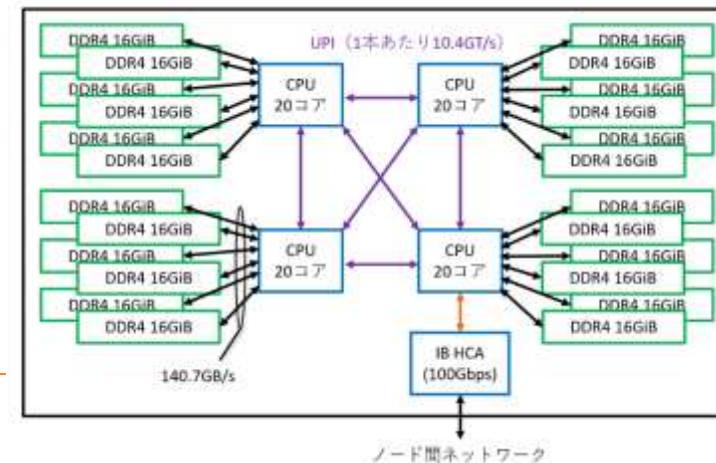
スーパーコンピュータ「不老」 クラウドシステム

| | | |
|---------------|--|--|
| 機種名 | HPE ProLiant DL560 | |
| 計算ノード | CPU | Intel Xeon Gold 6230, 20コア, 2.10 - 3.90 GHz × 4ソケット |
| | メモリ | メインメモリ(DDR4 2933 MHz) 384 GiB (16 GiB × 6枚 × 4ソケット) |
| | 理論演算性能 | 倍精度 5.376 TFLOPS (1.344 TFLOPS × 4ソケット) |
| | メモリバンド幅 | メインメモリ 563.136 GB/s (23.464 GB/s × 6枚 × 4ソケット) |
| ノード数 | 100 | |
| 総理論演算性能 | 537.6 TFLOPS (5.376 TFLOPS × 100 ノード) | |
| 総メインメモリ容量 | 37.5 TiB | |
| ノード間インターコネク | InfiniBand EDR 100 Gbps | |
| ユーザ用ローカルストレージ | なし | |
| 冷却方式 | 空冷 | |



- 研究室クラスタから移行しやすい Intel CPU搭載システム
- 高いノードあたりCPU性能（4ソケット）
- 時刻を指定してのバッチジョブ・インタラクティブ利用が可能

ノード内構成



スーパーコンピュータ「不老」 ホットストレージ

| メタデータサーバ(MDS) | |
|--------------------|--|
| 機種名 | FUJITSU PRIMERGY RX2540 M5 |
| CPU | Intel Xeon Gold 5222 (3.80GHz, 4コア) × 2 |
| メインメモリ | DDR4 192 GiB |
| HDD | SAS 900 GB 10krpm × 2 (RAID1) |
| Interconnect | InfiniBand EDR × 2 |
| SAN | FibreChannel 32 Gbps × 2 |
| OS | RedHat Enterprise Linux |
| ノード数 | 4台 |
| メタデータストレージサーバ(MDT) | |
| 機種名 | FUJITSU ETERNUS AF250 S2 |
| SSD | RAID1+0 [4D+4M] × 2 + 2HS RAID1+0 [3D+3M] × 1 + 2HS |
| ノード数 | 1台 |

| データストレージ(OSS/OST) | |
|-------------------|---|
| 機種名 | DDN SFA18KE × 1台 DDN SS9012 × 10台 |
| HDD | NL-SAS 14TB 7.2krpm × 730、RAID6 [8D+2P] 30 Device × 24 DCR Pool + 10HS |
| Interconnect | InfiniBand EDR × 8 |
| 搭載セット数 | 4 |
| 総容量 | |
| 物理容量 | 40.32 PB (Global Spareを除く) |
| 実効容量 | 約 30.44PB |

- 大容量：30.44 PB（実効容量）
- 超高速アクセス性能：384 GB/s



スーパーコンピュータ「不老」 コールドストレージ

フェーズ1: 2020年7月1日より稼働開始

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| 機種名 | PetaSite 拡張型 Library |
| カートリッジ数 (総カートリッジ数 / 最大搭載可能カートリッジ数) | 88巻 / 88巻 |
| 総物理容量 / 最大搭載可能容量 | 484 TB / 484 TB |
| 総ドライブ数 | 6 |
| ODAサーバ数 | 1 |

フェーズ2: 2021年2月1日より稼働開始

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| 機種名 | PetaSite 拡張型 Library |
| カートリッジ数 (総カートリッジ数 / 最大搭載可能カートリッジ数) | 1,092巻 / 1,980巻 |
| 総物理容量 / 最大搭載可能容量 | 6 PB / 10.89 PB |
| 総ドライブ数 | 20 |
| ODAサーバ数 | 4 |



- 1度書き込み (追記) のみの光ディスクストレージ
- 実験データ等の長期データ保存用
- 理論上100年データ保持可能
- 水にぬれても読み出せる
- サービス終了後ユーザに光ディスクを返却

スーパーコンピュータ「不老」 ハードウェア構成一覽

| サブシステム名 / 装置名 | 機種名 | システムあたり | | | | ノードあたり | | | | | | Hot Storage HDD ※3 | Cold Storage ※4 |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|----------|-----------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------|--|-----------------------------|-----------------------|
| | | 総理論 演算性能(PF) | 総主記 憶容量 (TiB) | ノード 数 | Storage | 演算性能 (TFLOPS) | メモリ容 量(GiB) | CPU数 (Core数) | GPU数 | ローカル ストレージ | CPU | | |
| Type I (「富岳」型) | PRIMEHPC FX1000 | 7.782 | 72 | 2304 | | 3.379 | 32 (HBM2) | 1 (48コア) | | | A64FX ArmV8.2-A+SVE | ○ | |
| Type II (GPU搭載) | PRIMERGY CX2570 M5 | 7.489 | 82.875 | 221 | ※1 1.3PB (NVMe) | 33.888 | 384 | 2 (40コア) | 4 (TeslaV100) | | Xeon Gold 6230 (2.1GHz/20コア) x2 | ○ | |
| Type III (大規模共有メモリ) | HPE Superdome Flex | 0.0774 | 48 | 2 | 0.5PB (HDD) | 38.707 | 24TiB | 16 (448コア) | 4 (RTX6000) | 51.2TB (NVMe SSD) | Xeon Platinum 8280M (2.7GHz/28コア) x16 | ○ | |
| クラウド | HPE ProLiant DL560 | 0.5376 | 37.5 | 100 | | 5.376 | 384 | 4 (80コア) | | | Xeon Gold 6230 (2.1GHz/20コア) x4 | ○ | |
| ログイン ノード | PRIMERGY CX2530 M5 (システムII以外) | | | 18 | | 3.2 | 384 | 2 (40コア) | | ※2 19.2TB (SSD) | Xeon Gold 6248 (2.5GHz/20コア) x2 | ○ | ○ |
| | PRIMERGY CX2540 M5 (システムII) | | | 7 | | 3.2 | 384 | 2 (40コア) | 2 (TeslaV100) | | Xeon Gold 6248 (2.5GHz/20コア) x2 | ○ | |
| 画像処理装置 | Lenovo P920 | | | 1 | | 0.25 | 512 | 1 (4コア) | 1 (RTX8000) | 2TB (HDD) | Xeon Gold 5122 (3.6GHz/4コア) | | |
| オンサイト利用装置 | PRIMERGY CX2540 M5 | | | 2 | | 0.486 | 384 | 1 (4コア) | 1 (P400) | 8TB (HDD) | Xeon Gold 5222 (3.8GHz/4コア) | ○ | |
| 計 | | 15.886 | 240.375 | | | | | | | | | | |

※1) 100ノードにまたがるローカルファイルシステム (50ノードはRAID6構成)
 ※2) Sony社製光Diskライブラリ制御用のログインノードにのみ19.2TBのSSDを搭載
 ※3) FEFS共有ファイルシステム 実行容量 30PB
 ※4) Sony社製光Diskライブラリ装置 最大搭載容量 9.6PB (導入時 6PB搭載)。専用のログインノードから利用。

スーパーコンピュータ「不老」 ソフトウェア利用環境について

- ▶ 「不老」はサブシステムごとにハードウェア構成や主な用途が異なるため、使えるソフトウェアが異なる
- ▶ 提供ソフトウェアの多くはmoduleコマンドによって制御されている
 - ▶ module availコマンドで利用可能なmoduleを確認できる
 - ▶ module loadすることで利用可能になる
 - ▶ module helpで使用方法などを確認できる
 - ▶ 一部のmoduleは特定のmoduleをloadすることでさらにload可能になる
 - ▶ メンテナンスのタイミングなどでバージョンアップ
 - ▶ バージョンアップ情報はHPCポータルやシステム速報にて提供
 - ▶ 詳細は利用手引書を参照
 - ▶ 一般ユーザによるpipやSpackの利用は自由

スーパーコンピュータ「不老」 ソフトウェア利用環境：プログラム開発環境など

| | | フロントエンド システム | Type I サブシステム | Type II サブシステム | Type III サブシステム | クラウド サブシステム | 画像処理 サーバ | オンサイト 利用装置 | 企業利用 |
|---|---|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|---------------|------|
| FUJITSU Technical Computing Suite | コンパイラ (Fortran, C/C++) プロファイラ/デバッガ MPI, 数値計算ライブラリ | ○ | ○ | | | | | | ● |
| Arm Forge Professional | プロファイラ/デバッガ/最適化 | ○ | | ○ | ○ | | | | ● |
| Intel Parallel Studio Computing Suite | コンパイラ (Fortran, C/C++), プロファイラ/デバッガ, MPI, 数値計算ライブラリ | ○ | | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| PGI Professional Edition → NVIDIA HPC SDK | コンパイラ (Fortran, C/C++, OpenACC, CUDA Fortran), プロファイラ/デバッガ, MPI, 数値計算ライブラリ | ○ | | ○ | | | | | ● |
| NVIDIA CUDA SDK | GPU統合開発環境 | ○ | | ○ | | | | | ● |
| Singularity | コンテナ環境 | ○ | | ○ | | | | | ● |
| その他 | GV, Gfortran, GCC, perl, Python, Ruby, R, Emacs, vi, nkf, etc. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ● |
| | OpenGL | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ | ● |

スーパーコンピュータ「不老」 ソフトウェア利用環境：ライブラリ

| | | フロントエンドシステム | Type Iサブシステム | Type IIサブシステム | Type IIIサブシステム | クラウドサブシステム | 画像処理サーバ | オンサイト利用装置 | 企業利用 |
|----------------|---|-------------|--------------|---------------|----------------|------------|---------|-----------|------|
| 数値計算ライブラリ | FFTW, SuperLU, SuperLU MT, SuperLU DIST, METIS, MT-METIS, ParMETIS, Scotch, PT-Scotch, PETSc, MUMPUS, Xabclib ppOpen-HPCライブラリ： ppOpen-APPL, ppOpen-AT, ppOpen-MATH 精度保障ライブラリ： LINSYS_V, DHPMM_F | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| 入出力フォーマットライブラリ | NetCDF, Parallel netCDF, HDF5, JHPCN-DF | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| 画像処理ソフトウェア | OpenCV, Geant4 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| 機械学習ソフトウェア | Caffe, Chainer, Keras, PyTorch, TensorFlow, Theano, Mxnet, ONNX パッケージ： conda, Numpy, Scipy, scikit-image, pillow, matplotlib, jupyterlab | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |

スーパーコンピュータ「不老」 ソフトウェア利用環境：解析ソフトウェア

| | | フロントエンドシステム | Type Iサブシステム | Type IIサブシステム | Type IIIサブシステム | クラウドサブシステム | 画像処理サーバ | オンサイト利用装置 | 企業利用 |
|----------|---|-------------|--------------|---------------|----------------|------------|---------|-----------|------|
| 流体解析 | OpenFOAM, FrontFlow blue/red | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| 構造解析 | LS-Dyna | | | ○ | | | | | |
| | FrontISTR | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ● |
| 計算化学解析 | AMBER | | ○ | ○※2 | | ○ | | | |
| | Gaussian, Gamess, Gromacs, LAMMPS, NAMD | | ○ | ○※2 | | ○ | | | ● |
| | Modylas | | ○ | ○ | | ○ | | | ● |
| メッシュャー | Pointwise | ○ | | | ○※1 | | | | |
| 統合ソフトウェア | HyperWorks | | | ○※2 | | ○ | | | |

※1 Type IIIサブシステムの会話型ノード(lm01)で利用可。

※2 CPU並列版の他にGPU対応版が利用可。

スーパーコンピュータ「不老」 ソフトウェア利用環境：可視化ソフトウェア

| | | フロントエンド システム | Type I サブシステム | Type II サブシステム | Type III サブシステム | クラウド サブシステム | 画像処理 サーバ | オンサイト 利用装置 | 企業利用 |
|-----------|-------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|---------------|------|
| リモート可視化 | NICE DCV | ○ | | | ○※1 | | | | ● |
| 可視化ソフトウェア | FieldView | ○ | | | ○ | | ○ | ○ | |
| | AVS/Express, Paraview, POV-Ray, VMD | ○ | | | ○ | | ○ | ○ | ● |
| | 3D AVS Player, ffmpeg, ffplay | ○ | | | ○※1 | | ○ | ○ | ● |
| | IDL, ENVI | ○ | | | ○ | | ○ | | |
| | MicroAVS | | | | | | ○ | | ● |
| | 3dsMax, Visual Studio Pro | | | | | | ○ | | |

※1 Type IIIサブシステムの会話型ノード(lm01)で利用可。

計算サブシステムの使い分け

どのサブシステムを使えば良いのか

各サブシステムの特徴から選ぶ

▶ Type Iサブシステム

- ▶ 特徴：FX100の後継機、「富岳」と同じアーキテクチャ、ノード数が多い
- ▶ 主な対象利用者：FX100や「富岳」で実績のあるプログラムを動かしたい、富士通コンパイラを使いたい、大規模分散(MPI)並列実行したい

▶ Type IIサブシステム

- ▶ 特徴：Intel CPU + NVIDIA GPU、ローカルSSD搭載
- ▶ 主な対象利用者：GPUを使いたい、高いI/O性能が欲しい

▶ Type IIIサブシステム

- ▶ 特徴：大容量メモリ環境、可視化システムと接続
- ▶ 想定される利用者：大容量メモリを使いたい、可視化システムを使いたい

▶ クラウドシステム

- ▶ 特徴：インタラクティブ実行、Intel CPU×4ソケット搭載
- ▶ 想定される利用者：インタラクティブ処理がしたい、高いノード内CPU並列演算性能が欲しい、研究室のワークステーション・小規模クラスターの代わりに使いたい

用途から選ぶ (1 / 3)

▶ 旧システム利用者はどのシステムを使うのがオススメ？

- ▶ 旧FXシステム → Type Iサブシステム
- ▶ 旧CXシステム → Type IIサブシステム または クラウドシステム
- ▶ 旧UVシステム → Type IIIサブシステム

用途から選ぶ (2/3)

▶ 対象プログラムの属性とサブシステムの対応

- ▶ 大規模分散(MPI)並列 → Type Iサブシステム
- ▶ GPU、高速I/O → Type IIサブシステム
- ▶ 可視化、大容量メモリ → Type IIIサブシステム
- ▶ ノード内CPU並列実行で高い計算性能 → クラウドシステム
 - ▶ OpenMP並列化は行えているがMPI並列化は行えていない場合など
- ▶ 機械学習 → Type Iサブシステム または Type IIサブシステム
 - ▶ 対象プログラム（利用するフレームワークなど）がGPU向けに最適化されているならType II、「富岳」向けに最適化されているならType I
- ▶ インタラクティブ実行 → 大容量メモリも必要ならType IIIサブシステム、それ以外はクラウドシステム
- ▶ 研究室のワークステーションや小規模PCクラスタ（Core i, Xeonなどx86系のCPUを搭載）の代わりに使いたい、高速化・大規模化したい
 - GPUを使いたいならType IIサブシステム、それ以外はクラウドシステム

用途から選ぶ (3 / 3)

- ▶ 「○○というソフトウェアを使いたいのだが？」
 - ▶ 「ソフトウェア利用環境」の表に従う、以下のWebページでも公開中
 - ▶ <http://www.icts.nagoya-u.ac.jp/ja/sc/software.html>
 - ▶ それ以外は、利用実績を元に考えると良い
 - ▶ 「富岳」での利用実績がある → Type Iサブシステム
 - ▶ GPUを用いた利用実績がある → Type IIサブシステム
 - ▶ それ以外 → クラウドシステム、大容量メモリが必要であればType IIIサブシステム
 - ▶ 各サブシステムに適したコンパイラの違いも参考に
 - ▶ Type I : 富士通、LLVM
 - ▶ Type II : Intel、LLVM、GNU、~~PGI~~ NVIDIA
 - ▶ Type III : Intel、LLVM、GNU
 - ▶ クラウド : Intel、LLVM、GNU
 - ▶ ※OSSとして公開されているソフトウェア等を自分でコンパイルして利用する場合は、対応するコンパイラや関係するライブラリの情報も確認してサブシステムを選択してください

利用料金体系

2022年度版

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (1/8)

▶ 前払い定額制 (プリペイド形式)

- ▶ 利用すべき資源の料金を前払いして利用
- ▶ **利用ポイント**に変換して利用

▶ 単年度会計(4月1日～翌年3月31日)

- ▶ 年度途中で申込み可能だが、利用終了は年度末
- ▶ 年度末に余った利用ポイントは没収

▶ 一度の申込みで全てのサブシステムと可視化システムを利用可能

- ▶ Type I、Type II、Type III、クラウド 全て共通

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (2/8)

▶ アカデミックユーザ（大学、研究機関など所属）向けプラン

▶ 基本負担金

- ▶ 利用登録1名につき年額10,000円
- ▶ 10,000利用ポイントを付加（他ユーザへの譲渡不可）

▶ 追加負担金

- ▶ 1,000円単位で追加が可能
- ▶ 50万円未満： 1円あたり1ポイント付加
- ▶ 50万円以上： 1円あたり1.25ポイント付加

※利用審査なし

- ▶ 予算（運営費交付金や科研費など）が確認できる、平和利用に限る、といった基本的な条件を満たせばOK
- ▶ 利用後の報告等も不要（成果登録にはご協力いただけると助かります）

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (3/8)

▶ Type Iサブシステム（「富岳」型ノード）消費ポイント

▶ 計算課金：利用ノード数×経過時間[s] × 0.0056

▶ 基本負担金 1万円 = 1万ポイント付加で利用可能な目安

□ 1ノードを 約 21日

□ 4ノードを 約 5日

▶ 10万円（基本利用料金 1万円、追加料金 9万円）

= 10万ポイント付加で利用可能な目安

□ 1ノードを 約 207日

□ 4ノードを 約 52日

□ 8ノードを 約 26日

▶ 1ノードの年間利用額：約 16万9000円

□ 保守日等を考慮し年間 350日利用できると仮定、以下同様

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (4/8)

▶ Type IIサブシステム (GPUノード) 消費ポイント

▶ 計算課金：利用GPU数×経過時間[s] × 0.007

※ cx-shareリソースグループを使った場合のみGPU=1で計算されます

▶ 基本負担金 1万円

= 1万ポイント付加で利用可能な目安

□ 1ノード (1 GPU) を 約 17日

□ 1ノード (4 GPU) を 約 4日

▶ 10万円 (基本利用料金1万円、追加料金9万円)

= 10万ポイント付加で利用可能な目安

□ 1ノード (1 GPU) を 約 165日

□ 1ノード (4 GPU) を 約 41日

□ 4ノード (16GPU) を 約 10日

▶ 1ノード (4 GPU) の年間利用額：約 84万7000円

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (5/8)

▶ Type IIIサブシステム（バッチ処理）、およびクラウドシステムの消費ポイント

▶ 計算課金：利用ソケット数×経過時間[s] × 0.002

▶ 基本負担金 1 万円
= 1 万ポイント付加で利用可能な目安

□ 1ソケットを 約58日

□ 4ソケットを 約14日

▶ 10万円（基本利用料金1万円、追加料金9万円）
= 10万ポイント付加で利用可能な目安

□ 4ソケットを 約145日

□ 32ソケットを 約18日

▶ 2ソケットの年間利用額：約12万1000円

◆ Type III：1ソケット当たり28コア
◆ クラウド：1ソケット当たり20コア

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (6/8)

▶ Type IIIサブシステム（会話型処理）消費ポイント

- ▶ 計算課金：利用CPUコア数×経過時間[s]×0.002
- ▶ 各計算サブシステムの備えるinteractiveジョブクラスはバッチジョブ扱いの課金です（fx-interactive, cx-interactive, cxgfs-interactive, cl-interactive）
- ▶ 2020年度に適用されていたログインノード上での処理に対するポイント消費は撤廃されました。
 - ▶ ただし、ログインノード上での並列度やメモリ使用量が大ききなプログラム、実行時間が長いプログラムの実行は他のユーザに影響するためおやめください。そのようなプログラムは強制終了させる可能性もあります。

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (7/8)

▶ ホットストレージ

▶ ファイル課金

- ▶ 1 TB 以下の場合(Home + Large)：徴収しない
- ▶ ファイルの使用容量が1 TB を超えた場合：
超えた容量について、1 GB につき 1 日当たり 0.01 ポイント
- ▶ 例) 2TB(2000GB)利用：1000GBが課金対象
⇒ 10ポイント/日 ⇒ 300円/30日、3,500円/350日
(保守などで停止する日については徴収しない)

※128TBを超える場合は、全体容量を考慮して、削除依頼
をさせていただくことがあります【予定】。

※128TBを超える容量が必要な場合は、事前に相談ください。

スーパーコンピュータ「不老」 課金体系 (8/8)

▶ コールドストレージ

▶ ファイル課金

▶ 1口：50TB

□ 1回だけ書き込める（追記可能）の光ディスク×10枚（1枚約5TB）

▶ ファイル負担経費（初回利用時のみ必要）：1口 190,000円

▶ ファイル管理経費（毎年必要、基本負担金とは別）：1口 10,000円

※ユーザの利用終了時、もしくは、スーパーコンピュータ「不老」運用終了時に、光ディスクを持ち帰りいただけます。

スーパーコンピュータ「不老」 新サービス：ノード準占有利用

▶ ノード準占有利用

- ▶ 1時間以内のジョブ実行開始を保証
- ▶ バッチ利用のみ

▶ 1ノード、1ヶ月間の利用負担金

- ▶ Type IIサブシステム：210,000円（通常価格の約2.8倍）
- ▶ クラウドシステム：62,000円（通常価格の約2.8倍）

スーパーコンピュータ「不老」 新サービス：クラウドノード予約利用

▶ クラウドノード予約利用

- ▶ 専用の予約システム「UNCAI」（Webブラウザで操作）でノードを予約して利用する

▶ 利用料金

- ▶ 計算課金：**利用コア数 × 経過時間[s] × 0.0001**
（ソケット当たりコア数を考えればバッチ実行と同等）
 - ▶ 1ソケット当たり20コア、10コア（0.5ソケット）から利用可能
 - ▶ 利用可能なメモリ容量もコア数に比例
 - ▶ **基本負担金1万円でXeon Gold 20コア1ソケットを約58日間使用可能**

スーパーコンピュータ「不老」 新サービス：グループ利用

▶ グループ利用

- ▶ 1口10人まで、10万円で100,000ポイント付与
 - ▶ 参考：2020年度は20人まで20万円で200,000ポイント
- ▶ 登録料なし
- ▶ 個人利用（個別に1万円×10人が個別に基本負担金を払う）との違い
 - ▶ 100,000ポイントを10人で共有して利用可能
 - ▶ 個人利用の基本負担金で付与された10,000ポイントは他者と共有して利用できない

お試し利用、リテラシー利用

▶ トライアルユース

- ▶ ソフトウェアの動作確認などへの利用を想定し、無料で利用できる制度
- ▶ お1人様1回限り利用可能、企業においては同一の課で1回限り利用可能
- ▶ アカデミックユーザは無審査、企業ユーザは書類審査あり
- ▶ 10,000ポイント付与、有効期限1ヶ月
- ▶ 終了後に報告書を提出していただきます

▶ リテラシー利用（アカデミックユーザのみ）

- ▶ 名大学内外の学部・大学院等の講義や演習で利用いただける制度
- ▶ 利用登録25件につき10,000円、50,000ポイント付与
- ▶ 有効期限：上限6ヶ月（講義・演習実施期間に依存）
- ▶ ゼミでの利用も可能（一般的にシラバスに講義として掲載されるため）

スーパーコンピュータ「不老」 民間利用制度（産業利用）

▶ 書類での審査があります。

▶ 公開型

- ▶ 10アカウントまで **20万円**

- ▶ ポイント購入費用がアカデミック利用の**2倍**（20万円で100,000ポイント）

- ▶ 企業名、課題名、報告書をWebで公開（延期制度あり）

▶ 非公開型

- ▶ 10アカウントまで **40万円**

- ▶ ポイント購入費用がアカデミック利用の**4倍**（20万円で100,000ポイント）

- ▶ 外部に情報は非公開（ただし内部会議では情報が出ます）

▶ 追加負担金も同額です。

申込み金額に応じたポイント優遇はございません。
詳しくは、産業利用のパンフレットをご参照ください。

優先ジョブクラス（アカデミック・民間）

▶ TypeI、TypeII、クラウドの各サブシステム

- ▶ ポイントを**通常の2倍**消費することで利用可能なジョブクラス
- ▶ 専用のキューにジョブを投げることで利用
- ▶ 通常のジョブクラスが混んでいるときでも早く実行したい、というユーザの利用を想定

- ▶ （優先ジョブクラスも混んでしまったらすいません）

コンサルティング

- ▶ 並列化、利用高度化、ISVアプリの利用方法などに関するコンサルティングを行っています。
- ▶ 本センター教職員や学内外の専門家で構成される専門分野相談員によるコンサルティング（面談）ができます。
 - ▶ Web受付 Q&A SYSTEM
 - ▶ 各種ご質問、ご相談等は下記Webサイトからお問合せください。
 - ▶ <https://qa.icts.nagoya-u.ac.jp/>
 - ▶ 面談相談
 - ▶ 実際に画面を見ながらなど、電話やメールでは伝えにくいご質問やご相談は面談でも受け付けています。
 - ▶ 事前にお約束の上、本センター3階図書室内のIT相談コーナーにお越しくください。または、相談員が訪問させていただくことも可能です。
 - 連絡先：052-789-4366（IT相談コーナー直通）、または上記のQ&A SYSTEMから

可視化設備

▶ 情報基盤センター可視化室（本館1階）

▶ 可視化室の利用は予約制となります

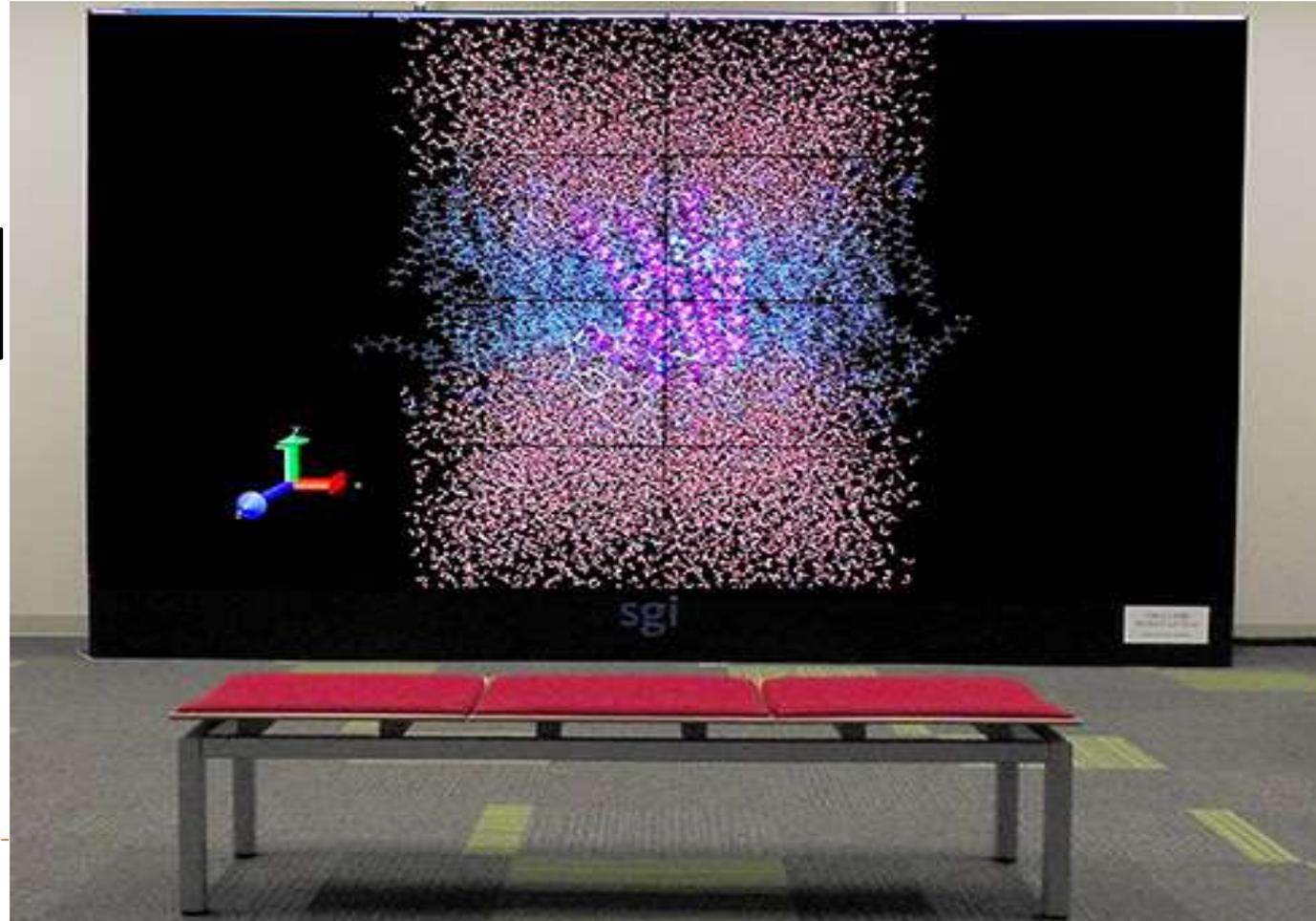


- 8K 185型タイルドディスプレイ
- 全天周映像視聴システム
- 円偏光立体視システム など

可視化設備

- ▶ 情報基盤センター可視化室（本館1階）
 - ▶ 可視化室の利用は予約制となります

8K 185型
タイルドディスプレイ



利用者支援室

- ▶ 情報基盤センター利用者支援室（本館3階）
 - ▶ 利用者支援室の利用は予約制となります



訪問者が現地で利用可能な機材

▶ 画像処理装置（1F可視化室）

- Windows10が動作するデスクトップパソコン（1台）
- 対話型のプリ・ポスト処理や共有ファイルストレージの大容量ファイル取り扱い用
- 10Gbps SINETによる高速インターネットが利用可能
- USB外付けHDDやディスクメディア（Blu-rayディスク）を持ち込んでホットストレージに対するデータの読み書きが可能
- 可視化室に設置された185インチ8K高精細ディスプレイに接続、大規模データの高品位なプリポスト処理やコンテンツ生成に活用可能

画像処理装置



▶ オンサイト利用装置（3F利用者支援室）

- Linuxが動作する計算サーバ（2台）
- 対話型のプリ・ポスト処理、スーパーコンピュータシステムとの大容量ファイル取り扱い用
- USB外付けHDDや光ディスクメディア（Blu-rayディスク）を持ち込んでホットストレージに対するデータの読み書きが可能
- 予約制の部屋貸し切りで、ハードディスク持ち込みで大規模データの入力、回収が可能

オンサイト利用装置



ODA単体ドライブ



- コールドストレージの光ディスクアーカイブと互換性のあるUSB接続ドライブ
- 画像処理装置・オンサイト利用装置に接続して利用可能
- 郵送による貸し出しも可能（専用BOXを用意）

スーパーコンピュータ「不老」の利用方法

具体的な利用手順

マニュアルなどの入手方法

- ▶ **スパコンへのログインなど初歩的なことや最新のTips（便利な使い方）、最適化のためのお役立ち情報など**
 - ▶ 情報基盤センターのWebページで誰でも入手可能
 - ▶ 「スーパーコンピュータ「不老」基本マニュアルおよび関連資料」
 - ▶ <http://www.icts.nagoya-u.ac.jp/ja/sc/usage.html>

- ▶ **各サブシステムの詳細なマニュアルなど**
 - ▶ HPC Portalからダウンロード
 - ▶ 「不老」のアカウントを持つ利用者のみがアクセス可能
 - ▶ <https://portal.cc.nagoya-u.ac.jp/>

基本的な使い方

- ▶ SSH公開鍵の設定、マニュアルの閲覧：HPC PortalにWebアクセス
- ▶ バッチジョブ：SSHで接続し、バッチジョブシステムにジョブを登録
- ▶ クラウドシステムの時間指定ジョブ実行：Webシステム（UNCAI）から予約、時間になったらSSHで接続して利用

- ▶ 多くのスパコンと同様、「不老」もバッチジョブシステムでプログラムの実行を管理
 - ▶ 多数のユーザの多数のジョブを効率よく処理するため
- ▶ 利用者はSSH接続環境を整備しジョブスクリプトの書き方を習得する必要がある

利用登録からログインまでの手順

1. 利用登録

- ▶ 「申請書類一覧」のページから申請書をダウンロードして記入押印し郵送
- ▶ <http://www.icts.nagoya-u.ac.jp/ja/sc/riyou/apps.html>

2. パスワード入手

- ▶ 郵送されるのを待つ
- ▶ ペーパーレス化については学内ユーザ向け限定で対応開始しています

3. SSH接続環境とSSH公開鍵の準備

4. HPCポータルへのログインとSSH公開鍵の登録

5. SSHアクセス

接続先

▶ SSH接続先

| 対象計算サブシステム | SSH接続先 | 備考 |
|-----------------------|------------------------------|----------|
| Type Iサブシステム | flow-fx.cc.nagoya-u.ac.jp | |
| Type Iサブシステム (HPCI) | hpcifx.cc.nagoya-u.ac.jp | |
| Type IIサブシステム | flow-cx.cc.nagoya-u.ac.jp | GPU搭載 |
| Type IIサブシステム (HPCI) | hpcicx.cc.nagoya-u.ac.jp | GPU搭載 |
| Type IIIサブシステム | flow-lm.cc.nagoya-u.ac.jp | GPU搭載 |
| Type IIIサブシステム (可視化用) | post.cc.nagoya-u.ac.jp | リモート可視化用 |
| クラウドシステム | flow-cloud.cc.nagoya-u.ac.jp | |

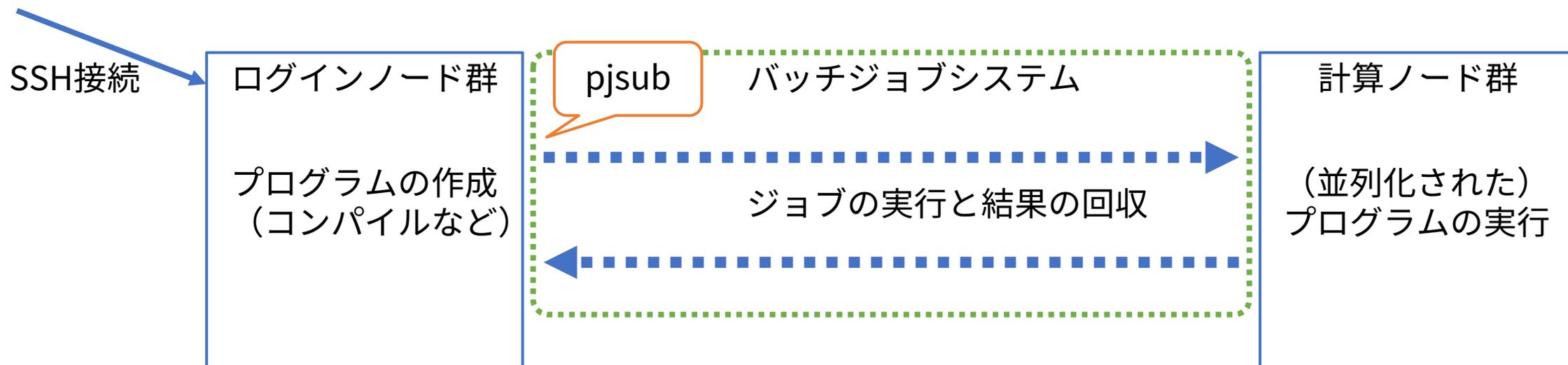
▶ HPC Portal : <https://portal.cc.nagoya-u.ac.jp/>

▶ UNCAI : <https://portal.cc.nagoya-u.ac.jp/reserve/>

バッチジョブシステムの操作

- ▶ (スパコンでは一般的ですが) 計算ノードにジョブを実行させたり情報を取得したりするには、内容と実行方法を記述したジョブスクリプトと、ジョブ制御用のコマンドを使います
- ▶ Type I, II, III, クラウドの各計算サブシステムで共通のジョブ制御用コマンドが使えます
- ▶ **主なジョブ制御用コマンド**
 - ▶ pjsub : ジョブを投入する (プログラムの実行を指示する)
 - ▶ pjstat, pjstat2 : ジョブの投入状況を確認する
 - ▶ pjdel : 投入したジョブを削除する
 - ▶ 各コマンドの詳細や指定できる引数についてはmanコマンドや--helpオプションで確認してください

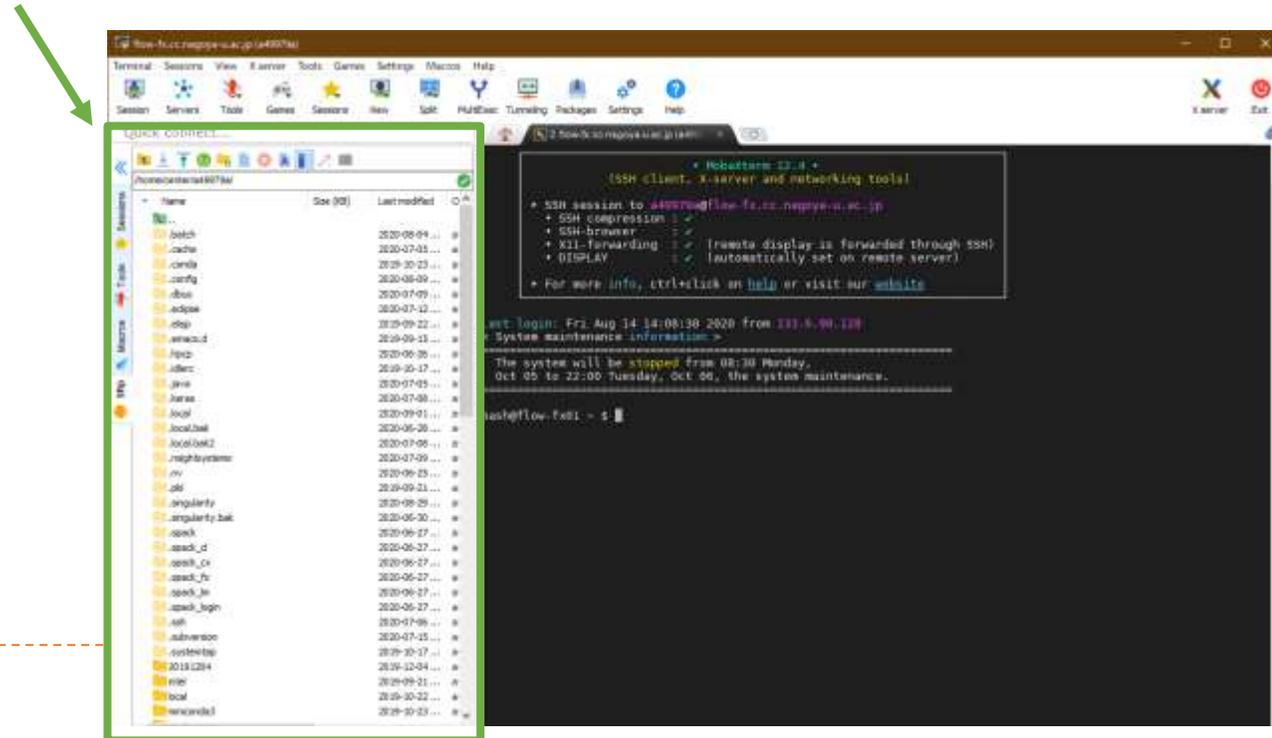
利用イメージ



- 利用者はログインノード上でプログラムの作成・コンパイルなどを行い、計算ノード上でのプログラム実行はバッチジョブシステムが担当。プログラムの作成はソースコードをsftpなどで送付しても良いし、ログインノード上のエディタで行っても良い。

手元のPCとスパコンの間のデータ送受信

- ▶ **scpやsftpを使う必要がある**
 - ▶ LinuxやMacでは（おそらく）上記のコマンドが使える
 - ▶ Windowsでは対応するアプリケーションをインストールする
 - ▶ WinSCPやFileZillaなどを使う
 - ▶ MobaXtermは左側のツリービューでファイルのUpload/Downloadが可能



リソースグループの選択

- ▶ **実行したいジョブの設定に合わせてリソースグループ（キュー）を選択する必要がある**
 - ▶ ユーザから見れば何も気にせずに実行できるのが楽だが、大量のジョブをスムーズに実行するにはユーザの協力が不可欠
 - ▶ 基本的には利用するノード数や実行したい時間が適切なものを選べば良い
 - ▶ 指定した利用時間を過ぎると問答無用で強制終了されます
- ▶ ちょうど良いリソースグループ・空いているリソースグループを適切に選んで効率よく利用してください

Type Iサブシステム

| リソースグループ名 | 最小ノード数 | 最大ノード数 | 最大CPUコア数 | 最長実行時間(デフォルト値) | 最長実行時間(最大値) | 最大メモリ容量(*) | 割当方法(トーラス) | 割当方法(離散) | 備考 |
|---------------------|--------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| fx-interactive | 1 | 4 | 192 | 1時間 | 24時間 | 28 GiB x 4 | 不可 | 可 | 会話型バッチ |
| fx-debug | 1 | 36 | 1,728 | 1時間 | 1時間 | 28 GiB x 36 | 不可 | 可 | 短時間デバッグ用 |
| fx-extra | 1 | 36 | 1,728 | 1時間 | 12時間 | 28 GiB x 36 | 不可 | 可 | 12時間ノード縮退運転用 |
| fx-small | 1 | 24 | 1,152 | 12時間 | 168時間 | 28 GiB x 24 | 不可 | 可 | 1 BoB単位 |
| fx-middle | 12 | 96 | 4,608 | 12時間 | 72時間 | 28 GiB x 96 | 可 | 可 | 2 シェルフ単位 |
| fx-large | 96 | 192 | 9,216 | 12時間 | 72時間 | 28 GiB x 192 | 可 | 可 | 1/2 ラック単位 |
| fx-xlarge | 96 | 768 | 36,864 | 12時間 | 24時間 | 28 GiB x 768 | 可 | 可 | 2 ラック単位 |
| fx-special | 1 | 2,304 | 110,592 | unlimited | unlimited | 28 GiB x 2,304 | 可 | 可 | 事前予約制 |
| fx-middle2 | 1 | 96 | 4,608 | 12時間 | 72時間 | 28 GiB x 96 | 可 | 可 | 実行優先度強化型(‡) |

* ノードあたり搭載メモリ容量は32GiBですが、そのうちユーザープログラムが使用可能な容量は28GiBです。

‡ 他のジョブクラスよりも優先して実行されますが、実行には経過時間1秒につき通常の2倍のポイントが必要です。

Type IIサブシステム

| リソース グループ名 | 最大 ノード数 | 最大 CPUコア数 | 最長実行時間 (デフォルト値) | 最長実行時間 (最大値) | 最大 メモリ容量 (*) | ローカルストレージ | | | 備考 |
|---------------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | NVMeSSD 6.4TB 利用可能 | BeeOND 利用可能 | BeeGFS(NVMeMesh) 利用可能(申請制) | |
| cx-interactive | 1 | 1 | 1時間 | 24時間 | 338 GiB | ○ | | | 会話型バッチ |
| cx-debug | 4 | 160 | 1時間 | 1時間 | 338 GiB x 4 | ○ | | | 短時間デバッグ用、準占有利用ノードと共有 |
| cx-extra | 8 | 320 | 1時間 | 12時間 | 338 GiB x 8 | ○ | | | 12時間ノード縮退運転用 |
| cx-share | 1/4(共有) | 10 | 1時間 | 168時間 | 84 GiB | ○(共有) | | | ノード共有(**)、資源を1/4に分割 |
| cx-single | 1 | 40 | 1時間 | 336時間 | 338 GiB x 1 | ○ | | | |
| cx-small | 8 | 320 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 8 | ○ | ○ | | |
| cx-middle | 16 | 1,280 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 16 | ○ | ○ | | |
| cx-large | 64 | 3,840 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 64 | ○ | ○ | | |
| cx-special | 221 | 8,840 | unlimited | unlimited | 338 GiB x 221 | ○ | | | 事前予約制 |
| cx-middle2 | 16 | 1,280 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 16 | ○ | ○ | | 実行優先度強化型(‡) |
| cxgfs-interactive | 1 | 40 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 1 | | | ○ | 会話型バッチ |
| cxgfs-single | 1 | 40 | 1時間 | 336時間 | 338 GiB x 1 | | | ○ | |
| cxgfs-small | 8 | 320 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 8 | | | ○ | |
| cxgfs-middle | 16 | 1,280 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 16 | | | ○ | |
| cxgfs-special | 50 | 2,000 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 50 | | | ○ | 事前予約制 |
| 準占有利用 | (契約次第) | (契約次第) | unlimited | unlimited | 338 GiB x 実行ノード数 | ○ | 要相談 | | 要相談 |

* ノードあたり搭載メモリ容量は384GiBですが、そのうちユーザープログラムが使用可能な容量は338GiBです。

** 1ノードを4件のジョブで共有します。1/2 CPU (10コア)、86.25GBのメモリを使用してジョブが実行されます。

‡ 他のジョブクラスよりも優先して実行されますが、実行には経過時間1秒につき通常の2倍のポイントが必要です。

Type IIIサブシステム

| リソースグループ名 | 最大ノード数 | 最大CPUソケット数 (CPUコア数) | 最長実行時間 (デフォルト値) | 最長実行時間 (最大値) | 備考 |
|-----------|--------|------------------------|--------------------|-----------------|------------|
| lm-middle | 1 | 6(168) | 24時間 | 72時間 | 8,034 GiB |
| lm-large | 1 | 16(448) | 24時間 | 24時間 | 21,424 GiB |

クラウドシステム

| リソースグループ名 | 最小 ノード数 | 最大 ノード数 | 最大 CPUコア数 | 最長実行時間 (デフォルト値) | 最長実行時間 (最大値) | 最大 メモリ容量 (*) | 備考 |
|---------------------|--------------|---------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| cl-interactive | 1 | 1 | 80 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 1 | 会話型バッチ |
| cl-debug | 1 | 4 | 320 | 1時間 | 1時間 | 338 GiB x 4 | 短時間デバッグ用、準占有利用ノードと共有 |
| cl-share | 1/4 (共有) | 1/4 (共有) | 20 | 1時間 | 168時間 | 84 GiB | ノード共有 |
| cl-extra | 1 | 18 | 1240 | 1時間 | 12時間 | 338 GiB x 18 | 12時間ノード縮退運転用 |
| cl-single | 1 | 1 | 80 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 1 | |
| cl-small | 2 | 8 | 640 | 1時間 | 168時間 | 338 GiB x 8 | |
| cl-middle | 8 | 16 | 1,280 | 1時間 | 72時間 | 338 GiB x 16 | |
| cl-special | 1 | 95 | 7,600 | unlimited | unlimited | 338 GiB x 95 | 事前予約制 |

クラウドシステムの利用形態

- ▶ **バッチジョブ実行** → ▶ Type I, II, III同様のバッチジョブ実行、ログインノードからジョブ投入
- ▶ **時刻指定実行**
 - ▶ 時刻指定バッチジョブ実行
 - ▶ 時刻指定インタラクティブ実行▶ 実行時刻を指定した実行
- ▶ 専用のWebシステムを用いて操作
- ▶ 指定にあわせて仮想マシンが起動する
- ▶ **全100ノードをバッチジョブ実行用と時刻指定実行用に分けて利用**
 - ▶ 割合は利用状況を見て調整予定
- ▶ **その他、準占有制度による利用も可能**
 - ▶ 4ソケットCPU+384GiBメモリを使いたい放題

時刻指定実行の特徴

- ▶ 通常のバッチジョブ実行は、ジョブスケジューラによる調整の結果で実際のジョブ開始時刻が決まる
- ▶ 時刻指定実行は、ジョブ開始時刻を指定してジョブの予約をすることができる
 - ▶ 専用のWebシステムから予約を行う
 - ▶ HWトラブルなど特別な事情がない限り、指定した時刻に開始する
 - ▶ 計算資源が足りない場合や同時実行制限を超える場合は予約ができない
- ▶ 時刻指定実行の種類
 - ▶ 時刻指定インタラクティブ実行
 - ▶ 指定時刻にあわせて仮想マシンが用意され起動される
 - ▶ ログインノードからクラウドシステム上の計算資源にsshアクセスできるようになる
 - ▶ ログインのための情報はメールで送られてくる
 - ▶ 時刻指定バッチジョブ実行
 - ▶ 指定した時刻になると、Webシステムから選択しておいたスクリプトが自動的に実行開始される
 - ▶ 時刻指定インタラクティブ実行の冒頭で指定したスクリプトが実行される、と思えば良い

時刻指定実行の操作手順

▶ 時刻指定インタラクティブ実行

- ▶ ブラウザで専用Webシステムにアクセス
- ▶ 実行時刻と利用資源を選択して登録する
- ▶ メールでsshアクセス情報（IPアドレス情報）が送られてくる
- ▶ 予約した時刻以降、ログインノードからsshでアクセス可能になる

- ▶ ログインしていたかどうかとは関係なく、確保した時間分だけポイントが消費される（Webから明示的に終了させればその時点で消費が止まる）

▶ 時刻指定バッチジョブ

- ▶ あらかじめ所定のディレクトリにバッチジョブスクリプトを用意しておく
- ▶ 時刻指定インタラクティブ実行と同様にWebシステムにアクセスし、用意したスクリプトを実行対象として指定する

- ▶ 予約した時刻になると登録したスクリプトが自動的に実行開始される、それ以外は時刻指定インタラクティブ実行と同様
 - ▶ 終了時刻になるか明示的に終了させるまでポイントは消費される

専用Webシステム（UNCAI）の操作イメージ

The screenshot shows the UNCAI web interface. At the top, it displays the user name 'a49979a'. Below that, there are navigation tabs for '予約表' (Reservation Table) and 'マニュアル' (Manual). The main area features a calendar grid for the month of July 2020, with columns for days 12 through 20. A red arrow points from the '予約作成' (Create Reservation) button in the top right of the calendar grid to the '予約作成' form shown in the next screenshot. Below the calendar, there are filters for '仮想' (Virtual) and '物理' (Physical) resources, and a legend for reservation statuses like '空き' (Available), '予約済み' (Reserved), and '利用可能' (Available for use).

1. 予約表から使いたい時間帯を指定、または「予約作成」ボタン
2. 利用資源や予約時間帯等を指定する

The '予約作成' form contains the following fields:

- 予約者: [Redacted]
- 所属グループ: [Redacted]
- メールアドレス: [Redacted]
- テンプレート: VL(Virtual,40cores,180GB Mem) [v] CentOS7.7 [v] []台
- 時刻指定バッチスクリプト: ~/.batch/[指定なし(バッチ実行しない)] [v] MPI実行
- 利用期間: 開始 2021 [v]/6 [v]/4 [v](金) 10 [v]:00 [v]; 終了 2021 [v]/6 [v]/4 [v](金) 14 [v]:00 [v]

Buttons at the bottom: 閉じる, 予約作成, 予約変更, 予約削除

その他、変更、中止などもWeb予約表から行う

時刻指定インタラクティブ実行の確認メールの例

ご予約されていたリソースが利用可能となりました。
予約内容、および、割り当てられたFloating IPをご連絡いたします。
Floating IPで対象のノードにアクセスが可能です。

Reserve ID : xxxxxxxxxxxxxxxx
(予約ID)

User : a49999a
(予約者)

Template : VX
(テンプレート)

OS image : CentOS-7.7
(OSイメージ)

Number of host(s) : 1
(予約数)

Batch script : (No execution)
(時刻指定バッチスクリプト)

Reservation term : 2020/06/27 14:00 - 2020/06/27 20:00
(利用期間)

Floating IP address
(Floating IP)

▶ **xx.xx.xx.xx**

←ログインノードからここに書かれたIPアドレスにsshできる

実際に「不老」へSSH接続する手順の紹介

▶ SSH公開鍵の準備

- ▶ ssh公開鍵の作成方法が分からない方は、「SSH接続とコンパイル環境の整備」という資料を読み、鍵ファイルを用意してください
- ▶ <http://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/sc/usage.html>

HPC PortalへのログインとSSH公開鍵の登録

▶ <https://portal.cc.nagoya-u.ac.jp/>

へアクセス

- ▶ 郵送されたユーザ名とパスワードでログインする
- ▶ 講習会用のアカウントを使う方には別途案内されているはず

HPC Portal

[English / Japanese]

ログイン

ログイン

ユーザ名とパスワードを入力して [Login] ボタンをクリックしてください。

ユーザ名: パスワード:

LOGIN RESET

お知らせ

- HPC Portalがサポートするクライアント環境は以下の通りです。

| | |
|------|-------------------------------------|
| OS | Windows 8.1/10 |
| ブラウザ | Internet Explorer 11, Edge, FireFox |

Copyright 2011

Fujitsu HPC Portal

パスワードの変更

- ▶ **初めてログインした場合はパスワードの変更が必要です**
 - ▶ (講習会用の一時的なアカウントを利用する場合は変更を要求されません)

The screenshot shows the 'HPC Portal' interface for password change. It includes a header with the portal name, a user name field, and a navigation menu with 'パスワード変更' (Change Password) selected. The main content area has a title 'パスワード変更' and instructions: 'パスワードを変更する必要があります。以下の手続きをお願いします。初回ログイン時は、初回パスワードを新しいパスワードに変更した後、1分以上待ってから再ログインを行なってください。' Below this is a form with three input fields: '現在のパスワード' (Current Password), '新しいパスワード' (New Password), and '新しいパスワード(再入力)' (New Password (Re-enter)). At the bottom of the form are two buttons: '変更する' (Change) and '入力をやり直す' (Reset Input). A footer note says 'ログイン画面は、[こちら](#)から行くことができます。' (The login screen can be accessed from [here](#)).

| HPC Portal | |
|--|--------------------------|
| ユーザ名: | |
| ■ パスワード変更 | |
| パスワード変更 | |
| パスワードを変更する必要があります。以下の手続きをお願いします。 初回ログイン時は、初回パスワードを新しいパスワードに変更した後、1分以上待ってから再ログインを行なってください。 | |
| 現在のパスワード | <input type="password"/> |
| 新しいパスワード | <input type="password"/> |
| 新しいパスワード(再入力) | <input type="password"/> |
| <input type="button" value="変更する"/> <input type="button" value="入力をやり直す"/> | |
| ログイン画面は、 こちら から行くことができます。 | |

SSH公開鍵の登録画面

The screenshot shows the 'SSH公開鍵登録' (SSH Public Key Registration) page on the 'HPC Portal'. The page includes a sidebar with navigation links like 'About', 'パスワード変更', 'SSH公開鍵登録', 'マニュアル', '言語製品', '利用手引書', and 'ドキュメント'. The main content area has a form with the following fields and elements:

- 登録者:** [Redacted]
- 登録先:** /home/d[Redacted]/.ssh/authorized_keys
- 公開鍵:** ssh-rsa AAAA... (中略、英数字がしばらく続く) ... ユーザ名@ホスト名
- Buttons:** 新規 (New), 入力フィールドのクリア (Clear input fields)
- Notes:** ※公開鍵の中に改行文字が入らないようにご注意ください。 ※一度の操作で、1つの公開鍵を登録します。

Annotations on the page include:

- A blue arrow pointing to the 'SSH公開鍵登録' menu item in the sidebar.
- A yellow box with the text '作成した公開鍵をコピー&ペーストで入力する' (Copy and paste the created public key for input) with a blue arrow pointing to the public key text area.
- A yellow box with the text '入力後にボタンで登録' (Register with the button after input) with a blue arrow pointing to the '新規' button.

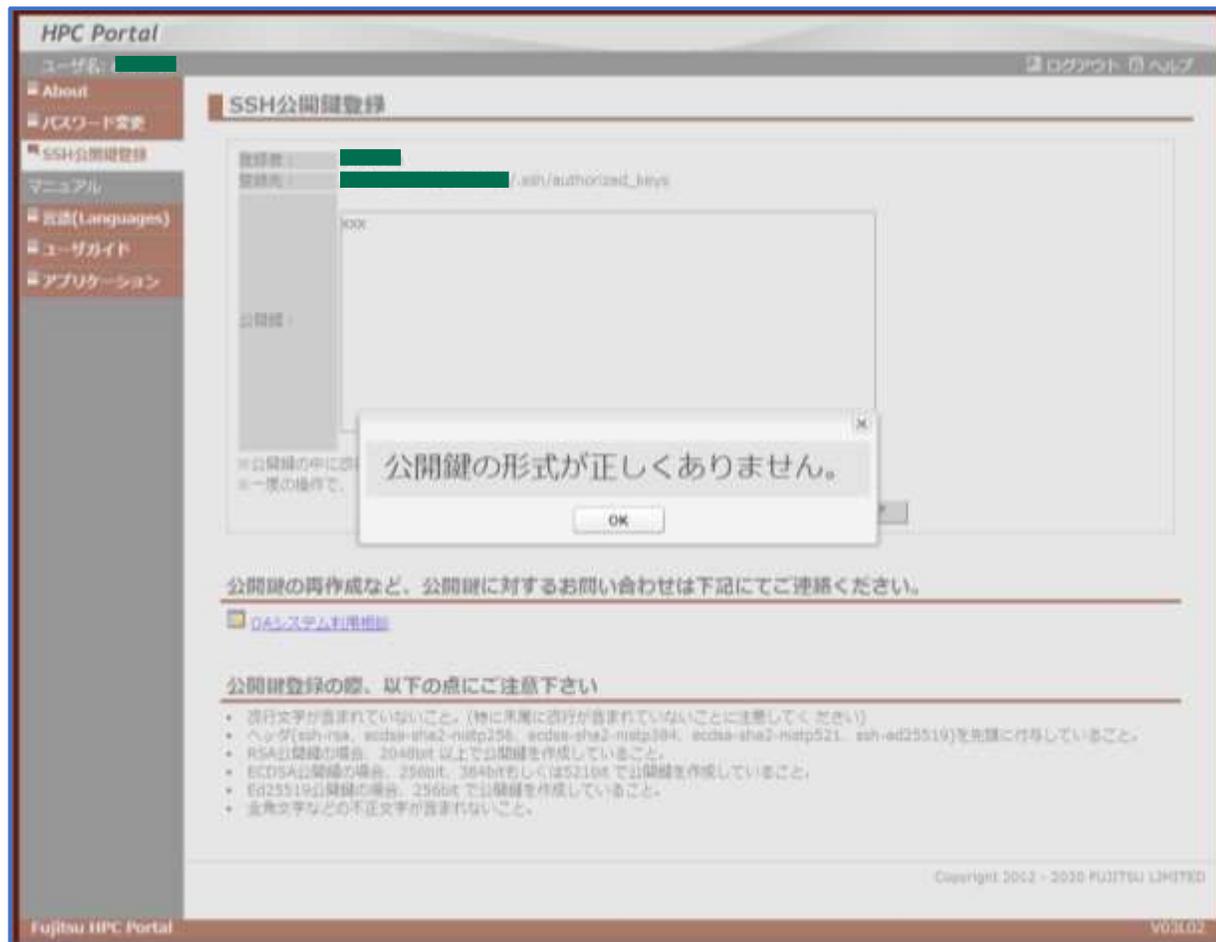
Additional text at the bottom of the page:

公開鍵の再作成など、公開鍵に対するお問い合わせは下記にてご連絡ください。
[QAシステム利用相談](#)

公開鍵登録の際、以下の点にご注意下さい

- 改行文字が含まれていないこと。(特に末尾に改行が含まれていないことに注意してください)
- ヘッダ(ssh-rsa, ecdsa-sha2-nistp256, ecdsa-sha2-nistp384, ecdsa-sha2-nistp521, ssh-ed25519)を先頭に付与していること。
- RSA公開鍵の場合、2048bit 以上で公開鍵を作成していること。
- ECDSA公開鍵の場合、256bit、384bitもしくは521bit で公開鍵を作成していること。
- Ed25519公開鍵の場合、256bit で公開鍵を作成していること。

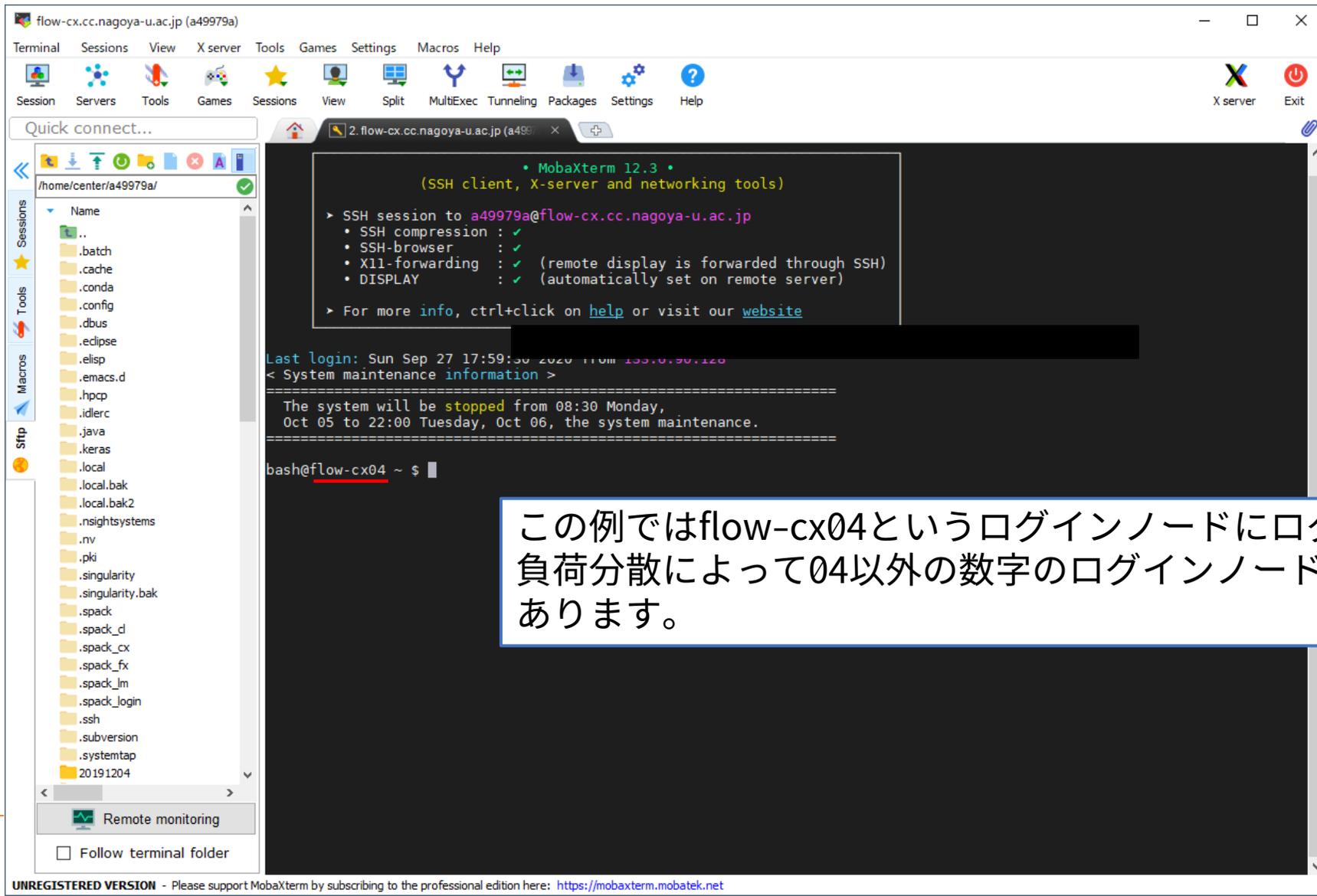
入力した公開鍵情報がおかしい場合
(正しくコピー&ペーストできているか確認してください)



正しく登録できた場合



SSHログインが完了した状態（Type IIを使う場合）



ホームディレクトリと/dataディレクトリ

- ▶ ログインした時点では **/home/ユーザID** というディレクトリにいる (ホームディレクトリ)
- ▶ **/data/group1/ユーザID** というディレクトリも利用できる
- ▶ **なるべく /data/group1/ユーザID 側を使うことを推奨**
 - ▶ ホームディレクトリは最大で1TBまでのファイルしか置けず、速度も遅め
 - ▶ どちらのディレクトリも、ログインノードと計算ノード両方から同じように見える

参考：スパコン上でのプログラム（テキスト）編集

- ▶ CUIのsshアクセス状態で利用するエディタとしてはEmacsやviが有名
- ▶ ただし両方とも慣れが必要であり、また統合開発環境に慣れた利用者にとっては不便なことも多い
- ▶ 手持ちの統合開発環境に慣れている人は、作成して転送したほうが手軽で便利
- ▶ スパコン上でもちょっとしたテキスト編集をしたいケースは多いと思うので、sshアクセス状態で使えるエディタにも慣れておくと良い
- ▶ Emacsやviに慣れていない人はnanoの利用を推奨
 - ▶ 「いわゆる普通のテキストエディタ」に近い
- ▶ Visual Studio Codeに慣れている人はRemote SSHを使っても良い
 - ▶ プロセスが残留するという話もあるため、もしかしたら禁止するかも知れません（いまのところ様子見）

nanoの使い方

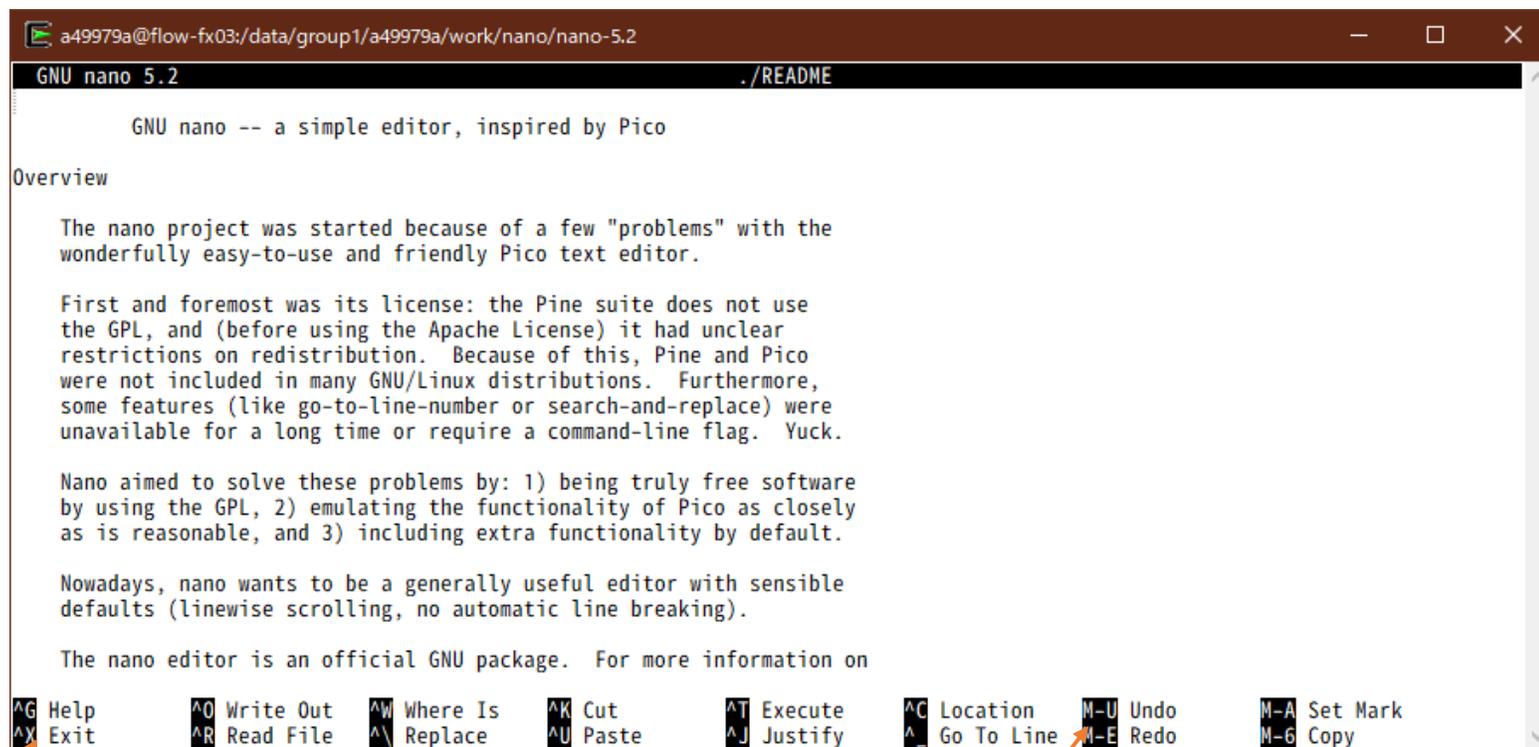
▶ 起動：nanoコマンドで起動

▶ 実行時引数でファイル名を渡すと開いた状態で起動

▶ 例：nano hello.c

▶ Shift+カーソルキーで文字列の選択ができる

▶ 画面の一番下にショートカットコマンドが書かれている



```
a49979a@flow-fx03:/data/group1/a49979a/work/nano/nano-5.2
GNU nano 5.2 ./.README
      GNU nano -- a simple editor, inspired by Pico
Overview
The nano project was started because of a few "problems" with the
wonderfully easy-to-use and friendly Pico text editor.
First and foremost was its license: the Pine suite does not use
the GPL, and (before using the Apache License) it had unclear
restrictions on redistribution. Because of this, Pine and Pico
were not included in many GNU/Linux distributions. Furthermore,
some features (like go-to-line-number or search-and-replace) were
unavailable for a long time or require a command-line flag. Yuck.
Nano aimed to solve these problems by: 1) being truly free software
by using the GPL, 2) emulating the functionality of Pico as closely
as is reasonable, and 3) including extra functionality by default.
Nowadays, nano wants to be a generally useful editor with sensible
defaults (linewise scrolling, no automatic line breaking).
The nano editor is an official GNU package. For more information on
^G Help      ^O Write Out  ^W Where Is   ^K Cut        ^T Execute    ^C Location   M-U Undo      M-A Set Mark
^X Exit      ^R Read File  ^\ Replace    ^U Paste      ^J Justify    ^_ Go To Line  M-E Redo      M-G Copy
```

^X Exit → Ctrl+Xで終了
※保存が必要そうな場合は確認が出る

M-U Undo → Alt+U、またはEsc→Uでアンドゥ