

北海道大学情報基盤センター新スーパーコンピュータシステム 「Grand Chariot 2」運用開始

深谷 猛¹⁾, 佐竹 祐樹¹⁾, 梅田 隆行¹⁾, 更科 高広²⁾,
吉川 浩²⁾, 吉川 潤²⁾, 角鹿 千枝²⁾, 高口 智美²⁾,
折谷 智咲²⁾, 齋藤 珠紀²⁾, 村田 欽正¹⁾

1) 北海道大学 情報基盤センター

2) 北海道大学 学術情報部情報企画課

fukaya@iic.hokudai.ac.jp

Operation Start of the New Supercomputer System “Grand Chariot 2” at Hokkaido University Information Initiative Center

Takeshi Fukaya¹⁾, Yuki Satake¹⁾, Takayuki Umeda¹⁾, Takahiro Sarashina²⁾,
Hiroshi Yoshikawa²⁾, Jun Yoshikawa²⁾, Chie Tsunoka²⁾, Tomomi Takaguchi²⁾,
Chisaki Oritani²⁾, Tamaki Saito²⁾, Yoshimasa Murata¹⁾

1) Information Initiative Center, Hokkaido University

2) ICT Planning Division, Academic Information Department, Hokkaido University

概要

北海道大学情報基盤センターでは、2025年4月1日にスーパーコンピュータシステムと研究クラウドシステムを中核とする新学際大規模計算機システムを導入し、同年7月1日より新スーパーコンピュータシステムの本格運用を開始した。本稿では、新スーパーコンピュータシステムの概要および導入から利用者へのサービス開始に至るまでの経緯、そして運用開始直後の状況について報告する。

1 はじめに

北海道大学情報基盤センター（以下、本センター）では、2025年4月1日、スーパーコンピュータシステム（以下、スパコン）と研究クラウドシステムを中核とする、新学際大規模計算機システム（以下、新学際システム）を導入した [1]。さらに、同年7月1日より、新スパコン「Grand Chariot 2」の本格運用（利用者へのサービス）を開始した。これに先立ち、昨年度開催された AXIES2024 において、旧スパコンの稼働状況を振り返ったうえで、新スパコンの概要を報告した [2]。本稿では、改めて新スパコンの構成を紹介するとともに、新スパコンの導入から利用者へのサービス開始に至るまでの経緯およびサービス開始直後の状況について報告する。

2 新スパコンの構成

まず、新スパコンを含む、新学際システムの全体像を図 1 に示す。この新学際システムにおいて、「Grand

Chariot 2（グラン・シャリオ・ツー）」と名付けられた新スパコン（の演算システム）は、その中核を担う。なお、「Grand Chariot」はフランス語で「北斗七星」を意味し、前スパコンの主力システムであった「Grand Chariot」の設計思想を受け継いでいることから、今回、その名称を継承した。

2.1 ハードウェア

新スパコンは CPU ノード群と GPU ノード群から成る演算システムとストレージシステムで構成される（図 2）。各々の仕様は表 1 から 3 に示した通りである。以下に新スパコンのハードウェアの特徴を挙げる。

- CPU の型番は、単体の演算性能だけでなく、後述する占有コースのサービスを念頭に置き、消費電力やノード数も考慮して決定した。
- ノード当たりのメモリ容量は、旧スパコンの 384GiB から 512GiB に増強された。
- 本センターで運用するスパコンとして初めて GPU を搭載した（GPU ノード群）。
- オールフラッシュ（フル SSD）のストレージシス

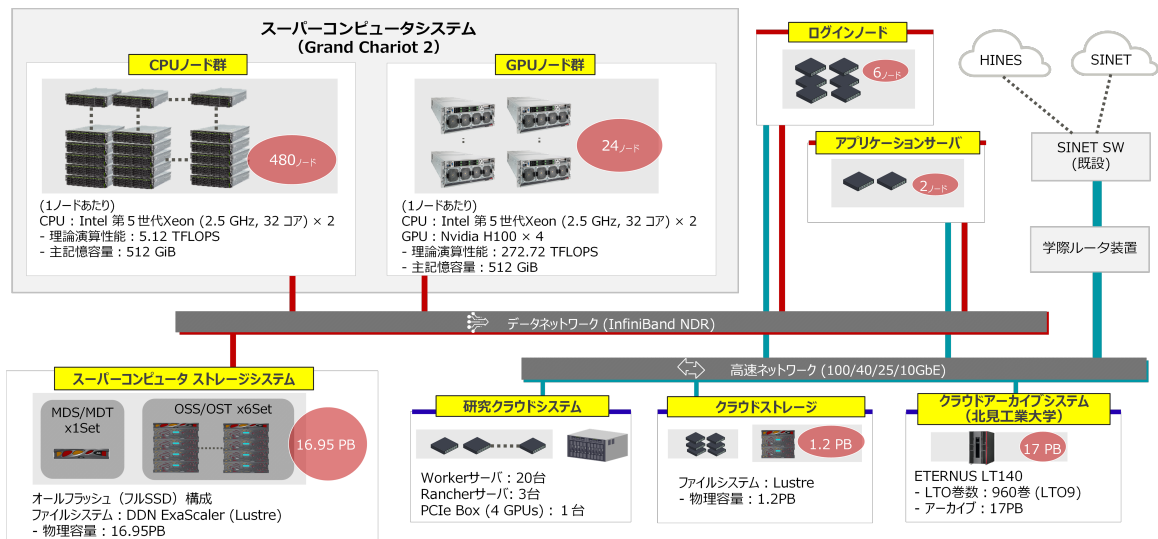


図 1: 新学際大規模計算機システムの全体像.

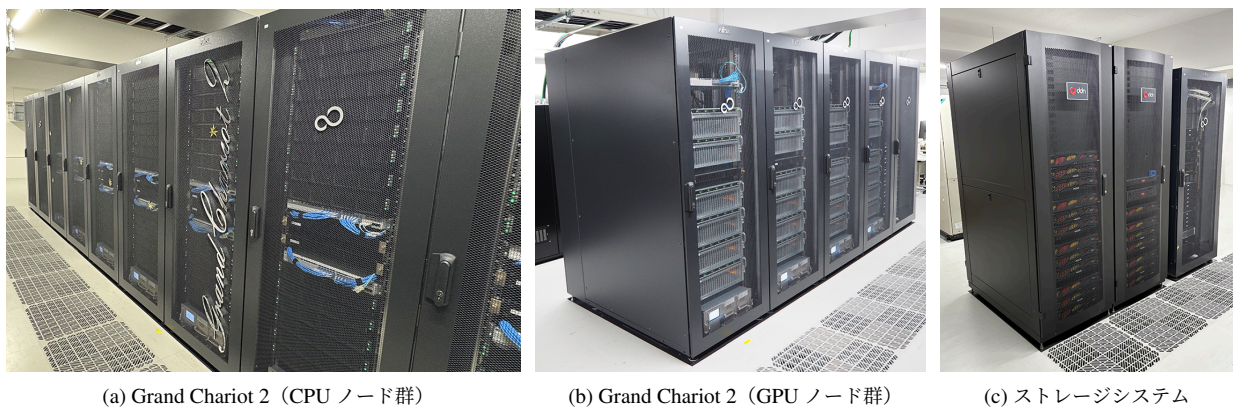


図 2: 新スーパーコンピュータシステムの様子.

テムを採用した。

オールフラッシュのストレージシステムを導入した点は、新スパコンの大きな特徴の一つであるが、この背景は以下の通りである。

- 旧スパコンのストレージシステムの利用状況（利用容量）から、容量増加が最優先事項ではなく、転送速度や省電力性能を考慮する余裕があった。
- リース期間の延長などを考慮した場合に、耐久性を十分に考慮する必要があった。
- 調達時の SSD の価格等の状況に恵まれた。

今後、ファイル I/O がボトルネックであるアプリケーションにおいて、今回導入したオールフラッシュのストレージシステムが有効活用されることが期待される。

2.2 ソフトウェア

新スパコンの OS は、ログインノードは Red Hat Enterprise Linux 9、計算ノードは Rocky Linux 9 である。また、ジョブ管理システムは、旧スパコンから変更され、PBS Professional となっている（一部カスタマイズ）。その他の導入済みの主なソフトウェアは以下の通りである。ソフトウェアに関する詳細な情報は新スパコンの HP [1] を参照されたい。

- コンパイラ・開発環境
 - CPU 向け：インテル oneAPI ベース & HPC ツールキット (Fortran/C/C++, VTune Profiler, Advisor)、GCC
 - GPU 向け：NVIDIA HPC SDK & CUDA Toolkit
 - その他：Python、Java
- ライブラリ

表 1: Grand Chariot 2 (CPU ノード群) の構成

ノード群全体	
機種名	FUJITSU PRIMERGY CX2550 M7, CX400 M7
ノード数	480
総理論演算性能	2.45PFLOPS (FP64)
総メモリ容量	245TB
NW トポロジー	Full-bisection Fat Tree
ノードの構成	
CPU 数 (コア数)	2 (64)
CPU 理論演算性能	5.12TFLOPS (FP64)
メモリ容量	512GB
理論メモリバンド幅	665.6GB/s
インターコネクタ	InfiniBand NDR (400Gbps) × 1
OS	Rocky Linux
CPU の仕様	
CPU 名	Intel Xeon Gold 6548Y+
アーキテクチャ	Emerald Rapids
クロック	2.5GHz
コア数	2
理論演算性能	2.56TFLOPS (FP64)

表 2: Grand Chariot 2 (GPU ノード群) の構成

ノード群全体	
機種名	FUJITSU PRIMERGY GX2560 M7
ノード数	24
総理論演算性能	5.66PFLOPS (FP64)
総メモリ容量	12.288TB
NW トポロジー	Full-bisection Fat Tree
ノードの構成	
GPU 数	4
GPU 理論演算性能	267.6TFLOPS (FP64)
インターコネクタ	InfiniBand NDR (400Gbps) × 2
その他の構成	CPU ノードと同様
GPU の仕様 (CPU の仕様は CPU ノードと同様)	
GPU 名	NVIDIA H100
アーキテクチャ	Hopper
理論演算性能	66.9TFLOPS (FP64)
メモリ容量	80GB (HBM3)
メモリバンド幅	3.352TB/s

表 3: ストレージシステムの構成

機種名	DDN ES400NVX2
ファイルシステム	DDN EXAScaler (Lustre)
物理容量	16.9PB
実効容量	13.15PB
ファイルアクセス	Read: 480GB/s
速度	Write: 390GB/s
inode 数	約 210 億個

- CPU 向け：インテル MPI (通信)、インテル oneMKL (数値計算)、インテル IPP (画像・信号処理、データ圧縮)、インテル oneDAL、oneDNN、oneCCL (ビッグデータ、機械学習)
- GPU 向け：NVIDIA ライブラリ (cuBLAS、cuSPARSE、cuFFT、cuDNN)、MAGMA
- アプリケーション：Gaussian、V-FaSTAR
- フリーソフト
 - 計算科学関連：OpenFOAM、PHASE、Front-Flow/red、GROMACS、LAMMPS、NAMD、Quantum ESPRESSO
 - 機械学習関連：Tensorflow、PyTorch、Keras、Horovod、Apache MXnet
- コンテナ環境：Singularity Community Edition

新スパコンに導入したソフトウェアは、旧スパコンで提供していたソフトウェア、新しく搭載した GPU に対応するためのソフトウェア、そして、AI・機械学習分野のアプリケーションに対応するためのソフトウェア (コンテナ環境含む) となっている。また、AI・機械学習分野のソフトウェア等については、運用開始後に利用者からの要望に応じていくつか追加で導入を行った。GPU および AI・機械学習分野のソフトウェア環境に関しては、本センターにおける過去の事例が乏しいため、今後も、利用者からの問い合わせ等に応じて環境整備を継続していきたいと考えている。

2.3 冷却設備

新スパコンの計算ノードは水冷および空冷を用いて冷却している。また、CPU ノード群のラックには、水冷機構を備えたリアドアを採用している。各種冷却設備の様子は図 3 に写真の通りである。

3 提供サービスの概要

3.1 サービス形態

新スパコンでは、旧スパコンで提供していた、占有コースと共用コースの二種類のサービス形態 (利用方



(a) CPU ノードの裏側の様子 (b) 水冷付きリアドア (CPU ノード群) (c) チラー (屋外)

図 3: 新スーパーコンピュータシステムの冷却設備.

表 4: リソースグループの設定

CPU ノード群			
	リソース グループ名	計算リソースの上限 CPU 数	経過時間
共用コース	ec	4	1 時間
	sc	32	24 時間
	lc	256	240 時間
占有コース	*****c	申請数	336 時間
GPU ノード群			
	リソース グループ名	計算リソースの上限 GPU 数	経過時間
共用コース	eg	1 (MIG)	1 時間
	sg	4	240 時間
	lg	32	72 時間
占有コース	*****g	申請数	336 時間

法)を維持する。各コースの概要は以下の通りである。

- 占有コース：申請した計算資源を占有して利用する (年間定額)。
- 共用コース：申請したトークン (演算時間) を消費して利用する。

なお、どちらのコースでも、申請者は他の利用者を含めたグループを構成し、申請した資源・トークンを共有することができる。

一方、ジョブの最小実行単位を、旧スパコンのノード単位から CPU ソケット単位に変更した (CPU ノード群)。ノード数が旧スパコンの約半分になった点と、ノード当たりの消費電力が増加した点が主な理由である。占有コースの提供に際して、上記の二点

は大きな影響があるため、それを考慮した。ただし、CPU のコア数が旧スパコンの 20 コアから 32 コアに増加しており、旧スパコンの 1 ノードの理論演算性能 3.07TFLOPS に対して、新スパコンの 1CPU の理論演算性能は 2.56TFLOPS となっているため、最小単位のジョブで利用できる計算リソース (演算性能) の低下は大きくない。なお、GPU ノードに関しては、ジョブの最小実行単位は GPU カード単位になっている。

新スパコン運用開始時点でのリソースグループ (ジョブキュー) の設定は表 4 の通りである。なお、表中の*****は申請者の利用者番号となる。リソースの上限値 (特に CPU ノード群の経過時間) に関しては、旧スパコンの利用状況を踏まえて設定した。一方で、GPU ノード群を中心に手探りで設定した部分も多く、今後の利用状況から、必要に応じて変更を検討する必要があると考える。

3.2 利用負担金

従来から、スパコンを利用する際、利用者に電気代相当分の利用負担金を負担してもらうことになっており、新スパコンでも同様である。新スパコン (や研究クラウドなど新学際システムに関するサービス) を利用する場合、最初に利用者登録申請を行い、利用者番号を取得する必要がある。その際、利用者ごとに基本負担金が発生する。なお、研究プロジェクトや財源に関係なく、原則、利用者ごとに 1 つの利用者番号を割り当てる。基本負担金を設定するかどうかに関しては議論の余地があるが、必ずしも必要のないアカウントの発行はセキュリティ上のリスクを高めるため、新学際システムでも基本負担金を設定することとした。一方で、利用者登録をすることで、アプリケーションサー

バ、スパコンの home 領域 (100GB)、研究クラウドの Jupyter 計算環境、クラウドストレージ (Nextcloud) が利用できるようになる。また、研究室でグループを構成して利用するケースを想定し、学生の基本負担経費に関しては大幅な割引をしている。ただし、今回から、HPCI や JHPCN などの公募制度による利用の場合、手続きの簡略化などを目的に、基本負担経費を不要とする変更を行った (上記の利用可能サービスの一部に制限あり)。

利用者番号を取得後、実際に新スパコンを用いて計算を行うためには、付加サービスを申請する必要がある、その際に追加負担金が発生する。占有コースの場合、CPU ソケットおよび GPU カード単位で年間定額の負担金が設定されている。ただし、四半期ごとに 25% の割引がある。共用コースの場合、ある負担金に対して、CPU ノード群および GPU ノード群で使えるトークン (演算時間) が配分される。また、お試し利用の場合 (少額) と本格利用の場合の二種類を用意している。消費するトークンの量 (演算時間) は、利用した CPU ソケットまたは GPU カードの数と経過時間の積で算出する。ストレージに関しては home 領域と work 領域のそれぞれに対して、追加で容量を申請できる。なお、home 領域は定期的に遠隔地のテープへのバックアップを行っており、work 領域より単価が高くなっている。

利用負担金の設定は、新スパコンの各部分の消費電力の予測値 (例: CPU ノードや GPU ノードは HPL 実行時の消費電力から算出) と電気代単価に基づいて行った。CPU ノード群の占有コースに関しては、旧スパコンの占有コースの 1 ノード 93,000 円 (年額) に対して、新スパコンの 1CPU ソケット 120,000 円 (年額) となり、この数年間の電気料金の値上がりを考慮すれば、十分に現実的な設定にとどめることができたと考えている。旧スパコンにおいて占有コースは人気があり、利用者の研究基盤としての役割を果たしていたため、大幅な値上げによる研究の継続性への影響を避けることができたのは幸いである。

新スパコンでも、旧スパコンと同様、計算資源の一部を民間企業の利用者へ提供する予定である。他大学のスパコン同様、民間企業利用の場合の利用負担金は、一般 (アカデミア) の利用の場合よりも高く設定しており、新スパコンでは、成果公表の場合で 2 倍、非公表の場合で 4 倍とした。なお、民間企業利用の場合、まず、利用内容に関する審査があり、それを通過した場合に初めて利用可能となる。また、一般の利用を圧

迫しないように、民間企業利用に提供する計算リソースには目安 (上限) を設けており、その範囲内での提供となる。

4 移行から運用開始直後の状況

旧スパコンから新スパコンへの移行から新スパコンの運用開始直後の状況について簡単に報告する。

まず、旧スパコンは情報基盤センターの北館に設定されていたが、北館の老朽化に伴う今後の改修を念頭におき、新スパコンは先に改修を済ませた南館に設置することになった。そのため、旧スパコンの運用と新スパコンの導入作業を並行して行うことが可能であった。旧スパコンは 2025 年 2 月末までサービスを行った。これは、学位論文のスケジュールを考慮した結果である。旧スパコンのストレージのデータは、予想よりも容量が少なく、並行して作業が可能であったことから、(SSH 関連のファイル以外の) 全てのデータを新スパコンのストレージにセンター側で移行した。その他の作業を含めて、2025 年 3 月末の時点で、新スパコンの設置が完了した。その後、4 月から 6 月の間、新スパコンの調整や試運転などを行い、7 月 1 日からの利用者へのサービスの正式提供に至った。なお、新スパコンの利用を事前に申請した利用者に対しては、6 月にストレージのデータへのアクセスと新スパコンでのテスト (例: ジョブスケジューラの変更に伴うスクリプトの修正の確認) の機会を提供した。

利用者からの利用申請の受付に関しては、2025 年 4 月上旬から下旬にかけて、前年度の利用者を対象とした利用者番号の継続申請を受け付けた。その後、4 月下旬から、新規の利用者登録申請の受付を開始するとともに、5 月下旬まで、新スパコンの占有コースの利用希望の受付を行った。その後、付加サービス (共用コースのトークンやストレージの容量追加) の受付を開始し、占有コースの資源にも余裕があったため、占有コースの利用申請の受付も継続した。なお、本稿執筆時点では、占有コースの資源の残量はほぼゼロとなっており、近日中に受付を終了する可能性が高い。公募制度による利用に関しては、HPCI 課題が 5 件、JHPCN 課題が 10 課題、本センターが実施している萌芽型共同研究が 5 課題となっており、いくつかの課題では GPU ノード群の利用を予定している。民間企業利用に関しては、旧スパコンを利用していた企業に案内をした結果、いくつかの企業から申し込みがあり、一方で、新しい企業からも問い合わせや申し込みがあった。GPU ノード群の利用を希望する企業もあり、

本稿執筆時点で、想定していた民間企業利用の計算リソース量の目安に達している。

旧スパコンは、北海道大学内でも多くの利用者があり、その点を踏まえて、学内に対しても新スパコンの広報を積極的に実施した。その効果もあり、新スパコンに関しても、すでに継続の利用者を含めて、多くの学内の研究者・グループから利用申請を受け付けている。例えば、WPI（世界トップレベル研究拠点プログラム）に採択され、計算科学、情報科学、実験科学の三つの学問分野の融合による化学反応の制御・設計を研究している化学反応創成研究拠点（ICReDD）[3]や、人獣共通感染症の克服に向けた研究・開発、予防・診断・治療法の開発と実用化などをミッションとしている人獣共通感染症国際共同研究所[4]において、すでに新スパコンが活用されている。さらに、2024年度から北大が実施しているJ-PEAKS（地域中核・特色ある研究大学強化促進事業）[5]に関する学内の研究プロジェクトでの利用も期待されている。

利用者支援等の活動としては、試験利用期間とした6月の後半に、他大学のセンターおよびNVIDIAの協力の下で、本センターとしては初めてのGPUミニキャンプ[6]を実施した。今回はGPU初心者に焦点を当てて実施したが、ハイエンドのGPUを利用することの利点を実感できた参加者もあり、一定の成果があったと考える。また、本センターとしても、応用分野における具体的な計算環境のニーズなどを把握することができ、今後の運用に有益となる知見が得られた。

5 おわりに

本稿では、2025年7月1日から本格運用を開始した北海道大学情報基盤センターの新スパコンに関して、システムの概要、利用者への提供サービス、旧スパコンからの移行および運用開始後の状況について報告した。これまでのところ、新スパコンは安定稼働しており、順調に利用者数・利用率が向上している。一方で、スパコン利用への潜在的なニーズがある分野（例：農学分野）での利用促進や、次期フラグシップシステム「富岳NEXT」も念頭においたGPU環境向けの利用支援および運用ノウハウの蓄積が、今後の重要な課題である。新スパコンの運用は現在のところ2030年3月末までを予定しており、その間に多くの研究者の研究活動に貢献できるようにしていきたい。

謝辞

新スパコンの設計にご尽力いただき、運用開始後も助言いただいている、京都大学学術情報メディアセンターの岩下武史教授（北海道大学情報基盤センター 客員教授）に御礼申し上げます。また、日頃からスパコンの運用に携わっている北海道大学情報基盤センターおよび学術情報部情報企画課の関係者の皆様に感謝いたします。加えて、新旧スパコンの運用にご尽力いただくとともに、新スパコンに関する図や情報等をご提供いただいた富士通株式会社の関係者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] 北海道大学 情報基盤センター, 学際大規模計算機システム, <https://www.hucc.hokudai.ac.jp/>, (参照日: 2025年9月26日) .
- [2] 深谷 猛, 梅田 隆行, 佐竹 祐樹, 岩下 武史, 更科 高広, 吉川 浩, 吉川 潤, 角鹿 千枝, 高口 智美, 折谷 智咲, 齋藤 珠紀, 村田 欽正, 北海道大学情報基盤センター次期スーパーコンピュータシステムの紹介, 大学 ICT 推進協議会 2024 年度年次大会論文集, pp. 89–92, 2024.
- [3] 北海道大学 化学反応創成研究拠点 (ICReDD), <https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/>, (参照日: 2025年9月26日) .
- [4] 北海道大学 人獣共通感染症国際共同研究所, <https://www.czc.hokudai.ac.jp/>, (参照日: 2025年9月26日) .
- [5] 北海道大学 地域中核・特色ある研究大学強化促進事業 (J-PEAKS), <https://www.cris.hokudai.ac.jp/j-peaks/>, (参照日: 2025年9月26日) .
- [6] 北海道大学 情報基盤センター, スーパーコンピュータ「Grand Chariot 2」利用 GPU ミニキャンプ(入門編), <https://www.hucc.hokudai.ac.jp/news/event/2016/>, (参照日: 2025年9月26日) .