

スーパーコンピュータシステム玄界の利用資源量と研究分野別利用傾向の分析

菅尾 貴彦¹⁾, 原田 浩睦¹⁾, 柴田 佳輝¹⁾, 南里 豪志²⁾

1) 九州大学 情報システム部

2) 九州大学 情報基盤研究開発センター

Sugao.takahiko.272@m.kyushu-u.ac.jp

Analysis of Resource Usage and Research Field-Specific Utilization Trends of the Supercomputer System Genkai

Takahiko SUGAO³⁾, Hiroyoshi HARADA³⁾, Yoshiki SHIBATA³⁾, Takeshi NANRI⁴⁾

3) Information System Department, Kyushu University.

4) Research Institute for Information Technology, Kyushu University.

概要

九州大学情報基盤研究開発センター（以下、「九大センター」という。）では、2024年10月よりスーパーコンピュータシステム玄界の運用を開始した。本稿では、前システム IT0 から玄界への移行に伴う利用資源量の変化および研究分野別の利用傾向について分析し、その結果を報告する。

1 はじめに

九州大学情報基盤研究開発センターでは2024年10月からスーパーコンピュータシステム玄界の本運用を開始した。

玄界は大規模言語モデルなどの新しい研究分野における需要に応え、第6期科学技術・イノベーション基本計画に示されたデータ駆動型研究やオープンサイエンスの推進に資するとともに、将来的に予想される多種多様な計算の需要に応える性能を有するもので、大規模シミュレーションや機械学習のための高性能バックエンド計算ノード群を、高速ファイルシステムを介して連携運用する構成となっている。

本稿では前システム IT0 から玄界への移行に伴う利用資源量の推移と研究分野別の利用の推移に関する分析について紹介する。

2 システム構成

2.1 システム概要

玄界は利用者によって投入されたバッチジョブが実行されるバックエンドサーバ群（ノードグループ A、ノードグループ B、ノードグループ

C）、対話的な処理を行うログインノード、データ保存領域であるストレージ、Web ブラウザを通じて玄界へのアクセスを可能にし、ファイル管理やジョブ実行などを GUI ベースで行える Open OnDemand, Web ブラウザからストレージにアクセスし、ファイルの管理や共有ができる NextCloud から構成されている。システム構成図を図 1 に示す。

玄界の全体構成

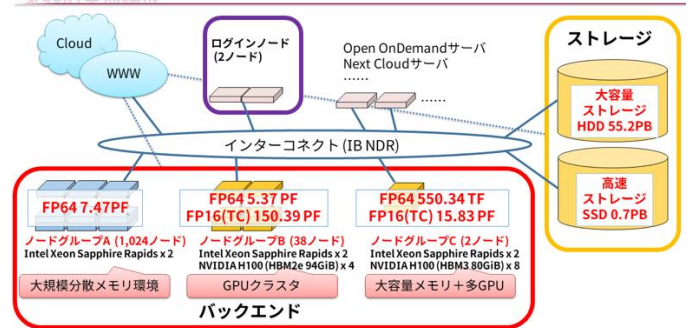


図 1 玄界システム構成図

2.2.1 ノードグループ A

ノードグループ A は、Intel 社の Xeon プロセッサ (Sapphire Rapids) を 2 基搭載したノ

ード、1024 ノードからなるシステムである。各ノードは、倍精度浮動小数点数演算で 7.296TFLOPS の理論演算性能、512GiB の主記憶容量を有しており、ノードグループ A 全体では、総理論演算性能 7.47PFLOPS、総主記憶容量 512TiB である。ノードグループ A は、CPU のみを搭載した計算ノードグループである。

2.2.2 ノードグループ B

ノードグループ B は、Intel 社の Xeon プロセッサ (Sapphire Rapids) を 2 基と、NVIDIA 社の GPU (NVIDIA H100) を 4 基搭載したノード、38 ノードからなるシステムである。各ノードは、倍精度浮動小数点数演算で CPU: 7.296GFLOPS、GPU: 134.0TFLOPS の理論演算性能、1024GiB の主記憶容量を有しており、ノードグループ B 全体では、総理論演算性能 5.37PFLOPS、総主記憶容量 53.2TiB である。ノードグループ B では、主に GPU を使用するジョブが実行される。

2.2.3 ノードグループ C

ノードグループ C は、Intel 社の Xeon プロセッサ (Sapphire Rapids) を 2 基と、NVIDIA 社の GPU (NVIDIA H100) を 8 基搭載したノード、2 ノードからなるシステムである。各ノードは、倍精度浮動小数点数演算で CPU: 7.168GFLOPS、GPU: 268.0TFLOPS の理論演算性能、8.64TiB の主記憶容量を有しており、ノードグループ C 全体では、総理論演算性能 14.34TFLOPS、総主記憶容量 17.28TiB である。ノードグループ C は、ノードグループ B よりも多くの GPU と大容量のメモリを搭載した計算ノードグループである。

2.3 ログインノード

ログインノードは、Intel 社の Xeon プロセッサ (Sapphire Rapids) を 2 基搭載したノード、2 ノードからなるシステムである。各ノードは、倍精度浮動小数点数演算で 7.296TFLOPS の理論演算性能、1024GiB の主記憶容量を有している。ログインノードでは、玄界の利用者がジョブの投入やファイル編集といった負荷の低い対話的処理が主に実行される。

ドは、倍精度浮動小数点数演算で 7.296TFLOPS の理論演算性能、1024GiB の主記憶容量を有している。ログインノードでは、玄界の利用者がジョブの投入やファイル編集といった負荷の低い対話的処理が主に実行される。

2.4 ストレージ

ストレージは HDD から構成される大容量ストレージと、SSD から構成される高速ストレージがある。ストレージのファイルシステムは DDN EXAScaler で、実効容量は大容量ストレージが 55.2PB、高速ストレージが 0.7PB である。ストレージのデータ転送速度は、360GB/s (Write 実行性能) である。

3 ITO と玄界の課金制度

前システム ITO では、月額定額制の料金体系が採用されており、利用者は同時に使用可能な計算資源量に応じた固定料金を支払う方式であった。この方式は、利用量に関係なく一定の料金が発生するため、繁忙期における資源の過密利用や、利用者間の公平性の確保に課題があった。

玄界では、これらの課題を解消するため、基本的にプリペイド型の従量制料金体系が導入された。利用者は事前にポイントを購入し、実際の資源利用量に応じてポイントを消費する方式となっている。これにより、利用量に応じた柔軟な課金が可能となり、繁忙期の過密状態を回避しつつ、公平性と高スループットの両立を図っている。

4 ITO および玄界の利用資源量の推移

4.1 比較概要

2017 年から 2023 年まで、九州大学の前スーパーコンピュータシステムである ITO が稼働しており、2024 年 10 月からは新システム玄界が稼働を開始している。

本稿では、各システムの利用資源量を、そのシステムの総演算能力にシステム運用期間中のジョブによる資源利用率を乗じた値と定義する。さらに、新旧システム間の比較のため、IT0 の総演算能力を基準とした相対利用資源量を用いる。

なお、近年の CPU では理論演算性能が実用上の演算性能と乖離しているため、IT0 のサブシステム A (以下、IT0-A) と玄界のノードグループ A (以下、玄界-A) の総演算能力としては、それぞれの搭載 CPU の SPEC CPU 2017 FP Rate 値に総 CPU 数を乗じたスループット性能を用いる。

一方、IT0 のサブシステム B (以下、IT0-B) と玄界のノードグループ B (以下、玄界-B) の総演算能力としては、公称の理論演算性能を用いる。

両システムにおけるノードグループごとの利用資源量の推移をみるため、IT0-A と玄界-A および IT0-B と玄界-B の利用資源量を比較する。特に、IT0-B および玄界-B については、倍精度浮動小数点数演算 (FP64) と半精度浮動小数点数演算 (FP16) の両形式における利用資源量を比較対象とする。FP64, FP16 の比較に用いるデータは同じデータを用いるが、それぞれピーク性能比で換算している。なお、玄界ノードグループ C (以下、玄界-C) については、IT0 に比較対象となるシステムがないため、対象外とする。

IT0-A、IT0-B に対する玄界-A、玄界-B の補正係数は、それぞれ以下のように計算した。

- 玄界-A の補正係数 =
玄界-A スループット性能 (1064960)
/ IT0-A スループット性能 (400000)
≒ 2.7
- 玄界-B (FP64) の補正係数 =
玄界 B 合計理論演算性能 (FP64) (5.09PF)
/ IT0-B 合計理論演算性能 (FP64) (2.7PF)
≒ 1.9
- 玄界-B (FP16) の補正係数 =

$$\begin{aligned} & \text{玄界 B 合計理論演算性能 (FP16) (150.3PF)} \\ & / \text{IT0-B 合計理論演算性能 (FP16) (10.8PF)} \\ & \simeq 13.9 \end{aligned}$$

なお、IT0 システムにおいては、1 ノード未満のリソースを使用するジョブであっても、統計上は 1 ノードを使用したものとして集計されている。そのため、同一ノード上で複数のジョブが同時に実行された場合などには、利用率が 100%を超えることがある。

4.2 IT0-A、玄界-A の相対利用資源量

IT0-A と玄界-A の相対利用資源量を図 2 に示した。2023 年までが IT0、2024 年以降が玄界の相対利用資源量である。なお、2025 年度の相対利用資源量が一時的に低下しているのは、図に示したデータが 2025 年 8 月時点までのものであり、年度前半のみを対象とした集計結果であるためである。

相対利用資源量はシステム更新の前後で横ばいとなっており、玄界に移行したことによる大きな変動は見られない。

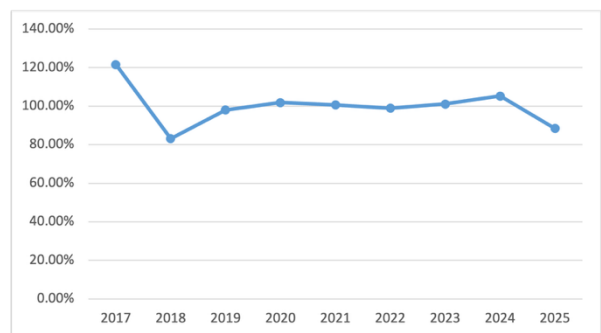


図 2 相対利用資源量の推移 (IT0-A、玄界-A)

4.3 IT0-B、玄界-B の FP64 演算性能で換算した相対利用資源量

FP64 演算性能で換算した IT0-B と玄界-B の相対利用資源量を図 3 に示した。

IT0 の稼働期間である 2023 年までは、相対利用資源量は概ね 90%前後で安定して推移してい

る。2024年に玄界へ移行した直後も、ITOと同等の相対利用資源量が維持されている。しかし2025年には、相対利用資源量の大幅な増加が認められる。

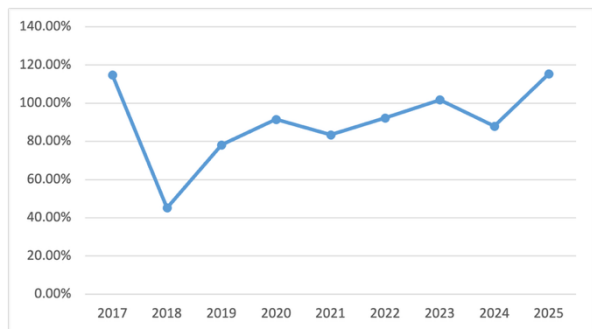


図3 FP64 演算性能で換算した相対利用資源量の推移 (ITO-B、玄界-B)

4.4 ITO-B、玄界-BのFP16 演算性能で換算した相対利用資源量

FP16 演算性能で換算した ITO-B と玄界-B の相対利用資源量を図4に示した。

FP64 演算性能で換算した相対利用資源量と同様に、2024年の玄界への移行後に相対利用資源量が大幅に上昇しており、上昇率はFP64と比較しても大きいものとなっている。

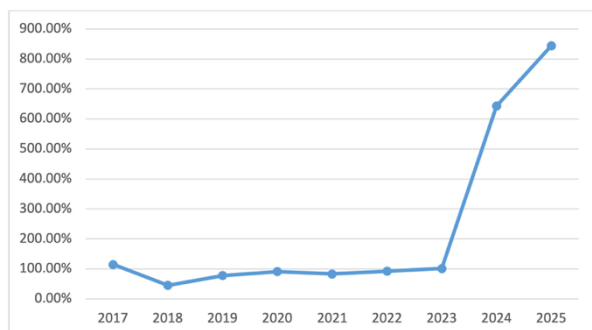


図4 FP16 演算性能で換算した相対利用資源量の推移 (ITO-B、玄界-B)

5 研究分野別の利用実績

5.1 分野別の申請件数

2024年10月から2025年7月までの期間における、玄界の利用申請件数を研究分野別に集計した結果を図5に示す。

両年度ともに、工学分野での利用が全体の約3割を占めており、最も多い傾向が確認される。これに続いて、統合領域、化学分野、数物系科学分野の利用が多く、いずれの年も分野構成の割合に大きな変化はなく、類似した傾向が継続していることが確認された。

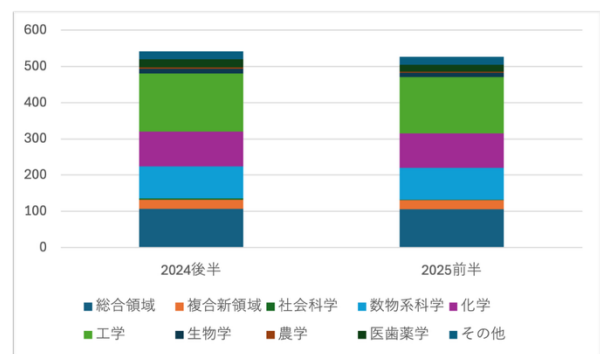


図5 玄界の分野別申請件数

5.2 玄界の分野別利用実績

2024年10月から2025年7月までの玄界の分野別利用実績を分析する。ここで利用実績とは、ジョブが利用したノード時間積の合計値である。なお、2025年度は年度前でまだ利用実績が伸びていないため、年度間の違いについては主に分野毎の比率を比較する。

5.2.1 玄界-Aの分野別利用実績

2024年度と比較して実績は限定的であるが、傾向としては前年と一致している。

分野別の利用割合としては同様の傾向を示しており、工学分野が最も多く、これに続いて、数物系科学分野、化学分野の利用が多くなっている。

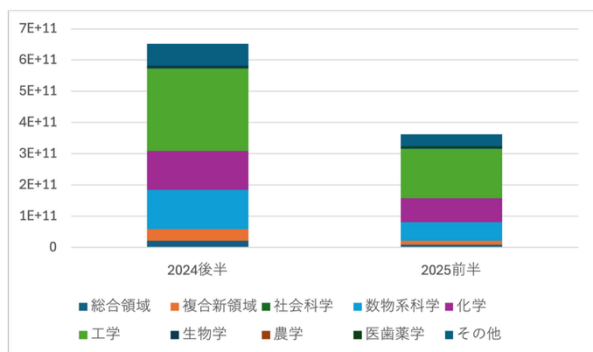


図 6 玄界-A の分野別実績

5.2.2 玄界-B の分野別利用実績

2024年10月から2025年7月までの玄界-Bの分野別利用実績を図7に示した。

2025年度は2024年度に比べて集計期間が短いものの、利用実績に大きな差は見られず、利用率の上昇に伴って利用実績が増加していると推察される。

また、利用分野の傾向としては、工学分野の利用が最も多い点は玄界-Aと共通しているが、統合領域の割合が相対的に高く、数物系科学分野および化学分野の割合は低くなっている。

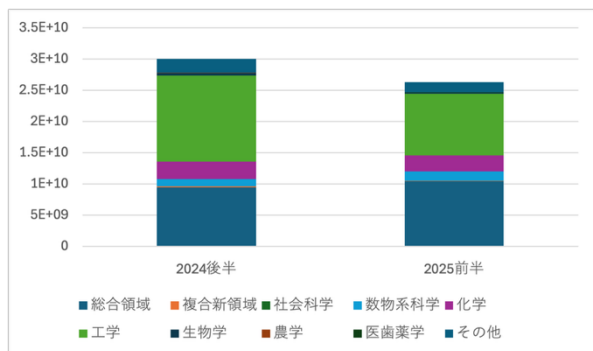


図 7 玄界-B の分野別実績

5.2.3 玄界-C の分野別利用実績

2024年10月から2025年7月までの期間における、玄界-Cの研究分野別利用実績を図8に示す。2025年度は年度途中であるため、2024年度と比較して利用実績そのものは限定的である。

分野別の利用割合を見ると、両年度ともに統

合領域の利用が最も多い。一方で、それ以外の分野については年度間で増減が大きく、分野構成の傾向には違いが確認される。

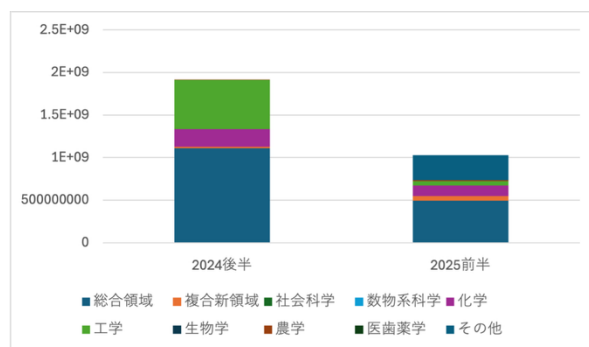


図 8 玄界-C の分野別実績

5.3 ITO の分野ごとの要求資源量

本節では、ITOにおける分野別の要求資源量について述べる。ここで要求資源量とは、各利用グループが利用申請時に要求する同時利用可能資源量である。

ITOでは、研究分野別に要求資源量の集計を行っており、玄界の利用実績データとは直接的な比較は困難である。しかしながら、分野ごとの需要の比率を把握するための参考情報として、ITO-A(共有)の要求資源量を図9に、ITO-B(共有)の要求資源量を図10に示す。

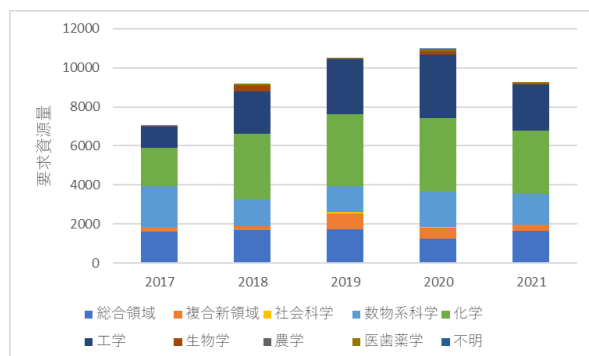


図 9 要求資源量 (共有 ITO-A)

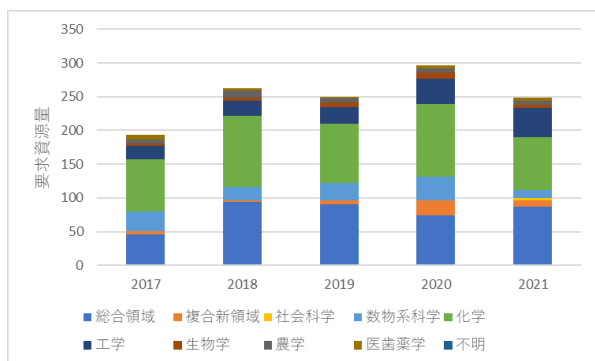


図 10 要求資源量 (共有 ITO-B)

5.4 玄界と ITO の分野ごとの利用の比較

ITO と玄界の分野毎の利用実績は、前述の通り根拠となるデータが異なるため単純な比較はできない。そこでここでは、ITO と玄界の違いについておおまかな傾向のみを確認する。

図 6 と図 9 を比較すると、玄界-A では工学分野の利用が最も多く、次いで化学分野、数物系科学分野の順となっている。一方、ITO-A では化学分野が最も多く、工学分野、数物系科学分野がそれに続いている。

このことから、玄界においては工学分野の利用が増加している傾向が見て取れる。

次に、図 7 と図 10 を比較すると、玄界-B と ITO-B の間でも、玄界-A および ITO-A と同様の傾向が確認される。玄界-B では工学分野の利用が最も多く、これに対して ITO-B では化学分野が最も多くなっている。

このことから、玄界においては工学分野の利用が増加している傾向が、玄界-A、玄界-B のどちらにおいても一貫して確認される。

6 玄界と ITO の利用状況

6.1 玄界と ITO における利用率

各システムの混み具合を表す利用率について、玄界-A、玄界-B、玄界-C の状況を図 11、12、13 に、ITO-A、ITO-B の状況を図 14、15 に、それぞれ示す。なお、ITO-A、ITO-B については運用期間の利用率を月別に集計している。

玄界と ITO では利用率の集計方法が異なるため、厳密な比較は困難であるが、本稿では両者の概観的な傾向を分析対象とする。

6.2 玄界-A の利用率

玄界-A では、期間によって利用率に増減が見られ、これはポイント購入制が採用されていることの影響と推察される。特に、10 月および 4 月に利用率の低下が確認されるが、定額制であった ITO ではこのような顕著な減少は見られなかった。この傾向は、玄界がポイント購入制に移行し、ポイントの有効期限が半年に設定されたことが一因と推察される。

なお、玄界-A は ITO のピーク時と同等の計算資源を提供しているが、利用率には依然として余裕があり、今後の需要増加にも対応可能であると考えられる。

6.3 玄界 B の利用率

玄界-B では、ITO と比較して需要が大幅に増加している。また、4 月および 10 月に見られる利用率の低下については、玄界-A と比べてその変動幅は緩やかである。全体として利用率は増加傾向にあり、今後さらに需要が高まった場合には、ジョブの待ち時間の増加などが懸念される。

6.3 玄界 C の利用率

玄界-C はノード数が 2 と少なく、利用グループも限られているため、利用率に大きなばらつきが見られる。このような特性から、今後の需要を定量的に見積もることは困難である。

6.4 ITO-A、ITO-B の利用率

ITO は定額制であるため、ITO-A、ITO-B ともに全期間を通じて概ね高い利用率を示している。玄界-A で見られた 4 月および 10 月の顕著な利用率の低下は確認できない。

6.5 利用率分析のまとめ

玄界-Aでは、ポイント制の導入により利用率に余裕が生まれ、ITO-Aで課題となっていた過密状況が解消された。これにより、今後予想される需要の増加に対応可能であると推察される。

一方、玄界-Bでは需要の増加に伴い利用率が高まっており、今後さらに需要が増加した場合には、ジョブの待ち時間の増加などが懸念される。

玄界-Cについては、利用率に大きなばらつきが見られ、需要の定量的な見積もりが困難であることから、今後の利用状況を継続的に注視する必要がある。

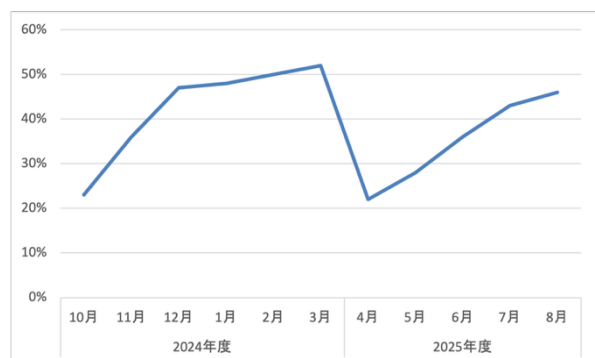


図 11 玄界-A利用率

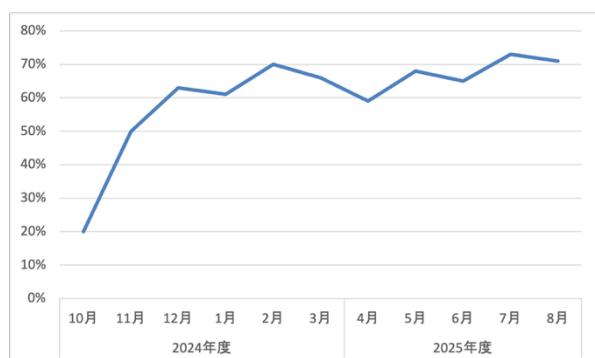


図 12 玄界-B利用率

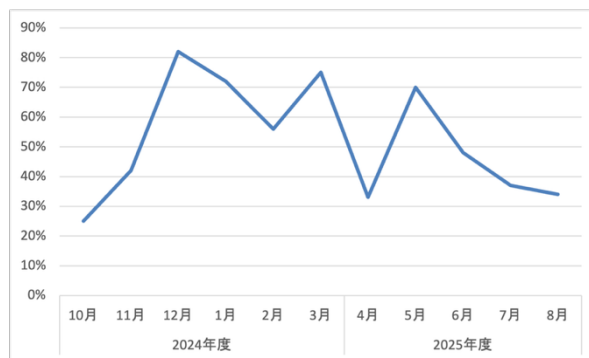


図 13 玄界-C利用率

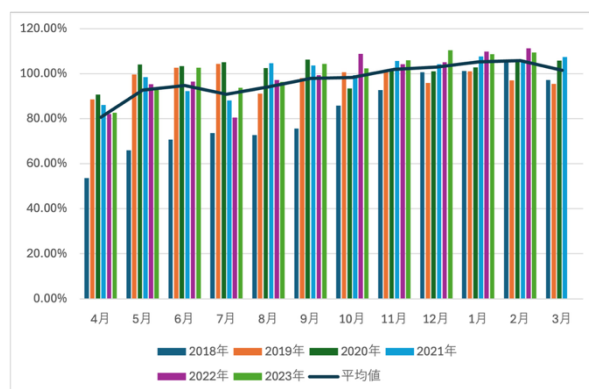


図 14 ITO-A 利用状況

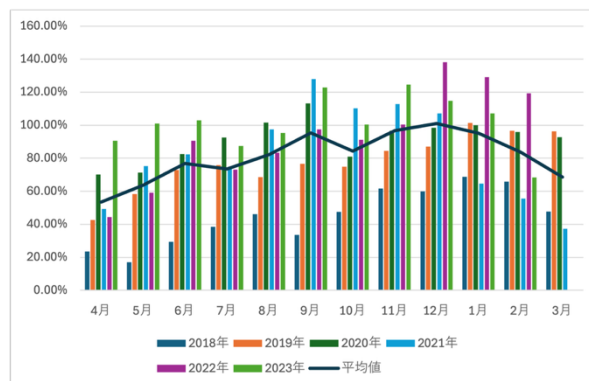


図 15 ITO-B利用状況

7 Open OnDemand, Nextcloud の利用状況

玄界に新たに導入された Open OnDemand および Nextcloud の利用状況について、総アクセス回数およびユニークユーザー数をそれぞれ図 16 と図 17 に示す。両システムともに時期による変動は見られるものの、導入初期から現在に至るまで、全体として緩やかな増加傾向が認められる。

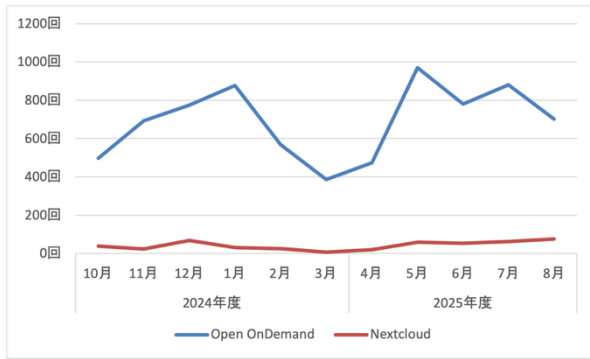


図 16 Open OnDemand と Nextcloud のアクセス回数

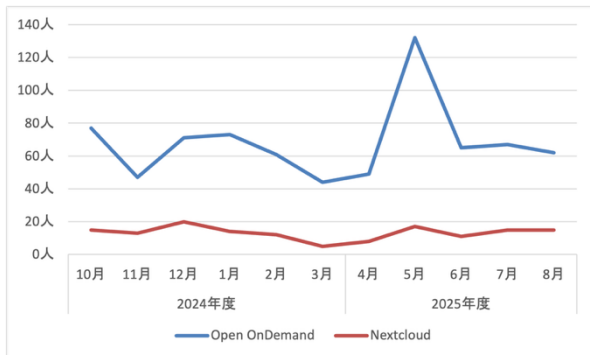


図 17 Open OnDemand と Nextcloud のユニークユーザ数

8 分析結果のまとめ

利用資源量の分析からは、玄界-A が既存の計算需要を安定的に引き継いでいる一方で、玄界-B ではシステム移行後に大幅な需要の増加が確認された。

分野別の分析では、工学分野における利用が増加している傾向が見られた。この背景には、主に工学分野における機械学習をはじめとする、GPU を活用した新たな計算需要の拡大があると推察される。

利用率の分析からは、課金制度が定額制からポイント制へと変更されたことにより、玄界-A で利用率に季節的な変動が生じていることが確認された。特に 10 月および 4 月には、ポイントの有効期限の影響と推察される利用率の低下が見られた。玄界-A では ITO-A で問題となっていた過密状況が解消したと考えられる。一方、玄

界-B および玄界-C では、需要の増加に伴い利用率も上昇しており、今後もこの傾向が継続した場合、過密状態に至る可能性がある。そのため、今後の利用状況を注視する必要がある。

9 おわりに

本稿では、スーパーコンピュータシステム玄界について、前システム ITO からの移行に伴う研究分野別の利用状況および利用率推移の概要を示した。

研究分野別の利用実績においては、ノードグループごとの構成や特性に応じて、利用される分野の傾向に違いが見られた。これにより、玄界は多様な研究ニーズに柔軟に対応可能なシステムであることが示唆された。

利用率の推移からは、ITO における既存利用者の需要を引き継ぎつつ、GPU を活用した新たな計算需要にも対応できていることが確認された。一方で、玄界-B および玄界-C では、需要の増加に伴う過密化の懸念があり、今後の利用状況を継続的に注視する必要がある。

また、玄界の利用資源量や利用率に関する現時点のデータは十分とは言えず、今後の動向を注視する必要がある。

特に、ポイントが半年で失効する制度の影響や、利用者がシステムに慣れていく過程で利用状況がどのように変化するかについては、今後の運用を通じて継続的に観察していくことが重要である。

参考文献

- [1] 原田浩睦 池田嗣徳 小野真 平島智将 南里豪志、スーパーコンピュータ ITO の利用課題の分析、大学 ICT 推進協議会 2021 年度年次大会