

計算科学とデータ科学の教育研究基盤として 第3世代の新スパコンシステムを導入

1. 発表のポイント：

- ◆ 兵庫県立大学 産学連携・研究推進機構 データ計算科学連携センターは、HPCI機以外の国内大学としては有数の 342.9 TFLOPS スパコンを導入しました
- ◆ 本スパコンはスパコン「京」・「富岳」と同じ神戸市中央区ポートアイランドに設置されており、「京」が整備された2011年に第1世代が稼働。2016年の第2世代に継いで、2021年に「富岳」に合わせて導入されました
- ◆ スパコンを活用した大規模計算の教育研究および産学連携用として、シミュレーションによる計算科学、「Society 5.0」を実現するデータ科学に活用されます

2. 発表概要：

兵庫県立大学（学長：太田勲 以下、兵庫県大）は、学内の産学連携・研究推進機構 データ計算科学連携センター（センター長：永野康行）および兵庫県大大学院情報科学研究科（研究科長：加藤直樹）が連携して、神戸市中央区のポートアイランドにあるスーパーコンピュータ（以下、スパコン）（注1）「富岳」（注2）と隣接して計算科学・データ科学の教育研究を実施している兵庫県大 神戸情報科学キャンパス内に、一般競争入札により決定された日本ヒューレット・パッカード（以下、HPE）の新スパコンシステムを 2021 年 3 月に導入し、2021 年 4 月より正式に稼働しました。

新スパコンシステムでは、Thin ノード/Fat ノードの 2 つの CPU ノードに加えて、GPU ノード、共有メモリノード、VE (ベクトルエンジン) ノードなど様々な種類の計算ノードを採用し、合計演算性能は 342.9 TFLOPS と、国内大学では有数の規模となりました。また、2.9 PB の高速分散ファイルシステムにより大規模なデータ処理を可能としています。さらに、3D CAVE およびタイルドディスプレイによる可視化装置群により、計算結果の優れた可視化も実現しています。

本システムの導入および運用により、スパコン「富岳」はじめ各地のスパコン群を活用できる研究開発者の養成に役立て、これまでのシミュレーション学を基本とする計算科学と、IoT (Internet of Things)、AI (人工知能)、ビッグデータ解析などを基盤とするデータ科学を融合し、兵庫県、日本、世界の生活を革新する Society 5.0 の実現に寄与することが期待されます。

3. 発表内容：

①今回の第3世代の新スパコンシステム導入の背景

神戸商科大学、姫路工業大学、兵庫県立看護大学の県立 3 大学の統合により、2004 年に開学した兵庫県大は、6 学部、9 研究科、4 附置研究所と附属高等学校・中学校を擁し、全国でもトップクラスの規模を誇る公立大学です。自然科学分野では、日本国内最大の望遠鏡を有する「西はりま天文台」、丹波竜などで有名な「人と自然の博物館」、コウノトリ保護を行っている「コウノトリの郷公園」、園芸家を育成する「淡路景観園

芸学校」、防災学の先端施設である「人と防災未来センター」など、県内全域に特徴的な施設を有しており、それぞれの施設においてキャンパスおよび大学院を設置し、兵庫県大としての教育研究活動を並行して行っています。その中でも、西播磨地区にある国の放射光施設「SPring-8」（注3）に隣接して、理学部、理学研究科、高度産業科学技術研究所があり、独自の放射光施設ニュースバル（注3）を加えて、先端実験を行っています。

2011年に京コンピュータが神戸市中央区ポートアイランド南地区に設置された際に、兵庫県大としては同じ敷地に神戸情報科学キャンパスを設置し、大学院シミュレーション学研究科を新たに立ち上げ、スパコンを用いた教育・研究を開始しました。研究分野としては、雲などの気象、プラズマ物理、複雑流体、地震に強い建築、省エネルギー材料など広範かつ大規模シミュレーションの必要な分野を揃えました。ビッグデータを扱う経済物理学や環境 DNA といった分野の教育研究も行っています。これらにより、ゲリラ豪雨の発生機構解明、人工心肺において血栓の出来にくいコーティング材料創生、南海トラフ地震による建物被害および経済損失の予測といった、社会的な課題にも活用してきました。

2011年に導入されシミュレーション学研究科で用いられたスパコンは、2016年にリプレイスされ、スパコン「京」が「富岳」に置き換わった2021年に、今回の第3世代が導入されました。これに合わせて、シミュレーション学研究科は、同じキャンパスにある応用情報科学研究科と合わせた2つの教育研究基盤を継承しながら再編され、神戸商科キャンパス（神戸市西区）にある社会情報科学部に接続する新たな大学院部局である情報科学研究科として改組されました。情報科学研究科ではこのスパコンを利用して、様々な社会課題を解決する超スマート社会（Society 5.0）の実現に寄与します。情報科学研究科では、大学院博士前期課程（修士）、博士後期課程の両者において、データ科学コース、計算科学コース、健康医療科学コース、情報セキュリティ科学コースの4コースの教育を提供しています。

②システム詳細

本システムは、スパコン本体である計算機システムおよび可視化システムからなり、計算科学とデータ科学の融合により Society 5.0 実現に寄与するものです。システム製作は日本ヒューレット・パカード合同会社（社長：望月 弘一、以下、HPE）が実施しました。

CPU ノード：Thin ノード（メモリ 192 GB）、Fat ノード（メモリ 768 GB）としてHPE Apollo 2000



シミュレーションシステム
（合計4ラック）

HPE クラスタ型計算機システム

- ・CPU ノード 64 ノード
2,560 コア
 - ・共有メモリ ノード 80 コア
 - ・NVIDIA V100×8
 - ・NEC VE×8 2 ノード
 - ・高速アクセス用分散ファイルシステム 2.9 PB
- 合計演算性能 342.9 TFLOPS

Gen10 をそれぞれ 56 ノード、8 ノード、共有メモリノードとして HPE ProLiant DL560 G10 を 1 ノード、ログインサーバ、管理サーバ、Web・SSHサーバ、クラスタ型計算機システム管理サーバとして、それぞれ HPE ProLiant DL360 Gen10、さらに、GPU ノードとして NVIDIA V100 を搭載した HPE Apollo 6500 Gen10、VE（ベクトルエンジン）ノードとして、NEC SX-Aurora Tsubasa を 8 基ずつ搭載した HPE Apollo 6500 Gen10 を 2 ノードと、5 種類のノード環境を準備しました。これにより、Intel Xeon プロセッサを搭載した通常の並列ワークステーションと同等の環境を基本に、共有メモリ、GPGPU、VE といったスパコン特有の環境を体験することが可能となります。とくに、GPGPU はデータ科学で良く用いられるようになっており、VE はシミュレーション学で根強い人気があり、データ科学と計算科学の両者に適したシステムとなっています。

また、ストレージとしては、高速アクセス用分散ファイルシステム HPE Cray ClusterStor E1000（物理容量 2.9 PB、実効容量 2.1 PB）を導入し、大規模なデータ解析に対応しています。以上の総演算性能は 342.9 TFLOPS となり、国内の大学としては有数の規模となります。本学では大気、プラズマ、複雑流体や分子集団といった特殊な物質系の運動を解くための新規アルゴリズムの研究を行う研究室が多数あります。そうした、基礎からのシミュレーション学研究を支える環境として、これまで外部のスパコンに頼ってきた計算をインハウスで可能とするケースが増えてきました。

また、可視化システムとして、KSN I-SPACE System（CAVE）を、タイルドディスプレイ装置として KSN 6K Tiled Wall System（ベゼルレス液晶ディスプレイ 3×3=9 面、解像度：5760×3240（6K×3K）ドット、画面サイズ 165 インチ）を導入しました。4 面没入型バーチャルリアリティ（VR）装置として CAVE は、3 次元画像の中に直接入ることによって、ヘッドマウントディスプレイとは異なる体感が得られ、最近では化学実験の研究者などが分子模型を体感する際に有用であることが示されています。タイルドディスプレイは、大きな画面を高輝度で表示することが可能であり、それだけで画像への没入感を得ることが出来るとともに、180 度の広角の動画カメラと組み合わせることにより、最近増加したオンラインのディスカッションにも向いている装置です。

③新スパコンシステムの運用について

本計算機・可視化システムの導入は、兵庫県大産学連携・研究推進機構に属する全学的組織であるデータ計算科学連携センターを中心に導入、運用されます。実務は、本セ



CAVE 3 次元立体可視化装置

- ・4 面 CAVE 装置，3.2m x 2.0m x 2.0m
- ・ワイヤレストラッキング，3 次元音響



タイルドディスプレイ

- ・ベゼルレスビデオウォール 9 面，6K×3K ドット，165 インチ

ンターと兼務している大学院情報科学研究科に属する教員が中心となって運営します。

日本では、旧帝国大学をはじめとする HPCI（一般社団法人HPCIコンソーシアム）（注4）に属する大学では、計算基盤センターなどの名称を持つ専門部局がスパコン運用を担っていることが多いです。これは、学外を含めた大量の利用者のニーズに対応するためです。一方で本学はそのような大規模組織ではなく、上記教員が中心となってユーザー主体の組織を作り、ベンダーのサポートと情報交換を密に行うことによって、効率的な運用を実現しています。

したがって、他大学はじめ教育機関、公的な研究機関、民間企業などの外部ユーザーに対しては、本学の教員との連携研究を実施することを前提とし、本センターの連携研究者として利用いただいています。大学学部学生および高専生（専攻科が主）を対象としたインターンシップや、周辺の理化学研究所、計算科学振興財団（FOCUS）（注5）、神戸大学などと連携したセミナーなどでも利用いただく予定です。詳しくは、本センターのホームページ（注6）をご覧ください。

4. 問い合わせ先：

兵庫県公立大学法人 兵庫県立大学 神戸情報科学キャンパス経営部総務学務課
TEL: 078-303-1901 E-mail: gssim@sim.u-hyogo.ac.jp

5. 用語解説：

（注1）スーパーコンピュータ

高速な演算機性能と大容量主記憶装置をもち、大規模並列計算が利用可能なコンピュータの総称であり、大学や国公立の研究所、企業など、様々な国内の研究拠点に設置されている。スパコンはその略称。

（注2）理化学研究所スーパーコンピュータ「富岳」

「富岳」は神戸市中央区の理化学研究所計算科学研究センターに設置されている世界最大級のスーパーコンピュータ。理化学研究所と富士通が共同開発したスーパーコンピュータで、世界最高の演算処理速度を有している（令和3年6月時点）。令和3年3月より一般利用が開始されており、様々な科学技術分野への貢献が期待されている。クロスアポイントメント制度を利用し、理化学研究所の研究員を兵庫県大大学院情報科学研究科の准教授として迎えるなど、兵庫県大と活発な交流が行われている。

（注3）大型放射光施設SPring-8、ニュースバル

SPring-8は兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高輝度の放射光を生み出す理化学研究所の実験施設。SPring-8の名称は「Super Photon ring-8GeV」に由来。放射光とは、電子を光とほぼ等しい速度まで加速させて、電磁石で進行方向を曲げた時に発生する、細く強力な電磁波のこと。ニュースバルは、SPring-8の敷地内に兵庫県が設置し、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所が運営を行っている装置である。SPring-8が硬X線の超高輝度放射光発生に特徴があることに対して、ニュースバルは極端紫外光から軟X線領域の放射光を発生し、相補的な利用が

可能となっている。両者は、この放射光を用いて、学術利用から産業利用まで、幅広い科学技術研究が展開されている。

(注4) 一般社団法人HPCIコンソーシアム

HPCIとは「富岳」を中核として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で結び、多様なユーザニーズに応える革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラの略称。HPCIシステムの整備と運用に携わる機関が HPCI コンソーシアム。

(注 5) 計算科学振興財団 (FOCUS)

兵庫県、神戸市、神戸商工会議所が共同で設立した公益財団法人。FOCUS スパコンを有し、将来的に「京」や「富岳」を利用する企業ユーザーを対象とした計算機環境の提供、専門家によるノウハウの提供、各種の講習会やイベントなどを実施している。

(注 6) 兵庫県立大学 産学連携・研究推進機構 データ計算科学連携センターの URL
<https://u-hyogo.info/joint-research/>