［大学 ICT 推進協議会　2022 年度年次大会論文集より］

# クラウドサービス AOBA-C の紹介

大泉 健治 [1)], 森谷 友映 [1)], 佐々木 大輔 [1)], 齋藤 敦子 [1)],
山下 毅 [1)], 小野 敏 [1)], 滝沢 寛之 [2)]

1) 東北大学 情報部情報基盤課
2) 東北大学 サイバーサイエンスセンター

oizumi@cc.tohoku.ac.jp

# Introduction of Cloud Services “AOBA-C”

OIZUMI Kenji [1)], MORIYA Tomoaki [1)], SASAKI Daisuke [1)], SAITO Atsuko [1)],
YAMASHITA Takeshi [1)], ONO Satoshi [1)], TAKIZAWA Hiroyuki [2)]

1) Information Infrastructure Division of Information Department, Tohoku Univ.
2) Cyberscience Center, Tohoku Univ.

**概要**

東北大学サイバーサイエンスセンターは，全国共同利用設備として大規模科学計算システムの整備と，HPCI の資源提供機関としての役割を担っている。本稿では 2022 年 10 月から運用を開始したスーパーコンピュータ AOBA におけるクラウドサービス AOBA-C について紹介する。

## 1　はじめに

東北大学サイバーサイエンスセンター (以下，本センター) では，スーパーコンピュータ AOBA の運用を 2020 年 10 月から行っている[1]。このシステムを総称して AOBA-1.0 と呼ぶ（以下、AOBA-1.0／既存システム)。 AOBA-1.0 は，サブシステム AOBA-A(SX-Aurora TSUBASA, 日本電気株式会社製), サブシステム AOBA-B(LX 406Rz-2, 日本電気株式会社製) の 2 種類の計算機システムで構成される。図 1 にシステム構成図を示す。

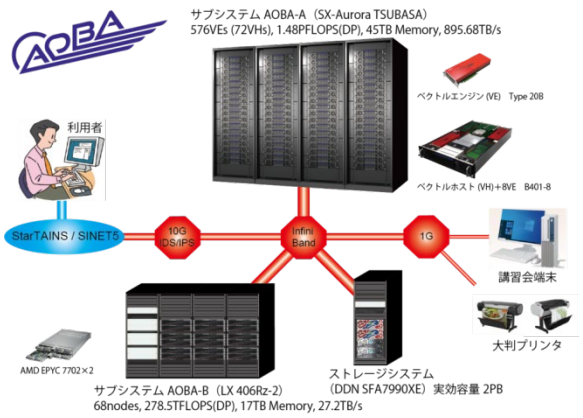


図 1　システム構成 AOBA-1.0

当初の導入計画では，2020 年に AOBA-1.0 を導入した後, 2 年後の 2022 年にシステム増強を行い，AOBA-1.5 として次世代 AOBA の運用を開始する予定であった。

AOBA-1.5 は導入計画どおりに政府調達による導入を進めていたが，スケジュールを延期せざるを得ない状況となった。資料招請および意見招請による市場調査の過程で，半導体製造に関する世界的な需給状況により必要な設備の調達が困難であることが分かったためである。AOBA-1.5 の調達においても例外なく影響を受け，約 1 年間順延する導入計画に変更することになった。

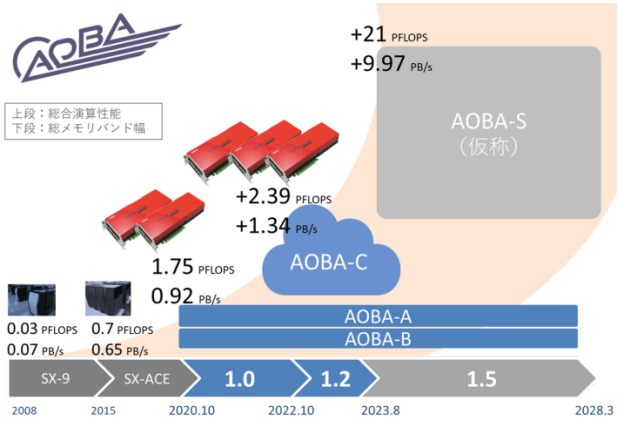


図 2　システム導入計画

また，AOBA-1.0 の運用を開始して 2 年目から，計算需要は処理能力を大きく超える状況が続いて

いる[2]。

図 3 に, サブシステム AOBA-A の利用 VE 時間, 稼働 VE 利用率を 2020 年 11 月から 2022 年 8 月まで月単位に示す。4 月および 8 月は，いずれの年もシステム定期保守や本学キャンパスの計画停電の実施時期のため，運用日数が比較的少ない。そのため利用 VE 時間および稼働 VE 利用率は低い傾向にある。しかし，それら以外の月における稼働 VE 利用率は常に 80%を超え, 繁忙期の年度末には 90%を超える状況が続いている。

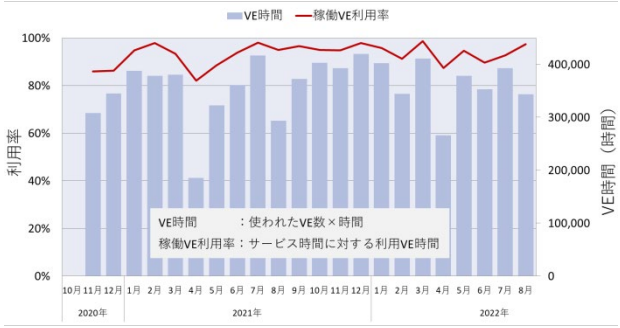


図 3　利用 VE 時間、稼働 VE 利用率
AOBA-A

図 4 に, サブシステム AOBA-B の利用ノード時間, 稼働ノード利用率を 2020 年 11 月から 2022 年 8 月まで月単位に示す。運用を開始した 1 年目から稼働ノード利用率は 80%を超え，2022 年以降は 90%を超える状況が続いている。4 月および 8 月の利用ノード時間および稼働ノード利用率が低いのは AOBA-A と同様の理由である。

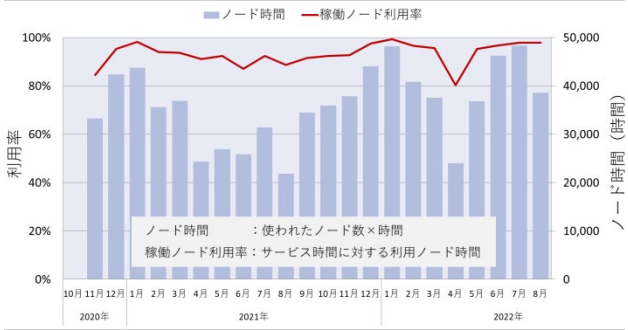


図 4　利用ノード時間、稼働ノード利用率
AOBA-B

AOBA-1.0 の利用率が想定以上に高いことから, リクエストの混雑解消を図るため，また更なる大規模並列化プログラムの実行を要望する利用者に対応するため，計算資源の増強は急務となっている。検討の結果，次期システム AOBA-1.5 のサービス開始までの延長期間を埋め合わせする，計算資源の一時的な増強を行う事になった。増設するシステムは日本電気株式会社が提供するクラウドサービス[3]を活用し，2022 年 10 月から 2023 年 7 月までクラウドサービス AOBA-C として提供を行う。AOBA-C を加えたシステム総称を AOBA-1.2 と呼ぶ。

## 2　AOBA-C の構成

クラウドサービス AOBA-C[1]は，演算サーバ群によるハードウェア，プログラミング環境，利用者管理および課金統計管理によるソフトウェア並びに AOBA-1.0 と接続するためのネットワークで構成される。

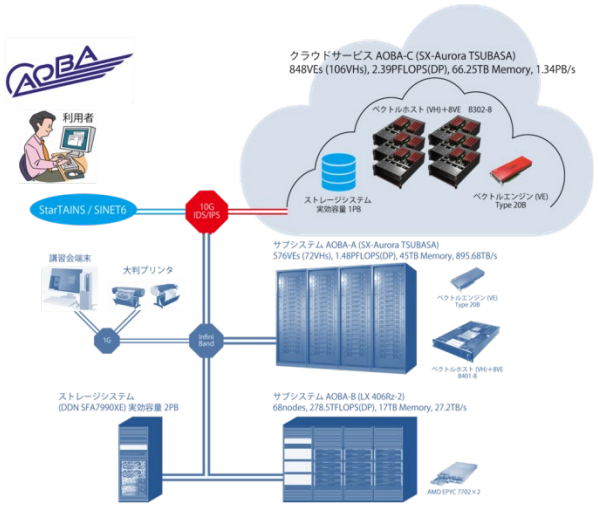


図 5　システム構成 AOBA-1.2

### 2.1. ハードウェア構成

演算サーバは，SX-Aurora TSUBASA（日本電気株式会社製）106 台で構成される。システム全体の演算性能は，2.39PFLOPS（倍精度），主記憶容量は 66.25TB, 総メモリバンド幅 1.34PB/s となる。AOBA-A と同一性能のベクトルエンジン（以下，VE）Type20B を搭載している。導入台数は AOBA-A の約 1.5 倍であり，クラウドサービス AOBA-C と合わせると総数 178 台になり，AOBA-1.2 では 2 倍以上のベクトル演算リソースを提供することが可能になる。

ストレージシステムは，大容量のデータに高速アクセス可能な分散並列ファイルシステム ScaTeFS（日本電気株式会社）で構築され，実効容量は 1PB である。

### 2.2. ソフトウェア構成

プログラミング言語は，AOBA-A と同様に自動ベクトル化・自動並列化機能を備えた Fortran/C/C++コンパイラを利用できる。自動並列化機能および OpenMP による共有メモリ並列実行と，システム構成に最適化された MPI ライブラリによる，分散メモリ並列実行が可能である。また科学技術計算ライブラリとして，VE に最適化された数学ライブラリのコレクション NEC Numeric Library Collection(NLC)を利用できる。

アプリケーションソフトウェアの提供は行わず，基本的には大規模並列プログラミング環境として提供する。これまでの AOBA-1.0 では実現不可能だった大規模プログラムの実行を想定している。

### 2.3. ネットワーク構成

これらのクラウドサービスは，NEC 神奈川データセンターに設置した SX-Aurora TSUBASA を，国立情報学研究所の学術情報ネットワーク SINET6 を経由して提供する。本センターAOBA を構成する一つのサブシステムとして，SSH によるリモート接続により利用する。

表 1 提供するハードウェア、ソフトウェア

| クラウドサービスAOBA-Cの仕様 | |
|---|---|
| SX-Aurora TSUBASA（日本電気株式会社） | |
| システム構成 | 106ベクトルホスト（VH）＋ 848ベクトルエンジン（VE） |
| 総合演算性能 | 2.39 PFLOPS（倍精度） |
| 総主記憶容量 | 66.25 TB |
| 総メモリバンド幅 | 1.34 PB/s |
| ノード性能 | |
| モデル名称 | B302-8（1VH+8VE） |
| 演算性能 | 2.96 TFLOPS ＋ 19.6 TFLOPS （倍精度） |
| 主記憶容量 | 256 GB ＋ 384 GB |
| ノード間接続 | InfiniBand(HDR 200Gbps × 2) |
| プログラム開発環境 | NEC Software Development Kit for Vector Engine (Fortran, C/C++, Numeric Library Collection,PROGINF/FTRACE), NEC MPI |
| ストレージシステム | 実効容量1PB，ファイルシステムScaTeFS |

## 3 クラウドサービスの概要

### 3.1. 概略、提供期間

既存システムの AOBA-A および AOBA-B の使い方に変更はなく，クラウドサービス AOBA-C を追加する形で既存サービスと連携する。既存システムの利用者番号を保有しているユーザは，AOBA-C も含めたすべてのサービスを利用可能であるので，クラウドサービス AOBA-C を利用するための特別な利用手続きは不要である。

利用可能な資源量は，1 ジョブあたり最大 64VH（512VE）とする。AOBA-A では提供できなかった 32VH（256VE）より大きい資源を必要とする大規模並列プログラムを，常時実行することが可能となった。

ジョブの実行は，既存システムと同じく，バッチリクエストをジョブ管理システム Network Queuing System V（NQSV、日本電気株式会社）に投入して行う。計算資源を共有して利用する「共有利用」を通常利用とするが，個人またはグループで一定量の計算資源を占有して利用できる「占有利用」も提供する。

クラウドサービス AOBA-C の提供期間は，2022 年 10 月から 2023 年 7 月までとし，HPCI 課題利用については 2023 年 6 月末日までとする。

### 3.2. 利用者環境

フロントエンドサーバでプログラムをコンパイルし，演算サーバへバッチリクエストとして投入しプログラムを実行する形態は，既存システムと同じである。ただし，フロントエンドサーバはクラウドサービス AOBA-C 用のサーバ cfront を利用する。

また，利用者のファイルを置くストレージもクラウドサービス AOBA-C のストレージシステムを利用する。AOBA-C でプログラミングの際は，あらかじめプログラムファイルやデータファイルをクラウド用のストレージシステムへ転送しておく必要がある。

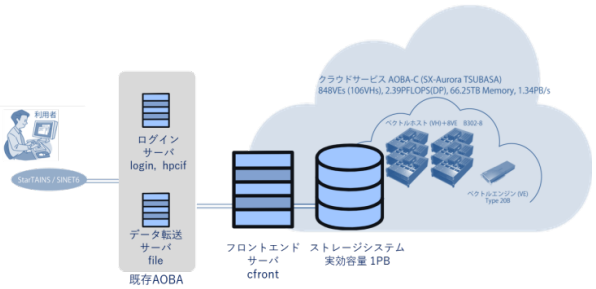


図 6 AOBA-C 用フロントエンドサーバ、ストレージシステム

### 3.3. ログイン認証

AOBA-C においてもシステムのセキュリティを考慮し，ログインサーバとフロントエンドサーバの 2 段構成とする。AOBA-C 用のフロントエンドサーバ cfront は，既存のログインサーバ login ま

たはHPCI用ログインノードhpcifからのみアクセス可能とし，利用者はcfront上でソースコードのコンパイルやバッチリクエストの投入を行なう。利用者の公開鍵は既存システムで利用していたものと同一としているので，ローカルPCに保存済みの秘密鍵とパスフレーズによるログインが可能である。既存システムの利用者は改めて鍵の作成をする必要はない。新規利用者は，本センターウェブサイト上に提供される利用者ポータルの「SSH公開鍵登録」機能を用いて，ログインのための秘密鍵を作成する。

### 3.4. ファイル転送

AOBA-Cのストレージシステムは既存システムとは別システムとなる。そのためAOBA-Cで実行するプログラムファイルやデータファイルは，AOBA-Cのストレージシステムにあらかじめ転送しておく必要がある。

転送サーバは，既存のデータ転送サーバfileとフロントエンドサーバcfrontの2段構成とし，fileを経由してscp(Secure Copy)またはSFTP(SSH File Transfer Protocol)にてファイル転送を行う。fileおよびcfrontへの接続は，3.3.ログイン認証 で設定した公開鍵と秘密鍵のペアを用いる。

転送方法として，Windows, Mac OSのターミナルアプリケーションおよびlinux上でのコマンドによる操作と，scpやSFTPに対応したFTPクライアントアプリケーションを用いる2つの方法がある。具体的な操作手順は，センターウェブサイト[1]に掲載しているマニュアルを参照いただきたい。マニュアルでは，ファイル転送に必要な操作コマンドやWindowsアプリケーションWinSCPでの設定方法を，AOBA-C向けに解説している。

### 3.5. バッチリクエストの投入

プログラムの実行は，バッチリクエストの投入により演算サーバで行われる。AOBA-Cのバッチリクエストの投入は，フロントエンドサーバcfrontで行う。既存システムからは投入できない。バッチリクエストの基本的な操作手順については，既存システムと同じである。ジョブスクリプトに，投入キュー名，利用VE数，最大経過時間を指定する。利用可能なVE数は，AOBA-Aの2倍となる512VEまで利用可能となっている。表2に，AOBA-Cのキュー構成を示す。

既存システムと同様に，フロントエンドサーバ上でプログラムの実行は禁止とする。フロントエンドサーバは，リクエストの操作やコンパイル等の作業用サーバとしているためである。

表 2　AOBA-C のキュー構成

| 利用形態 | キュー名 | VE数 | 実行形態 | 最大経過時間<br>規定値/最大値 | メモリサイズ |
|---|---|---|---|---|---|
| 共有 | sxc | 1 | 1VE<br>（VHを共用する） | 72時間/720時間 | 48GB×VE数 |
| | | 2～512 | 8VE単位で確保<br>（VHを共用しない） | | |
| 占有 | 個別設定 | | | | |

VH：ベクトルホスト，　VE：ベクトルエンジン

### 3.6. 利用負担金

共有利用の利用負担額単価は，課金対象時間あたり125円とし，後払いの従量制としている。既存システムAOBA-Aの共有利用（従量）単価と同じである。また，占有利用の利用負担額単価は利用VE数8あたり利用期間3ヶ月につき216,000円とし，AOBA-Aに比べ2割抑えた設定にしている。他の研究グループのジョブによる実行待ちの影響を受けないため，占有利用を検討の方はご活用いただきたい。

表 3　基本利用負担金【大学･学術利用】

表1　基本利用負担金【大学・学術利用】

| 区分 | 項目 | 利用形態 | 負担額及び課金対象時間 |
|---|---|---|---|
| 演算<br>負担経費 | AOBA-A | 共有<br>（無料） | 利用VE数1（実行数、実行時間の制限有）<br>無料 |
| | | 共有<br>（従量） | 課金対象時間<br>＝（利用VE数÷8を切り上げた数）×経過時間（秒）<br>課金対象時間1時間につき　125円 |
| | | 共有<br>（定額） | 負担額10万円につき課金対象時間800時間分使用可能 |
| | | 占有 | 利用VE数8　利用期間3ヶ月につき　270,000円 |
| | AOBA-B | 共有<br>（従量） | 課金対象時間＝利用ノード数×経過時間（秒）<br>課金対象時間1時間につき　22円 |
| | | 共有<br>（定額） | 負担額10万円につき課金対象時間4,600時間分使用可能 |
| | | 占有 | 利用ノード数1　利用期間3ヶ月につき　47,000円 |
| | AOBA-C | 共有<br>（従量） | 課金対象時間<br>＝（利用VE数÷8を切り上げた数）×経過時間（秒）<br>課金対象時間1時間につき　125円 |
| | | 占有 | 利用VE数8　利用期間3ヶ月につき　216,000円 |
| ファイル<br>負担経費 | | 共有 | 5TBまで無料、追加容量1TBにつき年額　3,000円 |
| | | 占有 | 10TBまで無料、追加容量1TBにつき年額　3,000円 |
| 出力<br>負担経費 | 大判プリンタによる<br>カラープリント | | フォト光沢用紙1枚につき　600円<br>クロス紙1枚につき　1,200円 |

## 4 おわりに

本稿では，2022 年 10 月に運用を開始したクラウドサービス AOBA-C について紹介した。具体的な設定例や実行コマンド等の利用方法の詳細については，本センターのウェブサイト [1]に操作マニュアルを用意しているので参照いただきたい。他にも，本センターからのお知らせ，利用講習会や利用相談について最新情報を発信しているのでご活用いただきたい。

また，順延していたスーパーコンピュータ AOBA-1.5は，2023年の導入が決定した。総演算性能 21PFLOPS を超える次世代 SX-Aurora TSUBASA（日本電気株式会社）を，2023 年 8 月のサービス開始に向けて準備を進めている。既存システム AOBA-A の総合演算性能を 14 倍以上に高速化・大規模化した SX-Aurora TSUBASA の次世代機を，世界最大クラスの規模で提供する。既存の SX-Aurora TSUBASA 向けプログラム資産はそのままで，高速化・大規模化の実現が期待される。AOBA-1.5 によるシミュレーション研究やプログラム開発も見据えて，スーパーコンピュータ AOBA をご活用いただければ幸いである。

## 参考文献

[1] 山下毅，森谷友映，佐々木大輔，齋藤敦子，小野敏，大泉健治，滝沢寛之，「スーパーコンピュータ AOBA の紹介」，SENAC Vol.54 No.1（2021-1），pp.50-55，2021

[2] 森谷友映，佐々木大輔，齋藤敦子，山下毅，小野敏，大泉健治，滝沢寛之，「スーパーコンピュータ AOBA の運用状況と利用者支援について」，SENAC Vol.55 No.1（2022-1），pp.29-32，2022

[3] https://jpn.nec.com/press/202204/20220425_01.html

[1] https://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/aoba-c/