

# 世界最大規模のオープン AI インフラストラクチャ AI 橋渡しクラウド (ABCI) の概要

小川 宏高<sup>†1</sup> 松岡 聡<sup>†2†3</sup> 佐藤 仁<sup>†1</sup> 高野 了成<sup>†1</sup>  
滝澤 真一郎<sup>†1</sup> 谷村 勇輔<sup>†1</sup> 三浦 信一<sup>†1†3</sup> 関口 智嗣<sup>†1</sup>

**概要**：国立研究開発法人 産業技術総合研究所は、2018 年 8 月より AI 橋渡しクラウド (ABCI) の運用を開始した。ABCI は、わが国の人工知能技術開発のためのオープンで先進的な高速計算基盤として、産学官連携や多様な事業者による利用を促進し、高い計算能力を活用した人工知能技術の研究開発・実証を加速し、社会実装を推進するとともに、人工知能分野の最重要課題への挑戦を目的としている。また、ABCI は半精度で 0.55EFLOPS、倍精度で 37.2PFLOPS の理論演算性能を備える。2018 年 6 月には、19.9PFLOPS で TOP500 List の世界 5 位かつ国内最高性能に、また 12.054GFLOPS/W で Green500 List の世界 8 位となり、世界トップクラスの実効性能・省電力性能を達成した。本稿では、ABCI のアーキテクチャを紹介するとともに、運用指針等について解説する。

## World's largest Open AI Infrastructure: Overview of AI Bridging Cloud Infrastructure (ABCI)

HIROTAKA OGAWA<sup>†1</sup> SATOSHI MATSUOKA<sup>†2†3</sup> HITOSHI SATOH<sup>†1</sup>  
RYOSEI TAKANO<sup>†1</sup> SHINICHIRO TAKIZAWA<sup>†1</sup> YUSUKE TANIMURA<sup>†1</sup>  
SHINICHI MIURA<sup>†1†3</sup> SATOSHI SEKIGUCHI<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (以降、産総研という) は、経済産業省「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」(平成 28 年度二次補正) の一環として、アルゴリズム (Algorithm)、ビッグデータ (Big Data)、計算能力 (Computing Power) の協調による、高度な人工知能処理を可能にする大規模で省電力のクラウド型計算システム、「AI 橋渡しクラウド (AI Bridging Cloud Infrastructure)」(以降、ABCI という) [1]を整備することとし、2017 年 9 月に一般競争入札による調達を行い、富士通株式会社 (以降、富士通) の技術の採用を決定した。以降、富士通および関連各社の協力の下、東京大学柏 II キャンパス内の産総研柏サイトに新たに建設された「AI データセンター棟」[2]への搬入・設置・システム構築・運用に向けた準備等を進め、2018 年 8 月より運用を開始した。

ABCI は、我が国の人工知能技術開発のためのオープンなリーディングインフラストラクチャとして、人工知能分野の最重要課題への挑戦、特に画像認識、音声認識、自然言語処理、種々の機械学習アルゴリズムやデータモデルの高度化、自動車/ロボットの自動運転/制御、創薬向け化合物推定、音声対話、自動翻訳等、幅広い分野での新たなアプリケーションの創出や、これらを支えるクラウド型計算システムの設計・運用ノウハウの民間への技術移転等、

人工知能技術の社会実装の推進を目的としている。

こうした目的を達成するため、我々は以下のような特徴を持つシステムとして ABCI を設計・構築した：

- (1) AI Infrastructure: 人工知能技術を支える機械学習の超高速処理
  - ディープラーニングを含む超高速な機械学習処理を多数のユーザおよびテナントに提供するに足る 0.55 ELOPS (FP16) の演算性能
  - ディープラーニングの予測結果に基づく高度なシミュレーション解析や、高精度演算を必要とする機械学習アルゴリズム等、ビッグデータ処理と高性能計算の融合を可能にする 37.2 PFLOPS (FP64) の演算性能
  - 上記を支える合算 476 TiB、4.19 PB/s の超広帯域メモリ、合算 1.74 PB の NVMe ローカルストレージ、ノードあたり 200 Gbps、合算 217.6 Tbps の超広帯域・超低遅延インターコネクト
- (2) Bridging Infrastructure: 民間への技術移転のためのオープンプラットフォーム
  - 機械学習の対象となるビッグデータを収集・蓄積・共有可能な実効容量 22 PB、実効読込 76 GB/s、書込 68 GB/s の大容量ストレージシステム
  - 汎用製品により構成されたコストパフォーマンスが良く模倣しやすいアーキテクチャ

<sup>†1</sup> 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
National Institute of Advanced Industrial, Science and Technology (AIST)

<sup>†2</sup> 国立研究開発法人 理化学研究所  
RIKEN

<sup>†3</sup> 国立大学法人 東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology

- 広範囲のオープンソースソフトウェア, 商用アプリケーションが動作可能なソフトウェアエコシステムのサポート
- (3) Cloud Infrastructure: TCOに優れた最新鋭のクラウド基盤・運用
- 資源のパーティショニングやプロビジョニング, 動的な計算環境のデプロイメント等によるマルチテナントのサポート
- 自動的な障害回復等, 少人数で運用可能なクラウド運用管理
- 温水冷却や高効率給電系を含む次世代省電力設計

ABCI の実効性能・省電力性能の高さは, HPL ベンチマークの結果が示している。2018 年 6 月の TOP500 List[3]において 19.9 PFLOPS を記録し, 世界 5 位かつ国内最高性能となった[4]。また, 電力最適化を行っていない段階ではあるものの 12.054 GFLOPS/W を記録し, Green500 List[5]の世界 8 位となった。HPCG, Graph500 等の計測は ISC18 に間に合わなかったが, 今後の計測を予定している。

本稿では, ABCI のアーキテクチャを紹介するとともに, 運用指針等について述べる。

## 2. ABCI システム

ABCI の外観を図 1 に示す。ABCI は, AI データセンター棟が提供する電源, 冷却システム, 48U ラックを用いて導入された。



図 1 ABCI システム外観

ABCI システムは, 高性能計算システム, 大容量ストレージシステム, 計算ネットワーク, サービスネットワーク, 管理ネットワーク, それらの補助的機器から構成されるハードウェアと, システムを最大限活用するためのソフトウェア群からなる。ハードウェアの概要を図 2 に示す。

計算ネットワークは, 高性能計算システム及び大容量ストレージシステムを相互に接続する。サービスネットワークは, 高性能計算システム及び大容量ストレージシステムの外部アクセスを必要とする機器群を接続するとともに, SINET5 100Gbps に接続する。管理ネットワークは, 各機器

を管理・運用の用途のため接続する。



図 2 ABCI ハードウェア構成

以下, 主要な構成要素である高性能計算システムと大容量ストレージシステムについて述べる。

### 2.1 高性能計算システム

高性能計算システムは, 計算ノード 1088 台, マルチプラットフォームノード 10 台, インタラクティブノード 4 台, 管理サーバ・ゲートウェイノード 15 台等からなる。以下では, 計算ノードとそのインターコネクトを中心に説明する。

#### 2.1.1 計算ノード

ABCI の計算ノードは 1088 台あり, そのすべての構成が同一である。FUJITSU Server PRIMERGY CX400 M4 をベースとした 2U シャーシに, PRIMERGY CX2570 をベースとした計算ノードを 2 台ずつ搭載した構成を基本とし, 17 シャーシ 34 ノードを 48U ラックに搭載し, 全体では 32 台のラックから構成される。

計算ノードの主要な構成は以下の通り。ブロック図は図 3 に示す。

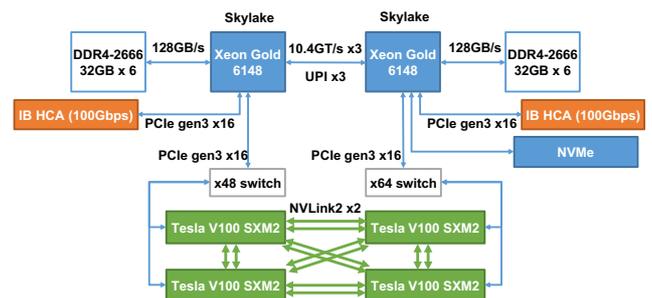


図 3 ABCI 計算ノード構成

- CPU  
Intel Xeon Gold 6148 Processor (Skylake-EP, 27.5MB Cache, 2.40GHz, 20 cores, 1.536TF@FP64) x2
- メインメモリ  
DDR4 2666MHz RDIMM (ECC) 384GiB (32GiB x 12)  
メモリバンド幅: 128GB/s x2
- GPU  
NVIDIA Tesla V100 SXM2 (5120 CUDA cores, 16GiB

HBM2, 900GB/s, 7.8TF@FP64, 15.7TF@FP32,  
125TF@FP16) x4

- ローカル SSD

Intel SSD DC P4600 1.6TB u.2 x1

- インターコネク

InfiniBand EDR (100Gbps) x2

計算ノード全体では、NVIDIA Tesla V100 SXMが4352基、Intel Xeon Gold 6148 Processorが2176基、メモリ476TiB、メモリバンド幅4.19PB/s、NVMe SSD 1.74PBとなる。また、理論ピーク性能では37.2PFLOPS (FP64)、75PFLOPS (FP32)、0.55EFLOPS (HP)に相当する。

この計算ノード構成は、2017年8月に運用開始したTSUBAME3.0[7]の計算ノードを、約1年後の技術を用いて(すなわち、Skylake-EP、Voltaアーキテクチャの恩恵を受けて)より安価で汎用性の高いPCサーバをベースとした高密度パッケージングで再構成したものとも言える(言えなくはない)。

### 2.1.2 計算ノードの冷却

参考文献[2]にあるようにAIデータセンター棟は、計算ラックまで32°Cの冷却水を提供しており、CDUを介してラック内の計算ノードに分配される。計算ノードでは、高温になるCPU、GPU、メモリ等の基幹部品に取り付けられたコールドプレートを通じて冷却する。冷却しきれなかった熱はホットアイルに排出され、ラック上部に設置された(上記と同じ冷却水を利用する)ファンコイルユニットを用いて35°C程度まで冷却され、コールドアイルに排出される。



図4 ABCI計算ノード

### 2.1.3 計算ノードのインターコネク

前記のとおり各計算ノードはノードあたり200Gbpsのインジェクションバンド幅を持つ。ノードあたりのインジェクションバンド幅が大きくなるにつれ、ノード間インターコネクとも巨大なものとなる。その一方で、スケーラビリティに関する研究が比較的先行しているCNNの実装でも、state-of-the-artの結果で256GPUでのスケーラビリティを確認するに留まっている[8]。また、技術移転を見越すと、一旦スモール構成で構築したシステムを段階的に拡大する際に必要となるインターコネクへの投資をできるだけ抑制できることが望ましい。これらの理由により、中規模の並列度にフォーカスしてインターコネクを設計するのは経済的合理性がある。

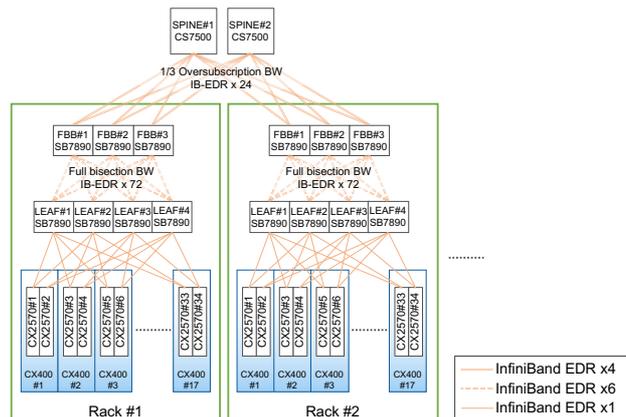


図5 ラック内・外インターコネク

ABCIでは、図4に示すように、ラック内はノードの総インジェクションバンド幅6800Gbps(=100Gbps×2ポート×34ノード)を上回る7200Gbps相当のフルバイセクション網で結合する一方、ラック間はその1/3、2400Gbps相当でSpineスイッチに結合する構成をとる。これによりSpineスイッチは2基だけで済んでいる。

計算ノードを除く各種ノード、大容量ストレージシステム等はいずれも200Gbpsのインジェクションバンド幅を持ち、フルバイセクションバンド幅で接続する。

### 2.2 大容量ストレージシステム

ABCIでは、ユーザにホーム領域、グループディスク領域、オブジェクトストレージ領域を提供するため、同一仕様の3台のディスクアレイDDN SFA14KXと12台のNSDサーバ、6台のプロトコルノード等を備えている。

各SFA14KXは、物理容量9.6PBのNL-SAS HDD、276.48TBのSAS SSDを備えており、2.5%強をスペアに充当、RAID6(8D+2P)で構成した場合で7.37PB(3基で22.11PB)の実効容量を有する。各SFA14KXは10基のエンクロージャを含めて44Uのスペースを必要とするが、これらは単一のラックに格納している。



図6 ABCI大容量ストレージシステム

3基のストレージシステムは、GRIDScaler、すなわちGPFSを用いて計算ノードを含むすべてのノードからのデ

一タアクセスを可能としている。単一の領域として構成することも可能だが、障害およびその復旧作業の局所化と、用途の柔軟化のため、図6のように4つの領域に分けて構成している。

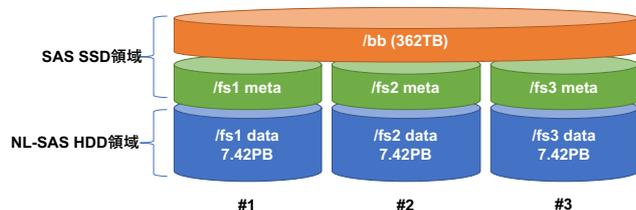


図7 3台のストレージシステムの分割運用

/fs1, /fs2 をグループディスク領域, /fs3 をホーム領域とオブジェクトストレージ領域, /bb をシステム内の共有領域とスクラッチ領域として用いている。

### 2.3 その他システム

ディープラーニングを含む機械学習においては、大量のファイル I/O が発生するため、しばしば学習処理スループットのボトルネックとなる。大容量ストレージシステムでも SAS SSD 領域の一部を高速領域として利用しているが、容量と I/O 性能の点で不十分である。このため、Burst Buffer のようなシステムの導入により I/O 性能をエンハンスすることは極めて重要である。

ABCI では、BeeOND を用いて計算ノードのローカル SSD を用いたグローバルスクラッチ領域を構築できるようにした。また、今年度後半には I/O 性能に特化して、SSD のみで構成された「高性能キャンペーンストレージ」を導入し、現在の大容量ストレージシステムに代わるグローバルスクラッチ領域を構築する予定である。

また、人工知能技術の開発や応用に用いられるデータはしばしば非公開であり、機微な情報を含む場合が多い。今年度後半を目処に、法令および国際的なセキュリティ基準に沿ってデータを安全に管理することで産総研のみならずユーザー企業を含む他機関の保有する非公開データ等の保管を可能にする「セキュアオブジェクトストレージ」の導入も計画している。

この他、外部ネットワークからの安全な利用・管理業務を可能にするファイアウォールやセキュアアクセスサーバ、SINET5 100Gbps を有効利用した外部機関との間のデータ転送を専用に担う Data Transfer Node (DTN) などの整備を進めている。

## 3. ABCI のサービス設計・運用

ABCI はわが国の人工知能技術開発のためのオープンなリーディングインフラストラクチャとして、人工知能分野の最重要課題への挑戦から、種々のアルゴリズム・データモデル開発、アプリケーション開発、はてはディープラーニングの初学者にいたるまで、幅広いレンジのユーザーとユ

ースケースに対応し、人工知能技術の社会実装、実社会への橋渡しを推進する必要がある。

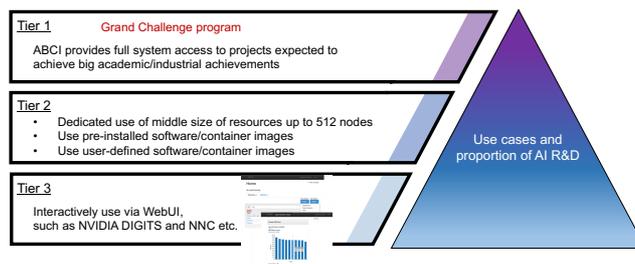


図8 ABCI のユーザ・サービス階層

図7は、ユーザのスキルレベル・使い方とその割合を想定したポンチ絵である。Tier 1 には、ABCI の全系を用いてトップノッチ成果を産出していくトップグループが位置する。産総研は、後述する ABCI グランドチャレンジプログラムを主宰し、自らも国際的にも競争力の高い成果の蓄積を目指す。

Tier 2 は、512 ノードまでの中程度の計算リソースを利用した、画像認識、音声認識、自然言語処理、種々の機械学習アルゴリズムやデータモデルの高度化、自動車/ロボットの自動運転/制御、創薬向け化合物推定、音声対話、自動翻訳等、幅広い分野での新たなアプリケーションの創出に取り組むグループである。従来の HPC システムのターゲットに近く、我々がサービスのベースラインと考えるグループでもある。

Tier 3 は、NVIDIA DIGITS や SONY Neural Network Console など off-the-shelf の統合開発環境やトレーニングプログラムを通じてこれからディープラーニングに習熟していくグループで、ユーザ比率としては最大となる。このグループにとって使いにくい「HPC」サービスであってはならない。

我々は、こうしたビジョンを実現するのに必要なビルディングブロックを構築することを目的にサービスの設計・運用を進めている。以下では、代表的なサービススタックについて紹介する。

### 3.1 資源タイプ

ABCI では、計算ノードを cgroups を用いて仮想的に分割することで、5つの異なる資源タイプをユーザに提供する。

タイプ名	CPUコア 割当量 / 総量	GPU数 割当量 / 総量	メモリ (GB) 割当量 / 総量	ストレージ 割当量 / 総量
F (ノード専用)	40 / 40	4 / 4	360 / 384	1.4 / 1.6
G.large	20 / 40	4 / 4	240 / 384	0.7 / 1.6
G.small	5 / 40	1 / 4	60 / 384	0.175 / 1.6
C.large	20 / 40	0 / 4	120 / 384	0.7 / 1.6
C.small	5 / 40	0 / 4	30 / 384	0.175 / 1.6

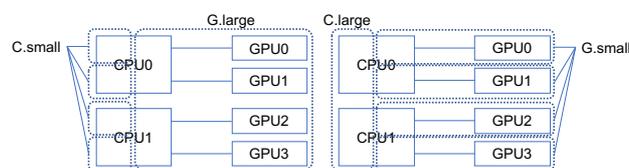


図9 計算ノードの資源分割

G.large, C.large では2つのCPUから10コアずつ割り当て、1つのGPUを用いるG.smallではGPUが接続されるCPUから5コア割り当てするなどアフィニティを考慮したリソース割当を行うことで、計算ノードの稼働率向上と性能の両立を図っている。

### 3.2 資源予約・ジョブ実行サービス

Univa Grid Engine (UGE) を用いた3つの資源予約・ジョブ実行サービスをサポートする。

サービス名	説明	割当ノード数 (最小/最大)
Spot	バッチ実行型ジョブ実行サービス。qsubコマンドによるバッチ利用。	1 / 512
On-demand	インタラクティブ実行型ジョブ実行サービス。qrshコマンドによるインタラクティブ利用。	1 / 32
Reserved	日単位での事前予約型サービス。予約した資源に対して、バッチまたはインタラクティブ利用が可能。	1 / 32

この他、Spotサービスでは、POSIX優先度を指定することで優先実行をサポートする。

### 3.3 ストレージサービス

#### 3.3.1 共有ストレージ

GPFSで提供される共有ストレージのうち、ホーム領域としてユーザあたり200GBが利用できる。また、課題・プロジェクトごとに作成される「グループ」で共有するグループ領域も有償で提供される。

#### 3.3.2 BeeOND 分散共有ファイルシステム

各計算ノードにNVMe SSDを搭載しており、各計算ノードのローカル領域として利用するか、複数の計算ノードのローカルストレージをBeeONDによる分散共有ファイルシステム領域として利用するかを選択できる。ジョブ投入時に-l USE\_BEEOND オプションを指定することで/beeondからBeeGFS領域がアクセスできるようになる。ただし、この領域のデータは予約終了後に自動的に削除・破棄される。また、サービスの性質上複数の計算ノードを資源タイプFで予約した場合のみ有効となる。

#### 3.3.3 オブジェクトストレージ

外部データ連携およびデータ公開に利用できるS3互換のオブジェクトストレージ領域を提供する。ユーザにはアクセスキーとシークレットキーを発行するためのWebUIとCLIが提供される。

### 3.4 コンテナサービス

ABCIでは、AIコミュニティで開発された最新のソフトウェア成果をABCI上で再利用可能にするため、LLBLで開発されHPC分野での利用が広がりつつあるSingularityと、最もユーザベースが大きいDockerの2種類のコンテナ実行方式をサポートする。以下に実行例を示す。

– インタラクティブ環境でsingularityを用いてCaffe2を実行する場合：

```
$ qrsh -l rt_F=1
$ module load singularity/2.5.1
$ singularity run pull --name caffe2.img ¥
```

```
docker://caffe2ai/caffe2:latest
```

```
$ singularity run ./caffe2img
```

– バッチ環境でDockerを用いてNVIDIA DIGITS6を実行する場合：

qsubで以下のジョブスクリプトを投入。

```
#!/bin/sh
#$-cwd
#$-j y
#$-l rt_F=1
#$-l docker=1
#$-l docker_images="*jcm:5000/ngc/digits:18.05*"
digits-devserver -p 5000
```

計算ノードの5000番ポートでdigits-devserverが起動するので、qstatで計算ノード名を確認して、ローカルPCからsshトンネリングで接続し、ブラウザを使って利用。

Docker利用に関しては、セキュリティ上の理由からシステム内で公開されているイメージのみの利用に制限している。上の例でも示したとおり、DIGITS6を含むNVIDIA GPU Cloud (NGC) で公開されているディープラーニング向けコンテナは利用可能である。

産総研では、大規模データを使ったディープラーニングのためのターンキーソリューションを提供するため、ABCI向けに最適化されたChainerMNをはじめとする分散ディープラーニングフレームワークのコンテナ化も進めている。

### 3.5 その他ソフトウェアスタック

上述のソフトウェア以外にも、ABCIではHPC分野で定評のある最先端ミドルウェア、各種並列化コンパイラ、最新のGPU向け開発環境やライブラリ、各種ディープラーニングフレームワークを提供している。以下はtentativeな提供リストである。

Operating System	CentOS RedHat Enterprise Linux
Job Scheduler	Univa Grid Engine
Container Engine	Docker Singularity
MPI	OpenMPI MVAPICH2-GDR MVAPICH2 Intel MPI
Development Tools	Intel Parallel Studio XE Cluster Edition PGI Professional Edition NVIDIA CUDA SDK GCC, Python, Ruby, R, Java, Scala, Lua, Perl
Deep Learning	Caffe, Caffe2, TensorFlow, Theano, Torch, PyTorch, CNTK, MXnet, Chainer, Keras NVIDIA GPU Cloud (NGC)
Big Data Processing	Hadoop

## 4. その他運用

ABCIでは、先進的なシーズ開発や運用に向けた様々な取り組みを進めている。以下では、推進中あるいは推進予定の運用に関わるプロジェクトについて述べる。

### 4.1 ABCI グランドチャレンジ

産総研は、莫大な演算能力によりはじめて可能になる人工知能分野の最重要課題への挑戦を支援するため、グランド

チャレンジプログラムを実施している。本プログラムは、ABCIの全1,088ノード(4,352GPU)を最大24時間、1研究グループでの占有利用を可能にする公募型プログラムである。今年度は3回の実施を予定しており、いずれも回も2課題程度(第1回は3課題を採択)を採択する予定としている。採択課題については、チャレンジ実施前に小規模実行によるリハーサルを行う機会を提供する。また、利用料金はリハーサルを含めて無料としている。詳細は、ABCI グランドチャレンジの Web ページを参照のこと。

#### 4.2 モニタリング

ABCI では、利用者の利用状況を把握し利用状況に適した運用を行うために、各種情報(以降、運用データ)をモニタリングし蓄積している。具体的には、次に示すような運用を実現することを目的としている。

- 電力効率の良いジョブスケジューリング
- 資源利用率の高い計算資源割り当て
- 高頻度に利用されているソフトウェアを判別し、重点サポートを提供
- 異常ノードの早期検知による障害回避

これを実現するために ABCI では 2 種類の運用データを蓄積している。1つは「利用情報」であり、利用者が ABCI 上で実行した計算内容である。ABCI 上で実行された個々のジョブについて、次を含む 30 以上の項目を MariaDB に記録している。利用者 ID、グループ ID、ジョブ投入・実行開始・終了時刻、要求資源タイプとその数量、使用されたノード名、使用された CPU ID、GPU ID、(ABCI が Environment Module にて提供する)使用したソフトウェア。

なお、利用者支援のために一定期間ジョブスクリプトを保存するが、運用データとしての長期保存はせず、運用改善のための判断データとしてジョブスクリプトそのものを使用する計画はない。運用データを用いて運用改善を行う既存研究ではジョブスクリプトを判断材料に使うものもあるが、ABCI では多くの企業利用者を想定しており、機密性の高いアプリケーションやデータが持ち込まれる可能性を考慮して、アプリケーション内容を如実に表しうるジョブスクリプトは蓄積・使用しない方針とした。このように利用情報としては、システムが提供するものの利用状況のみを記録する方針としている。

2つ目の運用データは「環境情報」であり、ABCI を構成する各種機器に設置したセンサーが定期的に生成する情報である。具体的には計算ノードに関しては各種資源の利用率や温度情報、ログを時刻情報と共に蓄積している。電力・冷却設備からは消費電力、サーバフレーム内温度・湿度、冷却水の温度・水量等の情報を秒単位で記録している。また、AI データセンター棟には気象センサーも設置しており、気温・湿度・降水量などの情報も分単位の粒度で記録している。ABCI 計算機システムの情報は主に Zabbix に、電力・冷却設備の情報は別途 PostgreSQL に保存されているなど、

環境情報は複数のデータベースに分散されて保存されており、横断的な検索に適していない。今後の運用上の課題として解決する計画である。

#### 4.3 HPCI 連携

HPCI は、「京」と全国の大学や研究機関に設置されたスーパーコンピュータやストレージを高速ネットワーク(SINET5)で結び、多様なユーザーニーズに応える革新的な共用計算環境基盤である。産総研は、ワンストップ(一つの ID)で国内のスパコンを利用できるという HPCI の理念に共感し、HPCI の運用開始時よりシステム構成機関として参画し、ユーザ認証にかかる業務を担ってきた。平成 31 年度から、ABCI を HPCI の計算資源として提供するべく手続きを進めている。既存の HPCI ユーザが、ユーザ認証や共用ストレージなどの HPCI サービスを通じて ABCI を利用することが可能となるため、ABCI の利用促進とユーザの利便性向上につながるものと期待している。

#### 5. おわりに

産総研は、経済産業省「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」(平成 28 年度二次補正)の一環として、アルゴリズム(Algorithm)、ビッグデータ(Big Data)、計算能力(Computing Power)の協調による、高度な人工知能処理を可能にする大規模で省電力のクラウド型計算システム、ABCI を整備することとし、2017 年 9 月に一般競争入札による調達を行い、富士通の技術の採用を決定した。以降、富士通および関連各社の協力の下、東京大学柏 II キャンパス内の産総研柏サイトに新たに建設された AI データセンター棟への搬入・設置・システム構築・運用に向けた準備等を進め、2018 年 8 月より運用を開始した。本稿では、ABCI のアーキテクチャと運用指針等について述べた。

本発表の翌日は ABCI の正式稼働開始日です。  
<https://abci.ai/> をご覧になり、ご利用をご検討ください。  
また、同日より第 2 回 ABCI グランドチャレンジの公募も開始されます。関係者一同、皆様のご応募をおまちしております。

**謝辞** この研究の一部は、NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発の一環として実施した。また、この研究の一部は、産総研がオープンイノベーションアリーナ構想の一環として平成 29 年 2 月に東工大岡山キャンパスに設置した、産総研・東工大 実社会ビッグデータ活用オープンイノベーションラボラトリによる研究協力の成果である。

ABCI の導入にあたっては、富士通および関連各社に加え、様々な有識者、ベンダの皆様のご意見を頂戴しました。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] AI Bridging Cloud Infrastructure, <https://abci.ai/>
- [2] 高野了成, 三浦信一, 杉田正, 小川宏高, 松岡聡: 0.55 AI-EFLOPS の計算インフラストラクチャを支える超グリーン AI データセンタ, 情報処理学会研究会報告 (2018).
- [3] <https://www.top500.org/lists/2018/06/>
- [4] 大規模 AI クラウド計算システム「ABCI」がスパコン性能ランキング世界 5 位  
[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2018/pr20180626/pr20180626.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2018/pr20180626/pr20180626.html)
- [5] <https://www.top500.org/green500/lists/2018/06/>
- [6] 小川宏高, 松岡 聡, 佐藤 仁, 高野了成, 滝澤真一朗, 谷村勇輔, 三浦信一, 関口智嗣: AI 橋渡しクラウド— AI Bridging Cloud Infrastructure (ABCI) —の構想, 情報処理学会研究会報告, pp. 1–7 (2017).
- [7] 松岡聡, 遠藤敏夫, 額田彰, 三浦信一, 野村哲弘, 佐藤仁, 實本英之, Aleksandr Drozd: HPC とビッグデータ・AI を融合するグリーン・クラウドスパコン TSUBAME3.0 の概要, 情報処理学会研究会報告 (2017).
- [8] Priya Goyal, Piotr Dollar, Ross Girshick, Pieter Noordhuis, Lukasz Wesolowski, Aapo Kyrola, Andrew Tulloch, Yangqing Jia, Kaiming He, Accurate, Large Minibatch SGD: Training ImageNet in 1 Hour.  
<https://research.fb.com/publications/imagenet1kin1h/>
- [9] Fraunhofer Center, BEOND: BeeGFS On Demand,  
<https://www.beegfs.io/wiki/BeeOND>
- [10] Singularity, <https://singularity.lbl.gov>
- [11] 東工大 TSUBAME3.0 と産総研 AAIC が省エネ性能スパコンランキングで世界 1 位・3 位を獲得!  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2017/pr20170619/pr20170619.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170619/pr20170619.html)
- [12] ABCI グランドチャレンジ,  
<https://abci.ai/GrandChallenge/>