

2025 年 8 月 18 日

大同大学 情報学部情報システム学科

井上大介

SS 研 HPC フォーラム 2024 レポート

「HPC、どう使ってる？～より良い HPC に向けて～」

○日程：2025 年 8 月 18 日(月)10:00～15:00

○場所：Fujitsu Uvance Kawasaki Tower 20 階

(住所：神奈川県川崎市幸区大宮町 1-5 JR 川崎タワー)

○開催方法：AM 話題提供（5 名）

PM グループディスカッション

1. 話題提供

1.1. 「スーパーコンピュータ「富岳」における Open OnDemand の利用」

中尾 昌広（理化学研究所）

Open OnDemand は、Web ブラウザからスーパーコンピュータを簡単に利用するためのソフトウェアである。コマンドラインに不慣れなユーザーでも、計算ジョブの実行、ファイルの操作に加え、リモートデスクトップや Jupyter Lab などの GUI アプリケーションの利用がすべて Web ブラウザ上で可能になる。利便性の向上だけでなく、利用者層の拡大も期待できる。本講演では、スーパーコンピュータ「富岳」における Open OnDemand の導入、活用状況、課題などについて紹介された。

初心者にとってはスーパーコンピュータを利用するための初期設定の敷居が高い。オハイオ州大学により提案された Open OnDemand はブラウザ上でスーパーコンピュータを容易に操作できるようにするソフトウェアである。

ファイル送受信・ジョブ投入などに加え、リモートデスクトップや Jupyter Lab などの GUI アプリケーションの利用が Web よりできるアプリケーションプラットフォームである。

2023 年より富岳で運用開始できるように理研によって Open OnDemand の整備がすすめられた。

Open OnDemand は自由にカスタマイズ可能なことが特長で、グラフィカルに、運用状況や ジョブ、ストレージの利用状況がわかる。Open composer からジョブスクリプトを投入する。Passenger application は Jupyter Lab に似たインターフェースでファイルのアップ・アウンロードなどができるほか、ジョブの管理、シェルの利用ができる。中尾氏は富岳向けのインターフェースを開発されておられる。

Interactive application はリモートデスクトップや Jupyter Lab などを利用可能として、ユーザーに使いやすい環境を提供している。可視化ツールで立体構造を表示することも可能である。

Open OnDemand によって利便性が向上するだけでなく、利用者層の拡大も期待できる。2023 年 8 月に高校生向けのプログラムのコンテストを実施した。PuTTY や SSH の説明などの説明時間が無くなり、数値計算に集中することができたということが、Open OnDemand 導入のメリットである。70 名程度ログインしていたが、システムは問題なく動作していた。

このように Open OnDemand の整備によって利用者が増えることでスーパーコンピュータの敷居が下がり、参加者のすそ野が広がることが期待できる。

The title slide features the RIKEN logo (富岳) and the R-CCS logo (RCCS). A small video camera icon in the top right corner indicates a live video feed from the speaker. The main title reads "スーパーコンピュータ「富岳」における Open OnDemand の利用". Below the title, the speaker's name is listed: "中尾昌広 (理化学研究所 計算科学研究センター)". At the bottom, a dark blue footer bar contains the text "サイエンティフィック・システム研究会@川崎, 2025年8月18日".

1.2. 「大規模言語モデル開発向け GPU クラウドの調達」

吉田 浩 (国立情報学研究所)

国立情報学研究所では、2024 年度に、大規模言語モデルの開発を目的として、商用クラウド上の大量の GPU 資源を調達して利用できるようにした。仕様の策定という珍しい講演である。

本クラウド資源の調達プロセスは前年度から約 1 年をかけて進められた。最終的には、さくらインターネット株式会社 高火力 PHY が提供する。GPU サーバ 100 ノード (NVIDIA H100 800 台搭載) が選定された。納期がタイトな条件でありながら、世界的な GPU 供給不足が足かせになった。また、入札であるにもかかわらず、「必要な GPU は事前予約しないと確保できない。」とプロバイダから説明されるなど、難題もあったという。プロバイダごとに性能や環境の表記が違っているところで、公正に比較できるような要求仕様の策定を工夫した。仕様の例は以下のとおりである。

- ・高速ネットワーク 800GBPS 以上

外部ネットワークは 10GBPS 以上(ベストエフォート)、SINET バックボーンとの接続を調達する場合 3 か月で調達できること。

- ・サーバ緒元

ユニークなのは利用者が OS を持ち込むときにやり方を明示すること。

配備された時点で初期設定がされていること。

- ・ストレージ

外部ストレージを接続できること。高速ストレージは方式が多種あるため細かい方式の制限はしなかった。冗長化、バックアップ、POSIX など基本的なことは明記した。

仕様の緒元決定もさることながら、業者側にも無理な納品を要請しないように配慮した。GPU の世界的不足を鑑みて、GPU の運用開始は緩和措置を設けた。初めの 3 週間以内に GPU の要求仕様の 50%以上利用可能にすることとし、半年以内に GPU 全台数を使えるようすることとした。

運用に関してもぬかりなく要求仕様を策定した。セキュリティやサポートなどの責任を明確にし、責任がユーザーとシステム提供者どちらにあるかの分離を明確にした。運用を円滑にするため、窓口支援をサービス提供事業者に依頼した。

企業や大学でクラウドやシステムの導入をするときは、高額な買い物であり仕様書の策定に時間を費やすことが多いので、本発表は入札などの仕様書を決める際の参考になる貴重な記事だと思われる。



大規模言語モデル開発向け GPUクラウドの調達

2025年8月18日

国立情報学研究所 クラウド基盤研究開発センター
吉田 浩
h-yoshida@nii.ac.jp

1.3. 「スーパーコンピュータ「富岳」による台風に伴う竜巻の数値

シミュレーション」

吉田 龍二（横浜国立大学）

富士通株式会社と国立大学法人横浜国立大学の富士通 SRL は、スーパーコンピュータ「富岳」上で、富士通の大規模並列処理技術と、横浜国立大学台風科学技術研究センターの坪木和久教授が開発した数値大気モデル Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS)を組み合わせることで、これまで困難だった台風に伴って発生する竜巻の予測を可能にする、高速かつ高解像度な気象シミュレーションを実現した。

大規模な気象現象としてはアメリカ大陸を覆うロスビー波などがある。中規模な現象としては日本周辺の温帯低気圧、線状降水帯、台風などの予測がある。小さな現象としては、地表面での摩擦による熱が要因となって乱流や熱対流が生み出されることがある。このような大中小規模の気象条件をもとに、より正確に気象を予測することに注力している。

過去、竜巻は予測が難しい（数%の的中率）と言われていた。竜巻は突如として起こるため、台風による竜巻を気象モデルで「実時間以上の速度で予測することを目的とし、富岳上で 30 億点以上の格子点を使用して気象より早い予測を目指す。

領域解析モデルとしては坪木先生の CReSS モデルを使用した。CReSS モデルは流体+熱+気圧+水蒸気のマルチフィジックス時間発展計算である。なかでも雲は水の相変化があり、IF 文が数多く入っているので最適化をかけにくい。

この研究で特長的なのは、通常の数値計算のように計算結果のみが欲しいのではなく、天気が発達する途中の過程が欲しいということである。例えば、「このような過程を経て雲が発生するのか、フムフム」などを知りたいわけである。過程が重要であり、計算結果として気象の発達過程を保存する必要があり、莫大なデータを保存することになる。

本システムによって 2024 年台風 10 号の影響により宮崎で竜巻が発生した事例をシミュレーションしたところ、計算と観測情報がよく一致した。台風で発達した強烈な積乱雲から、竜巻が発生する様子が計算で示された。先ほど過程の考察が重要であると述べたが、計算結果のデータが膨大であり、可視化技術改善は今後も改良の余地があると思われる。

気象の予測は売り上げを左右するなど経済に大きな影響を与えるため、今後も気象予報技術のさらなる発展が望まれる。



1.4. 「宇宙天気予測シミュレーション -太陽嵐の影響予測 -」

塩田 大幸（情報通信研究機構）

一般に宇宙というと真空なので天気は存在しないのではないか？という気がするが、実は宇宙は希薄な大気で満たされている。地球は電離圏、磁気圏でおおわれており、さらにはその外は太陽からくるプラズマの風「太陽風」が流れしており、その侵入を防いでくれるバリアになっている。

太陽コロナでは巨大な爆発現象「太陽嵐（太陽フレア・コロナ質量放出（CME））」がしばしば発生する。電磁波が急激に増大する太陽フレアが発生するときにCMEと呼ばれる莫大な磁場を含むプラズマの塊が太陽から外に向かって放出される。そのCMEが地球に到来し磁気圏に衝突すると、その影響が磁気圏内に入り、地球周辺の宇宙空間の環境（宇宙天気）を大きく乱す。この結果、人工衛星が故障につながったり、GPSの精度が下がるなど、宇宙空間を利用する社会インフラなどに影響が及ぶことがある。

このように太陽嵐などの太陽からの影響は社会インフラなどの障害などの結果として、社会生活に影響を与える可能性があるため、情報通信研究機構（NICT）は24時間体制で太陽や宇宙天気を観測・監視し、宇宙天気予報を社会に提供している。

NICTでは、宇宙天気予報において太陽嵐の影響を事前に予測するため、太陽観測データに基づく惑星間空間の磁気流体力学（MHD）シミュレーションを用いた予測システムを開発した。このシミュレーションでは、太陽表面の観測画像の情報をもとに、MHD方程式を解くことでシミュレーションを行う。このシミュレーションでは太陽が自転するので、太陽風は渦を描くように吹き出し到来する様子が示されていた。ちなみに、地球から太陽側に150万kmの位置に太陽風の到来を検知する探査機があり、シミュレーションで

は、この探査機に今後到来する太陽風を予測することができる。2024年5月に発生した大規模な太陽嵐ではこのシミュレーションによる予測が大いに役立てられたそうだ。

以上のように NICT では大規模な太陽風の到来時に社会に注意喚起をするための体制を備えつつ、HPC シミュレーションを用いた宇宙天気予報の高度化を進めているそうだ。



宇宙天気予測シミュレーション - 太陽嵐の影響予測 -

塩田 大幸
国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)
電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター
宇宙環境研究室 宇宙天気予報グループ

2025年8月18日 HPC フォーラム 2025

1.5. 「HPC アプリケーションの GPGPU 化事例」

多湖 和馬（富士通株式会社）

富士通は長年にわたり、スーパーコンピュータの構築をはじめとする HPC ビジネスに取り組んできた。近年 GPU スパコンの普及が進む中で、利用者が GPU を有効利用できるよう、HPC アプリケーションの GPGPU 化サービスを展開しています。本発表では、Miyabi スーパーコンピュータ向けに実施した HPC アプリケーションの GPGPU 化の事例を取り上げる。

Miyabi スーパーコンピュータは GPU を持つノード Miyabi-G (GPU) と CPU のみのノード Miyabi C (CPU) から構成される。GPU を有効利用するためには、GPU に対応したソフトウェアが必要であり、富士通ではソフトウェアの GPGPU 化を進めている。OpenACC を用いて GPU 対応にした。

FrontISTR は有限要素法ソフトである。OpenACC と OpenMP が競合するところはマクロでコンパイル時に切り替えるようにした。およそ 6 倍程度高速化できた。

MUTSU は電磁流体力学の計算プログラムである。当初、大きな配列を指定した時に実行時エラーが発生した。コードの変更で対応した。相関関数は 10–20 倍、確率密度は 2 倍程度高速化できた。

NICAM は気象予測プログラムである。OpenACC 区画 からさらにサブルーチンを呼び出す区画があったが、acc routine ディレクティブを追加して対策した。凝結計算は 12 倍程、サブグリッド乱流計算で 16-20 倍程度の高速化できた。

SCALE は地球規模気象モデルである。サブルーチンの始めから終わりまで data ディレクティブを用いて GPU メモリに配置するようにしてデータ転送時間を短縮した。Compute Capability の設定により、モジュールのデータサイズを削減できた。

雲微物理は高速化したが、時間積分は 5 倍遅くなった。GPU 計算のオーバーヘッドが多くなってしまっていると思われる。

OpenFOAM は OpenACC による GPU 化ではなく、GPU に対応しているライブラリを利用することで GPU 化を実施している。

以上のように、富士通では GPU をより効率よく運用できるように、ソフトウェアの GPU 対応を進めている。



2. グループディスカッション

5つのグループに分かれてグループディスカッションを行った。

Open on Demand により富岳の敷居を下げ、より多くの人に使ってもらうことが議論された。現在 HPC の利用が数値計算主流であるのに対し、将来 AI での利用が主流になると

スーパーコンピュータの運用をどう見直すべきか、ということを考える時期に来ているという意見が出た。

スーパコンユーザーがクラウドに移行する際の問題について議論された。クラウドだと料金の請求はどうなるのか、AIは長時間マシンタイムを占有するのではないか、などが懸念事項として挙げられた。

GPUの気象応用に関して議論された。単精度になって問題がないのかなどが議論された。

宇宙天気について、精度を下げても計算を速くするように運用しているという。1週間先の現象を1時間で予測している。また、計算結果の検証をするだけのデータを得られないのが問題であるという。

ソフトウェアの GPGPU 対応について、システムエンジニア、アプリケーション開発、アプリケーション利用、メンテナンスなど多くの人が集まって議論された。AIにコードを書いてもらうことが流行っているが、Fortran のコーディングはほかの言語と比較して期待通りの結果が得られないという意見もあった。GPUが低精度高速化するなか、低精度演算で高精度を維持するオザキスキームなども注目されるかもしれない。

全体を通じて、システムエンジニア、アプリケーション開発、アプリケーション利用、メンテナンスなど幅広い分野の人が集まり、非常に活発な議論がなされた。自分自身は設計のため数値計算をメインに使っているアプリケーション利用者側であり高精度大型メモリというワークステーションを利用しているが、世の中は AI ブームで低精度演算回数重視という方向にソフトウェアのみならずハードウェアもシフトしている、ということを気づくことができた良い機会であった。