

Oakbridge-CX と Wisteria/BDEC-01 で稼働する

技術計算言語 MATLAB のご紹介

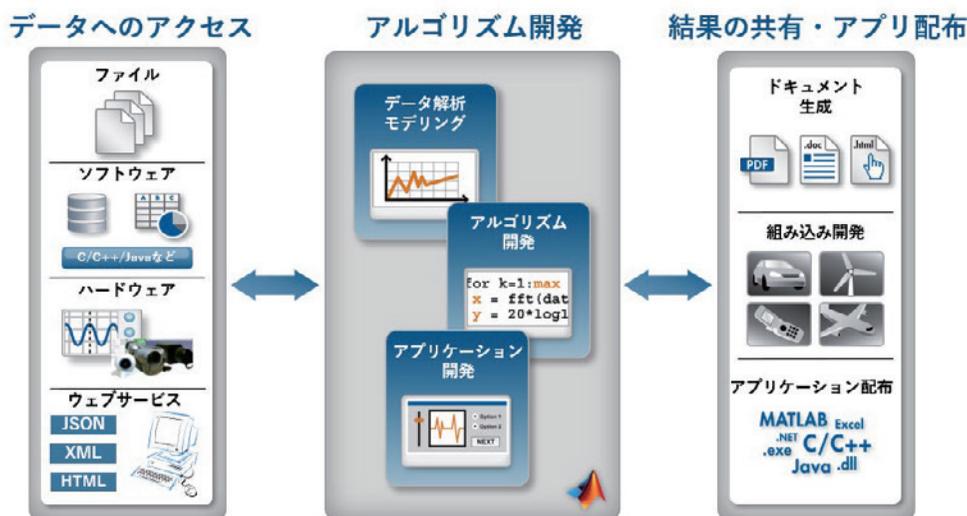
齊藤 甲次朗¹, 沖田 芳雄²

MathWorks Japan

1. はじめに

MATLAB[®]は、数百万人のエンジニアや科学者が、データの解析やアルゴリズムの開発、モデルの作成に使用しているプログラミングおよび数値計算プラットフォームです。1970年代後期に、Fortran で作成された会話型の行列計算電卓ソフトとして誕生しました (Classic MATLAB)。基となった LINPACK と EISPACK は、当時の行列計算における最先端の Fortran サブルーチン ライブラリでしたが、学生達が Fortran プログラムを書かずに、簡単に使うことができるように、との目的で開発されたものです。パーソナルコンピューターの黎明期を通じて、行列計算に不可欠な浮動小数点演算が可能となったことから、もっと強力で生産性の高い技術計算環境がエンジニアや科学者には必要である、との認識の元、1984年に MathWorks 社が創設され、今の MATLAB が誕生しました³。

30年以上に渡る開発を通じて、MATLAB は強力なグラフィックス機能を備え、各種データへのアクセス、既存ライブラリの活用 (C/C++/Fortran/Python[®]) から、アルゴリズム開発、C/C++/GPU コード生成、組み込み実装まで一貫した開発を可能とする、単なる技術計算言語の枠を超えた統合開発環境へと成長しました。



第1図: 統合開発環境としての MATLAB

¹ シニア アプリケーションエンジニア

² シニア カスタマーサクセスエンジニア

³ A History of MATLAB, Proceedings of the ACM on Programming Languages, Vol. 4, No. HOPL, June 2020

この間、様々なユーザーニーズに答えることで、制御設計、信号処理・通信、画像処理、テストや計測、情報生命科学、金融工学におけるモデリングや解析、統計・機械学習／深層学習、自動運転支援などの専門分野向けの幅広いアドオン製品を開発してきました。東京大学でも導入いただいた全学利用ライセンス（Campus-Wide License）では、スーパーコンピューターシステムで稼働する MATLAB Parallel Server™も含め、学生や教職員は、100種類以上に渡る、ほぼすべての MathWorks 製品を無制限で利用可能です。またこのスーパーコンピューターシステムを利用可能なアカデミックユーザーは、東京大学のライセンスを利用することができます。

2. MATLAB と他のプログラミング言語との連携

MATLAB エンジン API を使用すると、MATLAB のデスクトップセッションを開始せずに、他のプログラミング言語内から MATLAB コマンドを実行することが可能になります。MATLAB エンジン API は、以下の言語から利用可能⁴で、スーパーコンピューターシステムからも、豊富なアドオン製品群をご利用いただけます。

- C/C++
- Fortran
- Java®
- Python



また別のプログラミング言語で開発されたコードを MATLAB から呼び出すことができます⁵。このため、過去に開発された資産を無駄にすることなく、また異なるプログラミング言語を使用するチームが別の言語で再コーディングするための時間を減らしながら、研究開発にかかる時間を増やすことができます。



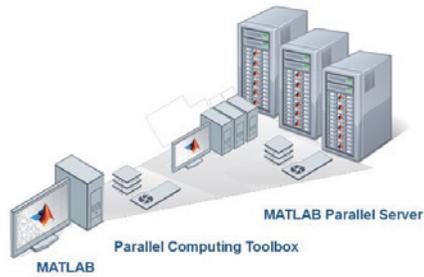
3. MATLAB の並列処理の概要

MATLAB には一部の関数でマルチスレッドで処理されるものもありますが、並列処理のためのアドオン製品である Parallel Computing Toolbox™を使うことで MATLAB プログラムや Simulink® シミュレーションを並列で実行できます⁶。さらに MATLAB Parallel Server を使うことでクラスターマシンへスケールアウトすることもできます。複数の CPU コアや GPU を使った並列処理は様々な分野に適用できます(第2図)。

⁴ <https://jp.mathworks.com/support/requirements/language-interfaces.html>

⁵ <https://jp.mathworks.com/help/matlab/external-language-interfaces.html>

⁶ <https://jp.mathworks.com/solutions/parallel-computing.html>

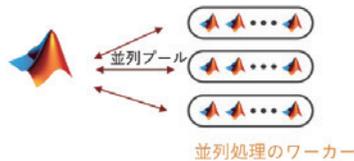


第2図: MATLAB のスケールアウトのイメージ図

クラスターサーバーでの MATLAB の並列処理は、対話形式の並列処理と、バッチでのオフロード形式の並列処理の2種類があります。対話形式の並列処理の例は下記の myparfor.m の通りで、parfor を実行した際に第3図のように MATLAB と、並列処理を行うクラスターサーバーの MATLAB プロセス(ワーカー)との間に並列プール(parpool)のセッションが張られ、タスクやデータが双方向に通信されて処理されます。

myparfor.m

```
n = 200;
A = 500;
a = zeros(1,n);
parfor k = 1:n
    a(k) = max(abs(eig(rand(A))));
end
```



第3図: 対話形式の並列処理

また、バッチでのオフロード形式の並列処理の例は下記のコードの通りで、batch コマンドで上記の myparfor.m を指定し、Pool オプションで並列数を指定することで、第4図のようにクラスターサーバーの内部だけで並列プールが張られて parfor の並列処理が実行されます。

```
job = batch('myparfor', 'Pool', 3);
wait(job)
out = fetchOutputs(job);
out = out{1};
```



第 4 図: バッチでのオフロード形式の並列処理

4. Oakbridge-CX と Wisteria/BDEC-01 での MATLAB の並列処理

東京大学情報基盤センターの Oakbridge-CX と Wisteria/BDEC-01 の Aquarius ノード群で MATLAB 及び MATLAB Parallel Server が使用できます。

クラスターサーバーで並列処理を行う場合、ジョブスケジューラとの連携が必須になりますが、MATLAB Parallel Server では付属する MATLAB ジョブスケジューラを使う方法以外に、サードパーティのジョブスケジューラと連携させることも可能です。Oakbridge-CX と Wisteria/BDEC-01 ではともに富士通 Technical Computing Suite (TCS) のジョブスケジューラと連携しています。MATLAB から 3. で紹介した並列処理を実行すると、自動的にジョブスケジューラのジョブ投入の SCRIPT が生成され、ジョブスケジューラでジョブが実行され、MATLAB Parallel Server の並列処理のためのプロセス (ワーカー) が処理を実行します。

```

>> deeplearningSample
labelCount =
10x2 table
   Label   Count
   ----   -
   0       1000
   1       1000
   2       1000
   3       1000
   4       1000
   5       1000
   6       1000
   7       1000
   8       1000
   9       1000

ans =
    28    28

Starting parallel pool (perpool) using the 'GPU R2021b' profile ...
additionalSubmitArgs =
'-l gpu=1 -g gt00 -l rscgrp=lecture-a -m b -m e -l proc-cxproc=16384'
Connected to the parallel pool (number of workers: 1).

accuracy =
    0.9876

Parallel pool using the 'GPU R2021b' profile is shutting down.

```

第 5 図: Wisteria/BDEC-01 で対話形式の並列処理を実行した結果

ログインノードで MATLAB をデスクトップ無しで起動し、ディープラーニングの学習を行う SCRIPT を実行すると、自動的にジョブスケジューラのジョブ投入 SCRIPT が生成・実行され、計算ノード (Wisteria Aquarius) で GPU を使ってディープラーニングの学習が行われます。

Oakbridge-CX と Wisteria/BDEC-01 では、MATLAB の並列処理ができる他、2. に記述した他のプログラミング言語との連携を行った処理も可能です。MATLAB を使用する具体的な手順については、利用支援ポータルにあるドキュメント「MATLAB ジョブ連携手順書」を参照ください。