

[大規模科学計算システム]

MATLAB® を利用した成果事例の紹介

MathWorks®

情報部情報基盤課 共同利用支援係

MATLAB® は高機能な数値計算機能と多彩な可視化機能を備えた技術計算ソフトウェアです。科学的、工学的分野の様々な数値計算 (特に行列演算)、データ解析、シミュレーション、およびビジュアライゼーションのための統合環境を提供しています。

本センターのスーパーコンピュータ AOBA では、サブシステム AOBA-B およびフロントエンドサーバで MATLAB® のアプリケーションサービスを行っています。東北大学と MathWorks® 社のサイトライセンスにより、提供される全ての Toolbox が利用可能です。東北大学構成員以外の利用も可能ですが、日本国内の学術目的での利用（非商用利用）に限定されます。

本稿ではサブシステム AOBA-B を活用した本学研究者の成果事例をご紹介します。

- ・ 東北大学理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター 三浦哲 教授
- ・ 東北大学工学研究科 航空宇宙工学専攻 大塚啓介 助教
- ・ 東北大学電気通信研究所 芝隆司 特任教授

【センターマニュアル一覧（アプリケーション利用方法、利用申請方法など）】

<https://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/manual/>

【センターの MATLAB® 利用についての問合せ（利用相談フォーム）】

<https://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/consultation/>

【MathWorks® サポート窓口】

https://jp.mathworks.com/support/contact_us.html

【コミュニティ Q&A サイト】

<https://jp.mathworks.com/matlabcentral/answers/>

【AOBA×MATLAB】地表観測データを用いた火山直下のマグマ活動モデリング



理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター 三浦 哲 教授



地震・噴火予知研究観測センターの三浦教授は、火山噴火発生に至る物理的プロセスの研究に取り組んでいます。これらの研究を行うには、傾斜観測、GNSS 観測、衛星 SAR 画像解析など地表で観測されるデータから、火山活動の根源であるマグマの動きを精度良く捉える必要があります。MATLAB は、リモートセンシングデータの画像処理やモデルパラメータの推定、時系列解析など豊富なツールが揃っていてプログラミングが容易であるため、長年研究で利用してきました。

課題

今回、より信頼性の高いマグマ活動モデルを構築するため、大量の InSAR 画像ピクセル上で多数回の数値シミュレーションを繰り返し行う必要がありました。高速処理を行うためには、複数のプロセッサを持つ並列計算機が有効であることは理解していましたが、並列計算機は非常に高価であり、研究室単位で導入することはできませんでした。

ソリューション

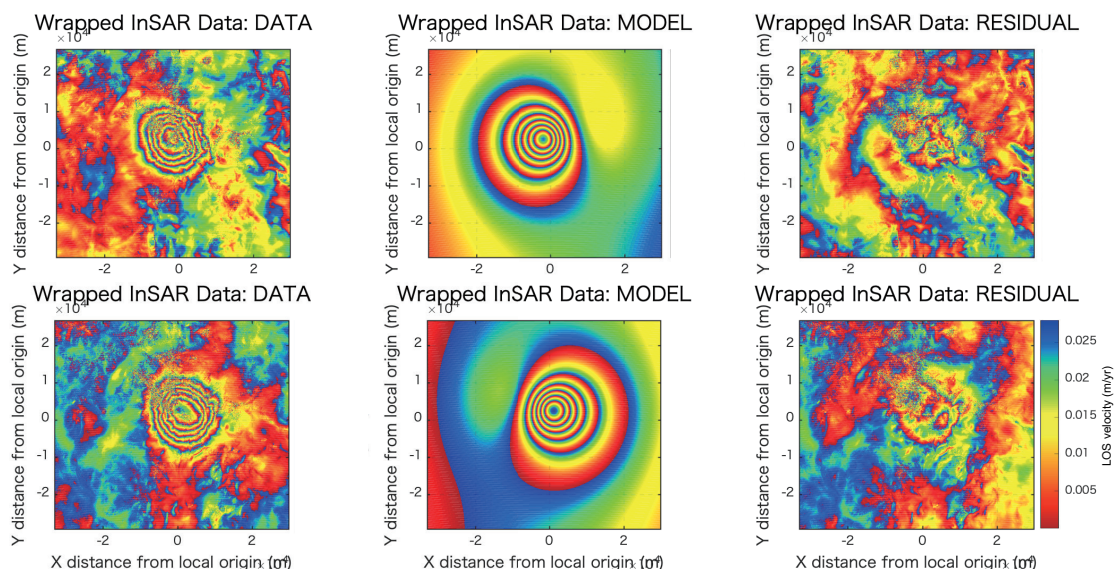
MATLAB の全学利用向けライセンス (Campus-Wide License) が導入されたことにより、全学生、全教職員がすべての Toolbox (アドオン製品) が使えるようになりました。それに伴い、サイバーサイエンスセンターの最新のスーパーコンピュータ AOBA で MATLAB の並列処理環境が構築されたので、気軽に大規模な並列処理が試せるようになりました。

結果

高価なハードウェアを研究室単位で用意することなく、大規模な数値シミュレーションを行うことができました。MATLAB は、コードを作成し直すことなく簡単にスーパーコンピュータにスケーリングできるので、スーパーコンピュータの利用については初心者でしたが、並列処理をスムーズに行うことができました。

MATLAB の利点

多変量データ、時系列分析、空間および方向データの分析、信号処理や画像分処理などの観測データを統合して解析できます。スーパーコンピュータを初めて利用する研究者でも簡単にプログラムをクラスターにスケーリングできます。



アルゼンチン・Domuyo 火山のデータ解析事例 (2016 年) :

[左列] InSAR 解析により得られた画像 (山頂周辺の 10km 四方の範囲)。赤→青の色の変化が地表と SAR 衛星間の 2.8cm の距離変化に対応。

同心円状の干渉縞の中心付近 (山頂付近に対応) が最大の距離変化を示す。

[中央] 推定された増圧源モデル (深さ約 7km, 約 47 億 m³ の体積増加) による計算結果。

[右列] 観測値と計算値の残差。

上段は北行軌道、下段は南行軌道のデータを用いた結果。

【AOBA×MATLAB】火星飛行機の構造，流体，制御の統合シミュレーション技術の開発・運用



工学研究科 航空宇宙工学専攻

大塚 啓介 助教



工学研究科航空宇宙工学専攻の大塚氏は、火星飛行機の折りたたみ翼の研究に取り組んでいます。低燃費化や収納スペース節約のために、飛行中に変形する可変翼が期待されており、流体、構造、制御の三者を融合した流体構造連成モデリング・風洞実験に邁進しています。MATLAB は行列計算が得意で、かつ、可視化も簡単に行えるので、構造・流体力学のシミュレーションのツールとして長く利用してきました。

課題

今回、シミュレーションのために大規模にメモリを使う必要性がありました。また、その環境を研究室メンバー全員が使えるようにしたいと考えました。しかし、コンピュータのメンテナンスや設置場所等を考えると、この環境を準備することができませんでした。今までスーパーコンピュータを使う機会がなかったため、安心かつ手軽に利用できる方法を模索していました。

ソリューション

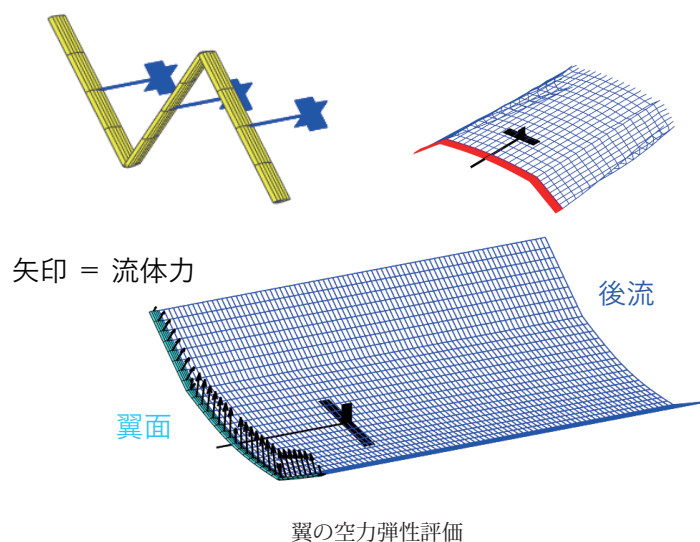
MATLAB の全学利用向けライセンス (Campus-Wide License) が導入されたことにより、スーパーコンピュータで MATLAB が使えるようになり、手軽に大規模演算が可能な環境が整備されました。学内の計算システムなので、データのやり取りも安全に行え、技術的なサポートも受けることができました。また、全学生・全教職員がインストールの台数制限なく MATLAB を利用できることで、研究室の学生に平等な環境を提供できました。

結果

研究室で大規模計算用のコンピュータを準備することなく大規模なメモリを必要とする計算環境を学生に提供できました。サイバーサイエンスセンターの技術的なサポートのおかげで、安心してスーパーコンピュータでも MATLAB を利用できました。

MATLAB の利点

行列演算，数値解析，2次元・3次元のデータの可視化が得意。
構造，流体，制御の多分野を統合したシミュレーションが可能。



【AOBA×MATLAB】工場内無線 IoT の電波を 見える化できる広帯域リアルタイム周波数スペ クトラムモニターの開発



電気通信研究所

芝 隆司 特任教授

電気通信研究所の芝特任教授は、無線機ハードウェア技術をベースにした高信頼無線技術の研究に取り組んでいます。MATLAB は、ベースバンド信号処理、RF、アンテナを含む無線通信システムの物理層の基本的なシミュレーションが行えるので研究室で長年に渡り利用してきましたが、今回は広帯域リアルタイム周波数スペクトラムモニターの開発に活用しました。

課題

現在、工場の IoT をさらに推し進める方法として「無線化」が期待されていますが、実現には無線 IoT 機器が利用する複数の周波数帯を対象としたリアルタイム周波数センシング技術が求められています。同氏は、比較的回路構成が簡単で、比較的 low サンプル周波数の ADC (Analog to Digital Converter) でスペクトラム情報が得られる、ダイレクト RF アンダーサンプリング方式に着目し、複数の異なるサンプリング高速信号処理可能なスペクトラム再生方法を提案しました。その性能を実証するために、サンプリング周波数を網羅的シミュレーションで評価したかったのですが、計算時間を短縮したいと考えました。

ソリューション

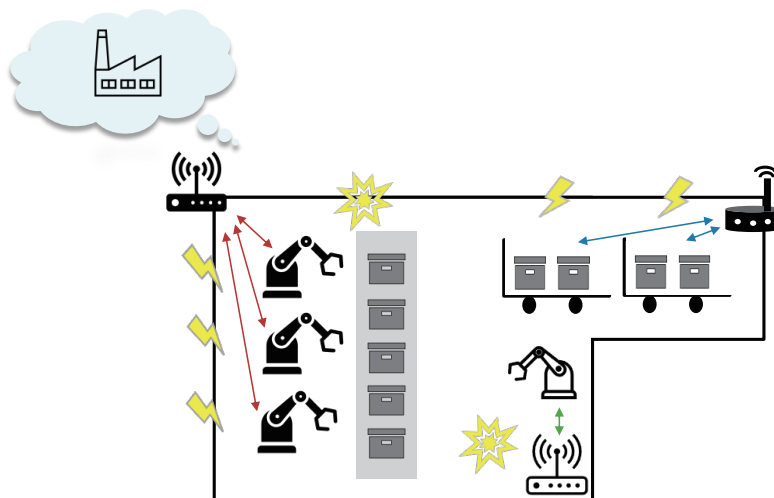
MATLAB の全学利用向けライセンス (Campus-Wide License) が導入されたことにより、スーパーコンピュータで MATLAB が使えるようになり、手軽に大規模演算が可能な環境が整備されました。今回は 30 台のマシンを使った分散処理を実行することで、計算時間を短縮できました。スーパーコンピュータでジョブの投入やファイル転送を初めて行いましたが、サイバーサイエンスセンターの技術的なサポートのおかげで問題なく行えました。

結果

研究室のマシンで 1 週間 (168 時間) 程度かかった計算時間を 6 時間に短縮することができました。サイバーサイエンスセンターの技術的なサポートのおかげで、安心してスーパーコンピュータでも MATLAB を利用できました。

MATLAB の利点

無線通信システムの物理層の基本的なシミュレーションが行えるので、新しい方式のアイデアを形にし易いツールです。スーパーコンピュータを初めて利用する研究者でも簡単にプログラムをクラスターにスケーリングできます。



無線 IoT 環境