COMSOL Multiphysics利用 の手引き

TSUBAME Computing Services, Center for Information Infrastructure

2025-04-08

Table of contents

1. はじめに	3
1.1. 利用できるバージョン	3
1.2. 概要	3
1.3. マニュアル	3
1.4. COMSOL Multiphysicsの利用の流れ	4
2. COMSOL Multiphysicsの使用方法	5
2.1. COMSOL Multiphysicsのコマンドライン実行	5
3. COMSOL Desktopの使用方法	16
3.1. COMSOL Desktopの概要	16
3.2. TSUBAME4.0上でのCOMSOL Desktopの起動	16
3.3. COMSOL Desktopの画面説明	18
3.4. COMSOL Desktopによるモデル作成と計算投入、データ解析	24

1. はじめに

本書は、COMSOL MultiphysicsをTSUBAME4.0 で利用する方法について説明しています。また、TSUBAME4.0 を利用するにあたっては、 TSUBAME4.0利用の手引きもご覧下さい。利用環境や注意事項などが詳細に記述されております。 COMSOLの開発元ではCOMSOLに関するWebページを公開しています。 次のアドレスを参照してください。

https://www.comsol.com

また、計測エンジニアリングシステム株式会社のCOMSOLのページは次の通りです。

https://kesco.co.jp/service/comsol/

本書は計測エンジニアリング株式会社様作成の はじめてのCOMSOL Multiphysics の操作を元に作成しております。

COMSOL Multiphysicsは有償アプリケーションのため、学内利用者のみ使用可能です。 COMSOL Multiphysicsの利用には別途アプリケーション利用料が必要になります。 詳細は利用料の概略のアプリケーション (TSUBAME4.0 で一部有償化)をご覧下さい。
商用アプリケーションの学内利用に際し、ライセンスの利用制限を設けております。ライセンスを占有しないようご協力ください。 ライセンスの占有・長時間利用を確認した場合、予告なくライセンス利用を停止することがあります。 詳細についてはライセンスの制限内のライセンス数の制限についてをご参照ください。

1.1. 利用できるバージョン

TSUBAME4.0で利用可能な最新バージョンについてはTSUBAME計算サービスWebサイトのサポートされているアプリケーションページをご確認下 さい。研究に支障がない限り、バグ修正の入っている最新版をご利用下さい。

1.2. 概要

COMSOL Multiphysicsはマルチフィジックス解析を前提として設計されている有限要素法(FEM)ベースの汎用物理シミュレーションソフトウェアで す。

最大の特徴は「マルチフィジックス(連成)解析に対する柔軟性とソフトウェアのオープン性」。マルチフィジックス機能はあらゆる物理現象の組み 合わせに対応(3種類以上の物理現象を無制限かつ自由に組み合わせて連成解析)できるので、実工学現象に即した高精度モデリング シミュレー ションが可能です。

伝熱・流体・構造・電磁場・音響・物質輸送・移動メッシュのような基本物理、そして一般偏微分方程式系のためのシミュレーション機能を搭載し ています。 コアソルバが一般的な偏微分方程式系に対応しているため、分野を問わず物理現象全般に対しシミュレーションが実行可能です。

モデル作成/CADデータ読み込み フィジックス選択 材料設定 初期条件/境界条件設定 メッシュ作成 ソルバ処理 ポスト処理(グラフや3D動 画生成を含む)まで一貫して1つのソフトウェアのGUI上で処理できるため、今までのように対象とする物理現象によっていくつもモデルを用意したり、次の処理のためにパラメータを加工したり、ソフト間でデータを受け渡したりする必要はありません。

1.3. マニュアル

comsol起動後にHELP>Documentationより確認したい項目のマニュアルを参照ください。

/apps/t4/rhel9/isv/comsol/<version>/multiphysics/doc/pdf/以下にpdfファイルもございますので、ブラウザから参照できない場合はこちらをご利用下さい。

1.4. COMSOL Multiphysicsの利用の流れ

COMSOL Multiphysicsを利用する場合は大きく分けて、COMSOL Desktopの統合環境を利用して計算を行う場合とコマンドラインから直接、各種計 算プログラムを実行する場合の2種類がございます。 基本的にはCOMSOL Desktopでモデルを作成し、作成したモデルをTSUBAME4.0上で解析する 流れを想定しております。 COMSOL Desktopにもジョブの投入機能はありますが、ライセンス数が少ないため、TSUBAMEではサーバデーモンはオ ミットされております。

本書ではCOMSOL環境の概要を、COMSOL Desktopのモデルビルダの使用方法を示す例とともに解説します。

2. COMSOL Multiphysicsの使用方法

本ページのコマンドライン例では、以下の表記を使用します。 [login]\$:ログインノード [rNnN]\$:計算ノード [login/rNnN]\$:ログインノードまたは計算ノード [yourPC]\$:ログインノードへの接続元環境

2.1. COMSOL Multiphysicsのコマンドライン実行

2.1.1. インタラクティブ実行

ログイン方法を参考にログインノードにログイン後、インタラクティブノードを利用したX転送を参考にノードをX転送付きで確保するか、Open OnDemandを利用して計算ノードにログインしてください。 以下以降の例では、全て計算ノードにログインした状態で行います。

2.1.1.1. CUI実行

プラズマモジュールのアルゴンガス充填サンプルを用いたインタラクティブ処理を以下に示します。 計算ノードにログインし、実行してください。 以下はあくまでもコマンドサンプルです。実際の計算には入力ファイルが必要となります。

[rNnN]\$ cd <利用したいディレクトリ> [rNnN]\$ module load comsol [rNnN]\$ comsol batch -inputfile argon_dbd_1d.mph

28CPUを利用した並列計算 *mphファイルの構成によっては並列計算を行いません。

[rNnN]\$ cd <利用したいディレクトリ> [rNnN]\$ module load comsol [rNnN]\$ comsol batch -np 28 -inputfile argon_dbd_1d.mph

ヘルプコマンドの内容

comsol -helpコマンドでコマンドオプションの確認ができます。 バージョンによって内容が異なる場合がありますので、利用されるバージョンに 合わせてオプションの詳細については適宜確認してください。

62アップデート2のヘルプコマンド例

comsol mphserver comsol mphserver matlab comsol hvdra

COMSOL options:

-3drend <{ogl}|sw> -alloc <{auto}|native| scalable> -applicationsroot <path>

-autosave <{on}|off> -blas <{auto}|mkl|blas| aocl path> -blaspath <path> -c <path> -ckl -comsolinifile <path>

-configuration <path>

-data <path> -docroot <path>

-forcecomsolgcc

-forcegcc -h, -help -keeplicenses <on {off}> -mpmode <throughput | turnaround owner> -np <no. of cores |{auto}> -numafirst <numa number> -numasets <no. of sets>

-prefsdir <path> -recoverydir <path> -tmpdir <path> -v, -version

Cluster options:

-clusterpartmethod <{off} mo|nd| wnd> -clusterstorage <{all} single shared> -f <path> -mpi <{auto}|mpich2|intel| intelmt user path> -mpiarg <arg> -mpibootstrap <{ssh}|rsh| fork|slurm| pdsh pbs pbsdsh persist sge|jmi> -mpibootstrapexec <path> -mpidebug <debug level> -mpienablex -mpifabrics fabric1:fabric2 Select network fabrics where -mpihosts <list of hosts> -mpiio <{on}|off|gpfs| -mpiofiprovider <mlx|tcp| psm2|psm3| sockets efa rxm verbs> -mpiofiroot <path> Set path to Open Fabrics installation root -mpirmk <slurm|11|1sf|sge| pbs|cobalt> -mpipath <file> -mpiroot <path> -nn <no. of nodes> -nnhost <no. of nodes> -scalapack <{auto}|mkl| scalapack user path> -scalapackpath <file> -open <filename> The application file to edit

Run MATLAB with COMSOL Multiphysics Server Run Hydra commands 3D renderer: OpenGL or software rendering Select from using the native memory allocator or a scalable memory allocator Specify custom path to the COMSOL Application Libraries root directory Control saving of recovery files BLAS library to use Set path to BLAS library Path to license file Use class-kit license Path to .ini-file to use when launching COMSOL Path to directory for storing the state for the GUI between sessions, and for performing different caching tasks Path to data directory Specify custom path to the COMSOL documentation root directory Force load of GCC libraries shipped with COMSOL Force load of GCC libraries Show this help message Keep checked out licenses throughout session Set multiprocessor mode Set number of cores Set first NUMA node to bind process to Set number of NUMA nodes to optimize processor usage Path to preference directory Path to recovery directories Path to temporary directory Show version information Cluster partitioning method Cluster storage format Set path to hostfile MPI library to use. path requires environment variable COMSOL_MPI_PATH to be set MPI cluster-specific command arguments Set bootstrap server (for Hydra) Set executable used by bootstrap server Set the MPI debug level Enable Xlib forwarding fabric1 is one of <shm,ofi> and fabric2 is one of <ofi> Comma separated list of hosts Set MPI IO mode Choose Open Fabrics interface

Run COMSOL Multiphysics Server

Select resource management kernel MPI shared library file Set path to root of MPI library installation Number of nodes Number of nodes on each host ScalaPACK library to use. path requires environment variable COMSOL_SCALAPACK_PATH to be set Set path to ScaLaPACK library The file to open

-edit <filename> -run <filename> The application file to run

Options when running an application:

-appargnames <names></names>	Comma-separated list of argument names			
-appargvalues <values></values>	Comma-separated list of argument values			
-appargsfile <filename></filename>	A file with arguments to the application			
	Each line in the file should have the format			
	<name>=<value></value></name>			
-appargvarlist <names></names>	Comma-separated list of argument names			
	whose values are on file			
-appargfilelist <filenames></filenames>	Comma-separated list of file names			
	Each file contains the value for one argument			
Example:				
comsol -open <filename></filename>				

-tmpdir オプション付きで起動することで、COMSOL Multiphysics ソフトウェアは指定ディレクトリをテンポラリファイル保存ディレクトリとし て使用します。また、環境変数 comsol_TMPDIR を使用することもできます。 COMSOL Multiphysics が環境設定ファイルを格納するディレクトリを 指定するには、-presdir オプションを使用します。

2.1.1.2. GUI実行

qrshで接続したノードから直接X転送を行う場合は、下記の手順にて接続ください。なお、node_fのみが対象となります。node_f以外を利用する 場合は、SSHが利用できないため、マルチノードでの実行はできません。 コマンド実行例 例では1ノードを2時間接続で、割り当てノードとしてr1n1が割り当てられた場合を想定しております。

割り当てノードはコマンド実行時に空いているノードですので、明示的にノードを指定することはできません。

```
[login]$ qrsh -g [TSUBAMEグループ] -l node_f=l -l h_rt=2:00:00 #qrshの実行
Tue Apr 02 08:17:19 JST 2024
[rNnN]$ module load comsol
[rNnN]$ comsol
```

Untitled.mph - COMSOL Multiphysics @r6i7n5	
File Edit Windows Options Tools Help	
* New	
Wizard	
mph Blank Model	
Image: Help Image: Cancel Image: Cancel Image: Cancel	
1.03 GB 261.6 GB	



GUIでのマルチノード計算を行う場合は以下の例のように実施することで計算可能です。 以下の例では TSUBAMEGROUP に所属している TSUBAMEUSER が node_f を4ノード、3時間利用する場合の例でr4n3, r6n5, r2n0 および r2n4 がNode0から3にそれぞれアサインされています。 実

際の投入は所属グループを指定してください。 GUI並列実行の場合はライブラリの問題があるため、Run Application機能による計算が利用できませんのでcomputeによる計算を実行ください。

login1:-> qrsh -l node_f=4,h_rt=3:: -g TSUBAMEGROUP
r4n3:-> module load comsol
r4n3:-> comsol -mpibootstrap ssh -mpihosts `awk '{ print \$1 }' \$PE_HOSTFILE |xargs | sed -e 's/ /,/g'` -nn `cat \$PE_HOSTFILE | wc -1`
(r4n3:0)
(r2n0:2)
(r2n4:3)
Node 0 is running on host: r4n3
Node 0 has address: r4n3
Node 1 is running on host: r6n5
Node 1 has address: r6n5
Node 1 has address: r6n5
Node 2 is running on host: r2n0
Node 3 is running on host: r2n4
Node 3 has address: r2n4

各ノードでの実行確認の例

以下はaluminum_extrusion_fsi.mphをGUIで実行した例となります。Node0のr4n3でmpiexec.hydra が実行され、comsolclusterが全ノードで実行されていることが確認できます。topコマンド等でも確認は可能です。

アサインされた全ノードで echo \$HOSTNAME; date; ps aux | grep comsollauncher コマンドを実行した結果



2.1.2. バッチジョブスケジューラーAGEによる実行

qsubコマンドによるバッチ投入が可能です。

[login]\$ qsub -g [TSUBAMEグループ] スクリプト名

以下のtest.shスクリプトをTSUBAMEGROUPに入っているユーザが投入する場合は以下のような例となります。 実際の投入は自分が所属しているグループを指定してください。

[login]\$ qsub -g TSUBAMEGROUP test.sh

スクリプト例(test.sh) オプションの詳細についてはTSUBAME4.0利用の手引きのジョブスクリプトをご確認ください。

```
#!/bin/bash
#$ -cwd
#$ -N COMSOL_test_job
#$ -e uge.err
#$ -o uge.out
#$ -l node_f=2
#$ -l h_rt=0:10:00
#$ -V
module load comsol
export COMSOL_TMPDIR=$T4TMPDIR
```

comsol batch -mpibootstrap ssh -mpihosts `awk '{ print \$1 }' \$PE_HOSTFILE | xargs | sed -e 's/ /,/g'` -nn `cat \$PE_HOSTFILE | wc -l` -inputfile inputfile.mph -outputfile outputfile.mph

インプットにサンプリファイルmicromixer_cluster_noc.mphを利用した場合のログ(uge.out) r6n4とr2n1の2ノードで計算が完了している。

(r6n4:0) Node 0 is running on host: r6n4 Node 0 has address: r6n4 Node 1 is running on host: r2n1 Node 1 has address: r2n1 ***** ***COMSOL 5.3.1.275 progress output file*** Tue Jul 17 15:54:13 JST 2018 COMSOL Multiphysics 5.3a (Build: 275) starting in batch mode Opening file: /gs/bs/tga-hpe_group00/apptest/isv/comsol/comsol/batch/micromixer_cluster_noc.mph Open time: 6 s. Running: Study 1 Settings for Cluster Computing 2 are ignored in distributed mode. <---- Compile Equations: Stationary in Study 1/Solution 1 (sol1) Started at 17-Jul-2018 15:54:20. Geometry shape order: Linear Running in distributed mode using 2 nodes. Running on 2 x Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2680 v4 at 2.40 GHz. Using 2 sockets with 28 cores in total on r6i4n4. Available memory: 257.59 GB. Current Progress: 0 % - Free Tetrahedral 1 Memory: 1016/1016 10688/10688 Number of vertex elements: 188 Current Progress: 1 % - Adjusting boundary mesh Memory: 1046/1046 10695/10695 Number of edge elements: 1974 Number of boundary elements: 13134 Current Progress: 1 % - Creating initial tetrahedra Memory: 1047/1047 10696/10696 Current Progress: 1 % - Respecting boundaries Memory: 1049/1049 10697/10697 Current Progress: 1 % - Inserting interior points Memory: 1054/1054 10707/10707 Current Progress: 1 % - Improving element quality Memory: 1060/1060 10709/10709 Number of elements: 94439 Free meshing time: 1.58s Minimum element quality: 0.1826 Current Progress: 1 % - Finalizing mesh Memory: 1065/1065 10714/10714 Number of vertex elements: 188 Number of edge elements: 1974 Number of boundary elements: 13134 Number of elements: 94439 Free meshing time: 1.66s Minimum element quality: 0.1826 Current Progress: 1 % - Boundary Layers 1 Current Progress: 1 % - Inserting boundary layer elements Memory: 1106/1106 10755/10755 Current Progress: 2 % - Inserting boundary layer elements Memory: 1107/1107 10755/10755 . Current Progress: 2 % - Smoothing transition to interior mesh Memory: 1145/1145 10792/10792 Current Progress: 2 % - Compiling equations Memory: 1102/1150 10748/10797 Current Progress: 3 % - Compiling equations Memory: 1127/1150 10775/10797 Time: 16 s. Physical memory: 1.15 GB Virtual memory: 10.8 GB Ended at 17-Jul-2018 15:54:36. ----- Compile Equations: Stationary in Study 1/Solution 1 (sol1) ---Current Progress: Memory: 1717/1717 10919/10919 3 % - Dependent Variables 1 Stationary Solver 1 in Study 1/Solution 1 (sol1) -Started at 17-Jul-2018 15:54:38. Current Progress: 5 % - Stationary Solver 1 Memory: 1813/1813 11014/11014 Nonlinear solver Number of degrees of freedom solved for: 747194 (plus 1 internal DOFs). Current Progress: 5 % - Assembling matrices Memory: 2119/2119 11227/11227 5 % - Constraint handling Current Progress: Memory: 2666/2699 11227/11227 Current Progress: 5 % - Assembling sparsity pattern Memory: 2674/2699 11227/11227 Current Progress: 5 % - Assembling matrices Memory: 3276/3276 11772/11772 Current Progress: 5 % -Memory: 3666/5256 11644/13628 Nonsymmetric matrix found. Scales for dependent variables:

Pressure (compl.p): 0.074 Velocity field (comp1.u): 0.01 Current Progress: 5 % - Constraint handling Memory: 3968/5256 11947/13628 Orthonormal null-space function used. Current Progress: 5 % - Matrix factorization Memory: 3984/5256 11962/13628 Iter SolEst ResEst Damping Stepsize #Res # Current Progress: 5 % - Solving linear system Damping Stepsize #Res #Jac #Sol LinErr LinRes Memory: 10483/10761 19733/20011 5 % - Assembling matrices Current Progress: Memory: 10664/10761 21560/21560 Current Progress: 5 % - Solving linear system Memory: 10552/11580 19814/21650 2/11580 19814/21650 26 1.1e+12 0.0100000 26 2 1 2 2.9e-13 1.4e-15 urrent Progress: 9 % - Solving linear system Current Progress: Memory: 10570/11580 19829/21650 9 % - Assembling sparsity pattern Current Progress: Memory: 9882/11580 19140/21650 9 % - Assembling matrices Current Progress: Memory: 11181/11580 21890/21890 Current Progress: 9 % -Memory: 10713/13485 20021/23523 Current Progress: 9 % - Constraint handling Memory: 10704/13485 19960/23523 Current Progress: 9 % - Matrix factorization Memory: 10598/13485 19854/23523 9 % - Solving linear system Memory: 10514/13485 19785/23523 Current Progress: 9 % - Assembling matrices Memory: 10596/13485 20322/23523 Current Progress: 9 % - Constraint handling Memory: 10590/13485 19870/23523

 Current Progress:
 9 % - Solving linear system

 5.4
 1.1e+05
 0.1000000
 6
 3

 Current Progress:
 14 % - Solving linear system

 2 4 3e-13 1.4e-15 2 Memory: 10601/13485 19879/23523 Current Progress: 14 % - Assembling sparsity pattern Memory: 9913/13485 19190/23523 Current Progress: 14 % - Assembling matrices Memory: 11162/13485 21897/23523 Current Progress: 14 % Memory: 10892/13571 20164/23564 Current Progress: 14 % - Constraint handling Memory: 10821/13571 20092/23564 Current Progress: 14 % - Matrix factorization Memory: 10586/13571 19857/23564 Current Progress: 14 % - Solving linear system Current Progress: 14 % - Assembling matrices Memory: 11007/13571 21688/23564 Current Progress: 14 % - Constraint handling Memory: 10592/13571 19864/23564 Current Progress: 14 % - Solving linear system 3 0.051 8.7e+06 1.0000000 0.62 4 --- Current Progress: 44 % - Solving linear system 4 3 6 4.4e-13 2.7e-14 Memory: 10608/13571 19887/23564 Current Progress: 44 % - Assembling sparsity pattern Memory: 9920/13571 19199/23564 Current Progress: 44 % - Assembling matrices Memory: 11273/13571 22085/23564 Current Progress: 44 % -Memory: 10718/13843 20048/23813 Current Progress: 44 % - Constraint handling Memory: 10706/13843 19978/23813 Current Progress: 44 % - Matrix factorization Memory: 10596/13843 19868/23813 ---- Current Progress: 44 % - Solving linear system ---- Current Progress: 44 % - Assembling matrices Memory: 10786/13843 21683/23813 Current Progress: 44 % - Constraint handling Memory: 10603/13843 19875/23813 --- Current Progress: 44 % - Solving linear system 4 0.0026 2e+05 1.0000000 0.043 5 4 8 7.7e-13 2e-14 Current Progress: 48 % - Solving linear system Memory: 10618/13843 19895/23813 Current Progress: 48 % - Assembling sparsity pattern Memory: 10058/13843 19335/23813 Current Progress: 48 % - Assembling matrices Memory: 10995/13843 20521/23813 Current Progress: 48 % Memory: 11004/14198 20278/24309 Current Progress: 48 % - Constraint handling Memory: 10681/14198 19955/24309 Current Progress: 48 % - Matrix factorization Memory: 10598/14198 19873/24309 Current Progress: 48 % - Solving linear system Memory: 10599/14198 19873/24309 Current Progress: 48 % - Assembling matrices Memory: 11004/14198 21702/24309 Current Progress: 48 % - Constraint handling Memory: 10604/14198 19884/24309 Current Progress: 48 % - Solving linear system 2.6e-06 1.9e+02 1.0000000 0.0036 6 2.6e-06 ----- Current Progress: 50 % - Solving linear system 5 5 10 3.4e-13 9.7e-15

Memory: 10620/14198 19900/24309 Nonlinear solver Number of degrees of freedom solved for: 747194 (plus 1 internal DOFs). Nonsymmetric matrix found. Scales for dependent variables: Pressure (compl.p): 0.074 Velocity field (compl.u): 0.01 Orthonormal null-space function used.
 mal null-space function used.
 SolEst
 ResExt
 Damping
 Stepsize #Res
 #Jac
 #Sol
 LinErr
 LinRes

 26
 1.1e+12
 0.0100000
 26
 2
 1
 2
 2.9e-13
 1.4e-15

 5.4
 1.1e+05
 0.1000000
 6
 3
 2
 4
 3e-13
 1.4e-15

 0.051
 8.7e+06
 1.0000000
 0.62
 4
 6
 4.4e-13
 2.7e-14

 0.0026
 2e+05
 1.0000000
 0.043
 5
 4
 8
 7.7e-13
 2e-14

 2.6e-06
 1.9e+02
 1.0000000
 0.0036
 6
 5
 10
 3.4e-15
 Iter 1 4 5 Solution time: 243 s. (4 minutes, 3 seconds) Physical memory: 14.2 GB Virtual memory: 24.31 GB Ended at 17-Jul-2018 15:58:41. ----- Stationary Solver 1 in Study 1/Solution 1 (sol1) --<---- Compile Equations: Stationary 2 in Study 1/Solution 1 (sol1) -----Started at 17-Jul-2018 15:58:41. Geometry shape order: Linear Current Progress: 50 % - Compiling equations ----- Current Progress: 52 % - Compiling equations Time: 1 s. Physical memory: 3.39 GB Virtual memory: 11.35 GB Ended at 17-Jul-2018 15:58:42. ----- Compile Equations: Stationary 2 in Study 1/Solution 1 (sol1) ------Current Progress: 52 % - Dependent Variables 2 Memory: 3409/14198 11418/24309 <---- Stationary Solver 2 in Study 1/Solution 1 (sol1) ---Started at 17-Jul-2018 15:58:44. Current Progress: 55 % - Stationary Solver 2 Memory: 3487/14198 11487/24309 Nonlinear solver Number of degrees of freedom solved for: 238542 (plus 30978 internal DOFs). Current Progress: 55 % - Assembling matrices Memory: 3492/14198 12378/24309 ----- Current Progress: 55 % - Constraint handling Memory: 3431/14198 11418/24309 ----- Current Progress: 55 % - Assembling matrices Memory: 3524/14198 11688/24309 Current Progress: 55 % -Memory: 3466/14198 11452/24309 Nonsymmetric matrix found. Scales for dependent variables Concentration (compl.c): 27 Orthonormal null-space function used. Current Progress: 55 % - Constraint handling Memory: 3493/14198 11481/24309 Current Progress: 55 % - Matrix factorization Memory: 3430/14198 11418/24309 Damping Stepsize #Res #Jac #Sol LinErr LinRes SolEst ResEst Damping Stepsize #Res Current Progress: 55 % - Solving linear system Iter Memory: 4204/14198 12341/24309 Current Progress: 55 % - Assembling matrices Memory: 4257/14198 12430/24309 Current Progress: 55 % - Solving linear system Memory: 4235/14198 12366/24309 1 0.66 2.2e+15 0.0100000 0.67 2 ---- Current Progress: 59 % - Assembling matrices 0.67 2 1 2 6.5e-13 3.5e-15 Memory: 4241/14198 12366/24309 ----- Current Progress: 59 % ------ Current Progress: 59 % - Assembling sparsity pattern Memory: 4248/14198 12373/24309 Current Progress: 59 % - Assembling matrices Memory: 4649/14198 13618/24309 Current Progress: 59 % -Memory: 4326/14198 12451/24309 Current Progress: 59 % - Constraint handling Memory: 4382/14198 12507/24309 Current Progress: 59 % - Matrix factorization Memory: 4279/14198 12404/24309 Current Progress: 59 % - Solving linear system Memory: 4310/14198 12436/24309 ----- Current Progress: 59 % - Assembling matrices Memory: 4393/14198 14164/24309 Current Progress: 59 % - Solving linear system Memory: 4312/14198 12436/24309 2 0.63 2e+04 0.1000000 ----- Current Progress: 64 % -0.7 3 2 4 4.6e-13 3.7e-15 Current Progress: 64 % - Assembling sparsity pattern Memory: 4313/14198 12436/24309 Current Progress: 64 % - Assembling matrices Memory: 4498/14198 13422/24309 Current Progress: 64 % -Memory: 4360/14198 12483/24309 Current Progress: 64 % - Constraint handling Memory: 4423/14198 12546/24309 Current Progress: 64 % - Matrix factorization

Memory: 4281/14198 12404/24309 Current Progress: 64 % - Solving linear system Memory: 4312/14198 12436/24309 Current Progress: 64 % - Assembling matrices Memory: 4367/14198 14164/24309 Current Progress: 64 % - Constraint handling Memory: 4313/14198 12436/24309 Current Progress: 64 % - Solving linear system 3 0.054 7.4e+04 1.0000000 36 4 36 4 3 6 4.6e-13 2.9e-15 ----- Current Progress: 90 % -Memory: 4314/14198 12436/24309 ------- Current Progress: 90 % - Assembling sparsity pattern ------- Current Progress: 90 % - Assembling matrices Memory: 4604/14198 13446/24309 Current Progress: 90 % Memory: 4301/14198 12422/24309 Current Progress: 90 % - Constraint handling Memory: 4398/14198 12520/24309 ----- Current Progress: 90 % - Matrix factorization Memory: 4282/14198 12404/24309 - Current Progress: 90 % - Solving linear system Memory: 4314/14198 12436/24309 Current Progress: 90 % - Assembling matrices Memory: 4446/14198 14164/24309 - Current Progress: 90 % - Constraint handling Memory: 4315/14198 12436/24309 ----- Current Progress: 90 % - Solving linear system 4 0.041 3.6e+04 1.0000000 0.073 5 4 8 4.4e-13 4.3e-15 ----- Current Progress: 81 % ----- Current Progress: 81 % ------Current Progress: 81 % - Assembling matrices Memory: 4503/14198 13182/24309 ----- Current Progress: 81 % -Memory: 4368/14198 12489/24309 Current Progress: 81 % - Constraint handling Memory: 4431/14198 12552/24309 Current Progress: 81 % - Matrix factorization Memory: 4283/14198 12404/24309 Current Progress: 81 % - Solving linear system Memory: 4315/14198 12436/24309 Current Progress: 81 % - Assembling matrices Memory: 4389/14198 14164/24309 Current Progress: 81 % - Solving linear system Memory: 4316/14198 12436/24309 5 0.024 2e+04 1.0000000 0.05 6 5 10 4.4e-13 4.3e-15 ----- Current Progress: 87 % -Memory: 4317/14198 12436/24309 Current Progress: 87 % - Assembling sparsity pattern Memory: 4330/14198 12500/24309 Current Progress: 87 % - Assembling matrices Memory: 4795/14198 13933/24309 ----- Current Progress: 87 % -Memory: 4367/14198 12487/24309 Current Progress: 87 % - Constraint handling Memory: 4431/14198 12550/24309 Current Progress: 87 % - Matrix factorization Memory: 4285/14198 12404/24309 Current Progress: 87 % - Solving linear system Memory: 4317/14198 12436/24309 Current Progress: 87 % - Assembling matrices Memory: 4448/14198 14172/24309 Current Progress: 87 % - Constraint handling Memory: 4323/14198 12444/24309 mory: 4323/14196 12444/24309 ------ Current Progress: 87 % - Solving linear system 6 0.013 1.2e+04 1.0000000 0.027 7 ------ Current Progress: 91 % -7 6 12 5.4e-13 3.5e-15 Memory: 4324/14198 12444/24309 ----- Current Progress: 91 % - Assembling sparsity pattern ----- Current Progress: 91 % - Assembling matrices Memory: 4550/14198 13391/24309 Current Progress: 91 % -Memory: 4343/14198 12463/24309 Current Progress: 91 % - Constraint handling Memory: 4406/14198 12525/24309 Current Progress: 91 % - Matrix factorization Memory: 4292/14198 12412/24309 --- Current Progress: 91 % - Solving linear system Memory: 4324/14198 12444/24309 Current Progress: 91 % - Assembling matrices Memory: 4399/14198 14172/24309 Current Progress: 91 % - Constraint handling Memory: 4325/14198 12444/24309 ------ Current Progress: 91 % - Solving linear system 7 0.0061 8.2e+03 1.0000000 0.014 8 7 14 6.1e-13 2.7e-15 ------ Current Progress: 94 % ------ Current Progress: 94 % - Assembling matrices Memory: 4509/14198 13262/24309 Current Progress: 94 % -Memory: 4368/14198 12488/24309 ----- Current Progress: 94 % - Constraint handling Memory: 4431/14198 12550/24309 Current Progress: 94 % - Matrix factorization Memory: 4324/14198 12443/24309 Current Progress: 94 % - Solving linear system Memory: 4356/14198 12475/24309

Current Progress: 94 % - Assembling matrices Memory: 4433/14198 14203/24309 ---- Current Progress: 94 % - Solving linear system Memory: 4356/14198 12475/24309 0.0033 5.6e+03 1.0000000 0.0063 9 8 16 5.3e-13 2.2e-15 -- Current Progress: 95 % -8 ----- Current Progress: 95 % - Assembling matrices Memory: 4528/14198 14130/24309 --- Current Progress: 95 % -Memory: 4342/14198 12461/24309 -- Current Progress: 95 % - Constraint handling Memory: 4405/14198 12524/24309 Current Progress: 95 % - Solving linear system Memory: 4325/14198 12444/24309 Current Progress: 95 % - Assembling matrices Memory: 4491/14198 14172/24309 ----- Current Progress: 95 % - Constraint handling Memory: 4325/14198 12444/24309 --- Current Progress: 95 % - Solving linear system 0.0021 3.9e+03 1.0000000 0.0033 10 9 18 6.2e-13 2.2e-15 9 -- Current Progress: 96 % ------ Current Progress: 96 % - Assembling matrices Memory: 4533/14198 14212/24309 Current Progress: 96 % Memory: 4344/14198 12463/24309 Current Progress: 96 % - Constraint handling Memory: 4407/14198 12525/24309 -- Current Progress: 96 % - Matrix factorization Memory: 4293/14198 12412/24309 ------ Current Progress: 96 % - Solving linear system Memory: 4325/14198 12444/24309 10 0.0015 2.8e+03 1.0000000 0.0021 11 10 20 5.2e-13 2.1e-15 ------- Current Progress: 97 % - Assembling matrices ------ Current Progress: 97 % ------ Current Progress: 97 % - Assembling matrices Memory: 4621/14198 14119/24309 Current Progress: 97 % -Memory: 4352/14198 12471/24309 --- Current Progress: 97 % - Constraint handling Memory: 4415/14198 12534/24309 - Current Progress: 97 % - Matrix factorization Memory: 4293/14198 12412/24309 ------ Current Progress: 97 % - Solving linear system Memory: 4325/14198 12444/24309 Current Progress: 97 % - Assembling matrices Memory: 4469/14198 14172/24309 --- Current Progress: 97 % - Solving linear system Memory: 4325/14198 12444/24309 0.0011 0.0011 2.1e+03 1.0000000 Current Progress: 99 % -0.0014 12 11 22 5e-13 2.1e-15 11 Memory: 4333/14198 12452/24309 -- Current Progress: 99 % - Assembling matrices Memory: 4612/14198 14288/24309 - Current Progress: 99 % -Memory: 4386/14198 12505/24309 Current Progress: 99 % - Constraint handling Memory: 4449/14198 12568/24309 --- Current Progress: 99 % - Matrix factorization Memory: 4301/14198 12420/24309 - Current Progress: 99 % - Solving linear system Memory: 4333/14198 12452/24309 ------ Current Progress: 99 % - Assembling matrices Memory: 4378/14198 14180/24309 Current Progress: 99 % - Solving linear system Memory: 4333/14198 12452/24309 12 0.00062 1.6e+03 1.0000000 0.00083 13 12 24 4.7e-13 2e-15 ----- Current Progress: 100 % -Nonlinear solver Number of degrees of freedom solved for: 238542 (plus 30978 internal DOFs). Nonsymmetric matrix found. Scales for dependent variables: Concentration (compl.c): 27 Orthonormal null-space function used. ResEst Damping 2.2e+15 0.0100000 SolEst
 ResEst
 Damping
 Stepsize
 #Res
 #Jac
 #Sol
 LinErr
 LinRes

 2.2e+15
 0.0100000
 0.67
 2
 1
 2
 6.5e-13
 3.5e-15

 2e+04
 0.1000000
 0.7
 3
 2
 4
 4.6e-13
 2.9e-15

 3.6e+04
 1.000000
 0.073
 5
 4
 8
 4.4e-13
 4.3e-15

 2e+04
 1.0000000
 0.073
 5
 4
 8
 4.4e-13
 4.3e-15

 2e+04
 1.0000000
 0.027
 7
 6
 12
 5.4e-13
 3.5e-15

 8.2e+03
 1.000000
 0.0014
 8
 7
 14
 6.1e-13
 2.7e-15

 3.6e+03
 1.000000
 0.0063
 9
 8
 16
 5.3e-13
 2.2e-15

 3.9e+03
 1.0000000
 0.0063
 10
 9
 18
 6.2e-13
 2.1e-15

 2.1e+03
 1.0000000
 0.0021
 11
 10
 20
 5.2e-13
 2.1e-15

 1.6e+0 Damping Stepsize #Res #Jac #Sol LinErr LinRes Iter 0.66 1 0.63 2 0.054 4 0.041 0.024 5 0.013 0.0061 0.0033 0 0021 9 10 0.0015 11 0.0011 12 0.00062 Solution time: 178 s. (2 minutes, 58 seconds) Physical memory: 4.8 GB

Virtual memory: 14.29 GB

Ended at 17-Jul-2018 16:01:42.

----- Stationary Solver 2 in Study 1/Solution 1 (sol1) -----> Run time: 443 s. Saving model: /gs/bs/tga-hpe_group00/apptest/isv/comsol/comsol/batch/micromixer_cluster_noc5.mph Save time: 1 s. Total time: 450 s. ------- Current Progress: 100 % - Done Memory: 3660/14198 11634/24309

2.1.3. ライセンス使用状況の確認

ライセンス数や利用状況については下記コマンドで確認してください。

[login]\$ lmutil lmstat -S LMCOMSOL -c *****@kvm5:****@kvm6:****@ldap2



2.1.4. 利用可能なモジュール一覧

利用可能なcomsolモジュールの確認には、Options->licensed and Used Productsをご確認下さい。

L	icensed and Used Products in Session @r1n11		×					
[License number: 5094742							
	Clear a check box to block your use of a	product.						
	Grayed out product is used in the current	session.						
	Keep checked out licenses when creating or opening an application.							
	COMSOL Multiphysics							
	AC/DC Module							
	CFD Module							
	Heat Transfer Module							
	🖌 Plasma Module							
	🗹 RF Module							
	🕑 Structural Mechanics Module							
	✓ Wave Optics Module							
	CAD Import Module							
			Select All Deselect All					
	Other products							
	Acoustics Module	Molecular Flow Module	File Import for CATIA® V5					
	Battery Design Module	Multibody Dynamics Module	LiveLink™ for AutoCAD®					
	Chemical Reaction Engineering Module	Nonlinear Structural Materials Module	LiveLink™ for Excel®					
	Composite Materials Module	Optimization Module	LiveLink™ for Inventor®					
	Corrosion Module	Particle Tracing Module	LiveLink™ for MATLAB®					
	Electrochemistry Module	Pipe Flow Module	LiveLink™ for PTC® Creo® Parametric™					
	Electrodeposition Module	Polymer Flow Module	LiveLink™ for Revit®					
	Fatigue Module	Porous Media Flow Module	LiveLink™ for Simulink®					
	Fuel Cell & Electrolyzer Module	Ray Optics Module	LiveLink™ for Solid Edge®					
	Geomechanics Module	Rotordynamics Module	LiveLink™ for SOLIDWORKS®					
	Liquid & Gas Properties Module	Semiconductor Module	COMSOL Compiler					

3. COMSOL Desktopの使用方法



3.1. COMSOL Desktopの概要

COMSOL DesktopはCOMSOL Multiphysicsの統合GUI環境です。モデルビルダとアプリケーションビルダの切り替えが随時可能で、使いやすいよう に工夫されており、モデルビルダは単独 多重複合の物理現象の数学モデルを設定する機能をもった操作ウィンドウです。物理モデリング、シ ミュレーション、そしてアプリケーション設計一式の統合環境が備わっており、モデル用に使いやすいインターフェースを構築するために必要な ツールがあります。デスクトップは、ユーザそれぞれのニーズに合わせてカスタマイズでき、ウィンドウは、サイズ変更、移動、ドッキング、切 り離しが可能です。レイアウトを変更すると、セッションの終了時に保存され、次回以降も利用できます。モデルを構築する際には、さらに追加 のウィンドウとウィジェットが表示されます。ジョブの投入機能はありますが、ライセンス数が少ないため、サーバデーモンはオミットされてお ります。

3.2. TSUBAME4.0上でのCOMSOL Desktopの起動

下記コマンドでTSUBAME4.0にログインしてください。

[yourPC]\$ ssh login.t4.gsic.titech.ac.jp -1 USER-ID -i 鍵ファイル -YC

コマンド実行例

例では2時間接続で、割り当てノードとしてr1n1が割り当てられた場合を想定しております。 割り当てノードはコマンド実行時に空いているノード ですので、明示的にノードを指定することはできません。

```
[login]$ qrsh -g [TSUEAMEグループ] -l node_f=1 -l h_rt=2:00:00 #qrshの実行
Tue Apr 02 08:17:19 JST 2024
[rNnN]$ module load comsol
[rNnN]$ <実行したいアプリケーションの実行コマンド>
```

例えば、COMSOL 62_u2を利用する場合は、以下のようにモジュールファイルを読み込み、COMSOL Desktopを起動します。

[rNnN]\$ module load comsol/62_u2
[rNnN]\$ comsol

	Untitled.mph - COMSOL Multiphysics (loginO) -					3	×	
File	Edit	Windows	Options	Tools	Help			
× N	ew						-	
	, mph Mod Wizar (, mph Blan Mode	el rd						
_						λ.		
	?	Help 🛛 🙁	Cancel	🗹 Sho	w on startup			

comsolスタートアップ画面

上記のスタートアップ画面はShow on Startupのチェックをオフにすることで非表示にすることができます。

Untitled.mph - COMSOL Multiphysics	s @r1n11		-	Ø	\times
File Edit Windows Options	тоотѕ негр				
🕒 🕼 📂 🖯 🕇 🗸		■ 🛅 ▼ ⊗ ▼ Pi ▼ a= ▼ f⊗ ▼ Pi 🖩 🖽 🗘 ▼ 🎆 🏥 🕸 ▼ 🎕 🍇 Δ⊻	₩ ▼		▲ ▼
😫 Materials 🔻 📑	☆★☆★★☆★☆★				
† Model Build 🛛 🗖 🗖	🗏 Settings 📃 🗖	d Graphics	-	, 🗆	-
$\leftarrow \rightarrow \uparrow \downarrow \bigcirc \blacksquare \neq \checkmark$	Untitled.mph		a 2		5Q3
Tupo filtor taxt	- Protection			-	~~~
■ Untitled.mph (root)	Editing not protected Set Password				:
 Global Definitions Results 	Running not protected Set Password				
	- Used Products				
	COMSOL Multiphysics				
	- Unit System				
	SI				
	 Presentation 				
	Title:				
	Description:	Z Y t x			
		Messages X = Progress III Log	-	, D	โ
	Author:				-
	- Computation time				-
	Exposted				
← ア ここに入力して検索	😑 📄 🌖 🏥 🔮	📔 📒 📕 🔟 📴 😢 🔽 刘 🧐s c 🔏 s.ss os 🔿 🍽 🧖 🕬 A	13:48 2024/03	3 3/27	13
		COMSOL Desktop画面			

*利用しているX環境によってはエラーが発生する場合があります。その場合は以下コマンドを実行し、ヘルプを表示させ、環境に合わせたオプショ ンを指定し、実行してください。

[rNnN]\$ comsol -h

3.3. COMSOL Desktopの画面説明

COMSOL Desktopは以下のような複数の要素で構成されております。本項目では各項目についての説明を行います。

Untitled.mph - COMSOL Multiphysics	@r1n11 ①		– o ×			
File Edit Windows Options Tools Help						
2 🔇 🏲 😓 👆 🗸 🗸		■ (iii) ▼ ⊗ ▼ Pi ▼ a= ▼ f⊗ ▼ Pi (iii) ⊡ □□ ↓ ▼ (iii) iii) ⊗ ▼ ¾ ¾ △				
😫 Materials 🔻 😫 😫	∰▼#▼⊕▼⊡▼⊡ % ∩ ∧					
' <mark>† Model Builde</mark> 🗖 🗖	🗏 Settings 📃 🗖	d Graphics ⑦	- 0			
← → ↑ ↓ 管↑ ♥④ Type filter text ♂	Untitled.mph • Protection		▼ © ° ∞			
 ✓ Untitled.mph (root) ✓ ⊕ Global Definitions Parameters 1 	Editing not protected Set Password Running not protected Set Password					
Pi Parameters 1	- Used Products					
🕨 📠 Results	COMSOL Multiphysics	8				
5	- Unit System					
	- Presentation					
	Title:	7				
	Description:	y x				
		🖂 Messages 🗙 📼 Progress 🔟 Log	- 0			
	Author:					
	- Computation time	COMSOL Multiphysics 6.2.0.339 (9)				
	Lipotou.	1.01 GB 66.01 GB				

COMSOL Desktop画面

COMSOL Desktop画面の機能概要

図内番号	名称	概要
1	メインメニュー	詳細機能を提供します。
2	クイックアクセスツール バー	これらのボタンは、ファイルを開く/保存、取り消し/やり直し、コピー/貼り付け、削 除などの機能を呼び出すときに使用します。
3	ツールバー (Windowsにはリボン)	モデリングプロセスのステップを制御するボタンとドロップダウンリストがあります
4	モデルビルダーツール バー	モデルツリー内で利用するツールを提供します。4 5をあわせてモデルビルダといい ます。
5	モデルツリー	モデルツリーにはモデルの概要の他、モデルの構築と求解、結果処理に必要な機能や操 作が示されます。
6	設定ウィンドウ	モデルツリーの任意のノードをクリックすると、モデルビルダの横にそのノード関連の 設定ウィンドウが表示されます。
7	グラフィックスウィンド ウツールバー	グラフィックウィンドウ内で利用するツールを提供します
8	グラフィックスウィンド ウ	グラフィックスウィンドウでは、ジオメトリノード、メッシュノード、結果 ノードの相互作用的なグラフィックスが表示されます。操作には、回転、パン、ズー ム、選択があります。
9	情報ウィンドウ	情報ウィンドウには、求解時間、求解の進捗状況、メッシュ統計、ソルバーログの他、 場合によっては、結果テーブルなど、シミュレーション時に不可欠なモデル情報が表示 されます。

3.3.1. メインメニュー

メインメニューは詳細な機能を提供するためのアクセスポイントです。機能の概要については下記の通りです。

File Edit Windows Options Tools Help

メインメニューの機能

項目	機能
File	すべてのアプリケーションおよびモデルに関するアクション(COMSOL Desktopの終了も含まれます)
Edit	アプリケーションおよびモデルの変更に関連するアクション。
Window	各種機能ウィンドウのアクセスポイント。レイアウト変更についても含まれます。
Options	ライセンスおよびCOMSOL Desktopの設定
Tools	ツールバーの表示/非表示
Help	ヘルプ、キーボードショートカット、チュートリアルなどへのアクセス。テクニカルサポートへのアクセスが含まれてい ます。

 .	
計算ノードで Help を参照する場合、	Helpウィンドウの"Show in External Browser"アイコンをクリックします。



3.3.2. クイックアクセスツールバー

ワークスペースはリガンドなどの低分子構造やタンパク質の立体構造などといった中 大規模分子構造を可視化する領域です。



3.3.3. ツールバー

		▼ P _i ▼ a= ▼ f⊗ ▼ P _i	🖽 🗘 🕶 🛄 🛔 🌸 🕶 🕸	1 %1 ^y 🖙 🔻 🔳 🔺 🕶
😫 Materials 🔻 🏥 🏥 🏥 🔹 🚑 👻 😫	: • E • E 🛱 A A 🔠 🖉 •			
	ツ-	ルバー		

モデリングプロセスのステップを制御するボタンとドロップダウンリストを提供します。



モデルビルダ

モデルビルダには設定項目が記載されており、右クリックして開くことで詳細な項目がツリー状に展開する コンテクストメニューという ため、 あらゆる設定箇所へのアクセスが瞬時に可能になります。ここで、各設定項目、すなわちツリー状構造の各要素をノードといいます。 モデルビルダの代表的なノードを以下に示します。

・グローバル定義[A] ファイル全体に使われるパラメータや変数を設定します。

・コンポーネント[B] モデルビルダの中にある部品という意味合いをもっています。モデルビルダが扱う現象のある側面をとらえるためにジオメトリ、材料、フィジックス、メッシュを含んでいます。

・スタディ-[C] モデルビルダの内容をもとに数値解析します。

🕶 < thermal_actuator_jh_distri				
🔷 🤝 Global Defi	nitions			
P; Param	Pi Parameters			
🌐 Mater	a= Variables			
🕶 盲 Thermal	Functions	►		
🕨 🔳 Defini	Geometry Parts	►		
🕨 🔀 Geom	Mesh Parts	►		
🕨 📑 Mater] 🐝 Default Model Inputs			
🕨 🚬 Electr	Materials	►		
Heat	Load and Constraint Groups	•		
Multip	Show More Options			
▼ ∞ Study 1	📮 Node Group			
😝 Cluste] 📑 Group by Type			
123 Parai	? Help	Fl		
1	コンテクストメニュー			

例えば、コンテクストメニューを利用して、グローバル定義のパラメータを開く場合、グローバル定義を右クリックしてパラメータを選択すること で設定したいパラメータを開くことができます。

3.3.5. 設定ウィンドウ

🐺 Settings 📃 🗖					
Material					
Label: Alumina					
Name	Value	Unit	Property group		
alpha	8e-6[1/	1/K	Basic		
Ср	900[J\(k	J/(kg∙k	Basic		
rho	3900[kg	kg/m³	Basic		
k	27[W/(r	W/(m∙	Basic		
Е	300e9[F	Pa	Young's modulus		
nu	0.222	1	Young's modulus		
1					
	Namo alpha Cp rho k E nu	Nam Value alpha 8e-6[1/i Cp 900[J/(k rho 3900[kg k 27[W/(r E 300e9[F nu 0.2222	Nam Value Unit alpha 8e-6[1/ 1/K Cp 900[J/(k) J/(kg·k) rho 3900[kg kg/m³ k 27[VV/(r) W/(m· E 300e9[F] Pa nu 0.2222 1		

設定ウィンドウ

ジオメトリの寸法、材料のプロパティ、境界条件、初期条件、ソルバでシミュレーションを実行するのに必要なその他情報など、モデルの仕様をす べて入力するためのメインウィンドウです。

紹介している図は、ジオメトリノードの設定ウィンドウです。

3.3.6. プロットウィンドウ

グラフィックス出力用のウィンドウです。 グラフィックスウィンドウ以外に、結果の可視化にはプロットウィンドウも使用します。 複数の結果を 同時に表示する場合は、複数のプロットウィンドウを使用できます。特別な例としては、モデルの実行中に求解プロセスの収束状況をグラフィカル に表示する収束プロットウィンドウがあります。 これは自動的に生成されるプロットウィンドウです。

3.3.7. 情報ウィンドウ

これらは、非グラフィックス情報のウィンドウです。 情報ウィンドウには、以下の種類があります

- ・メッセージ このウィンドウには、現在のCOMSOL Multiphysicsセッションに関する各種情報が表示されます。
- ・進捗 ソルバからの進捗状況情報。停止ボタンがあります。
- ・ログ 自由度、求解時間、ソルバ反復データなど、ソルバからの情報。
- ・テーブル 結果ノードに定義されたテーブル形式の数値データ。

・外部プロセス クラスタージョブ、クラウドジョブ、バッチジョブのコントロールパネルがあります。

3.3.8. その他のウィンドウ

- ・材料を追加と材料ブラウザー 材料プロパティライブラリ。材料ブラウザーでは、材料プロパティを編集できます。
- ・選択リスト 現在選択できるジオメトリオブジェクト、ドメイン、境界、エッジ、ポイントのリスト。
- ・キャンセルボタンのある進捗バー 現在の計算をキャンセルするボタン付きの進捗バーは、COMSOL Desktopインターフェースの右下隅にあり ます。
- ・ダイナミックヘルプ ヘルプウィンドウでは、ウィンドウとモデルツリーノードに関するコンテキスト依存のヘルプテキストを利用できます。 (たとえばF1を押して)デスクトップでヘルプウィンドウを開いて、ノードやウィンドウをクリックすると、ダイナミックヘルプ(英語のみ)を呼び 出すことができます。ヘルプウィンドウからは、メニュー項目など、その他のトピックスも検索できます。

3.4. COMSOL Desktopによるモデル作成と計算投入、データ解析

ここでは「はじめてのCOMSOL Multiphysics」の14ページ以降の問題を利用してモデル作成を行います。

モデル作成後にTSUBAME4.0を用いた解析を実施します。

10cmx1cmx1cmの直方体の1面に圧をかけた際の変形を解析します。

3.4.1. 固体力学の設定

COMSOL Desktopを起動してください。



Blank Modelの呼び出し

今回の操作ではBlank Modelを選択してください。 Show on Startupのチェックをオフにしていた場合は次の操作に移ってください。

File Edit Windows Options Tools Help □ <t< th=""><th>▲ ▼</th></t<>	▲ ▼
Tr Model Builde Graphics	
	• •
- Protection	
Type hiter text C Untitled.mph (root) Editing not protected Set Password	
Global Definitions Running not protected Set Password	
(ii) Materials Vised Products	
Results COMSOL Multiphysics	
- Unit System	
SI	
- Presentation	
Title:	
y x	
Messages X Progress III Log	
Author:	
COMSOL Multiphysics 6.2.0.339	
Expected:	
1.01 GB 66.01 GB	

COMSOL Desktop

COMSOL Desktopが表示されます。



COMSOL Desktopが表示されたらツールバーの上記画面の赤枠をクリックし、3Dをクリックしてください。



コンポーネントが追加されます。

▼ Untitled.mph	(root) Editing not protected	Set Password
🔻 🌐 Global De	Add Component) ⊂ 3D
Pi Parame	🔄 Insert Components	🚈 2D Axisymmetric
	コンポーネントの追加(コンテクストメニュー)	

以下は参考ですが、コンテクストメニューで行う場合は、Untitled.mphを右クリックし Add Component>3Dとクリックしてください。



ブロックの追加

ジオメトリを選択して、ブロックを追加します。(メニュー、コンテクストメニューのどちらでも構いません)

🗏 Settings 📃 🗖				
Block				
🔋 Buil	d Selected 🔻 🔠 Build All Obje	cts		
Label:	Block 1			
- Obje	ct Type			
Туре:	Solid		•	
 Size and Shape 				
Width	10		m	
Depth	1		m	
Height	: 1		m	
- Position				
Base:	Corner	~		
x:	0		m	

フロックの設定	定
---------	---

追加されたブロックの設定ウィンドウを開き、10cmx1cmの直方体とするため、画面の様に設定を行います。 画面ではmとなっていますが、 次の操作で変更しますので、無視してください。



ブロックの設定

ブロックの親ノードのジオメトリを選択し、Length Unitをcmに変更します。

E Settings	
Block	
🖲 Build Selected 🔻 🖺 Build All Objects	•
Build Selected (F7)	

ブロックの設定

ブロックを選択し、Build Selectedをクリックするとジオメトリが生成されます。



生成されたブロック

3.4.2. 材料の設定

系内ジオメトリの材料を設定します。 「はじめてのCOMSOL Multiphysics」と同様に銅を設定します。



マテリアルの読み込み

メニューもしくはコンテクストメニューからAdd Materialをクリックします。

メニューの場合は追加したいコンポーネントとなっているか、コンテクストメニューの場合はマテリアルを指定しているかを確認してください。



マテリアル選択画面

マテリアルの選択画面が表示されます。 上図では検索窓から銅を検索しております。 言語設定にかかわらず、英語表記となります。 検索後はAdd to Componentをクリックしてください。



モデルビルダとグラフィックスウィンドウ

マテリアルに銅が追加されグラフィックスウィンドウにも反映されます。

3.4.3. 固定拘束の設定

固定面の設定を行います。 「はじめてのCOMSOL Multiphysics」と同様に固定面は1cmx1cmの正方形の1面とします。



Physicsの選択(メニューから選択)

メニューもしくはコンテクストメニューからAdd Physicsをクリックします。



Physicsの選択画面が表示されます。 上図では検索窓からsolidを検索しております。 言語設定にかかわらず、英語表記となります。 検索後はAdd to Componentをクリックしてください



Physicsが追加されます。



固定拘束を行うため、メニューもしくはコンテクストメニューからFixed Constraintをクリックします。



固定拘束面の指定

モデルビルダに追加されたFixed Constraint 1を選択して、グラフィックスウィンドウ中の拘束したい面をクリックします。 上図の赤い箇所が選択 面です。

'†T Model Builde 🛛 🗖 🗖	E Settings		d Graphics
$\leftarrow \rightarrow \uparrow \downarrow \overline{\bullet} \checkmark$	Fixed Constraint		@, Q, @, ▼ ⊕ ⊕ ↓ ▼ ⊠ [
Type filter text C	Label: Fixed Constraint 1		
▼ ◆ Untitled.mph (root)	- Boundary Selection		
 Global Definitions Pi Parameters 1 	Selection: Manual	~	
The second secon	1	+	
 Terrais Component 1 (comp1) 			
▶	ب ښ	1943	
Block 1 (blk1)	• Override and Contribution		
Form Union (fin)	Equation		
Copper (mat1)			0 z
♥ ⇒ Solid Mechanics (soli			y x
Free 1			
Initial Values 1 Fixed Constraint 1			Messages 🗙 📼 Progress 🎹 Log
🛦 Mesh 1			6

固定拘束面の指定

選択された面は設定ウィンドウに表示され、グラフィックスウィンドウにも青色の表示となります。

3.4.4. 境界荷重の設定

境界荷重の設定を行います。 「はじめてのCOMSOL Multiphysics」と同様に境界荷重は10cmx1cmの長方形の1辺にz軸方向に 10000とします。



境界荷重の追加

固定拘束を行うため、メニューもしくはコンテクストメニューからBoundary Loadをクリックします。



荷重をかける面の指定

モデルビルダに追加されたBoundary Loadを選択して、グラフィックスウィンドウ中の拘束したい面をクリックします。 上図の赤い箇所が選択面です。



選択された面は設定ウィンドウに表示され、グラフィックスウィンドウにも青色の表示となります。

- Fo	rce		
Load	d type:		
Force per unit area			
FA	User defined		✔ 1
	0	x	
	0	У	N/m²
	-10000	z	

荷重設定

荷重設定を設定ウィンドウのForceから上図のように行います。

3.4.5. スタディの設定

```
設定した現象の解析を行います。 "定常"設定がされているので、スタディを追加します。
```



スタディの追加(コンテクストメニュー)

メニューもしくはコンテクストメニューからAdd Studyをクリックします。



スタディ選択画面

Stationaryを選択し、Add Studyをクリックします。





定常状態を計算するStudyが追加されました。 Computeはクリックしないでください。

3.4.6. インプットデータの保存

File>Save もしくはSave As ...をクリックして、名前をつけて保存してください。

File Edit Windows Options Tools Help	
🗅 New	Ctrl+N
🔇 Run Application	
Open	Ctrl+O
🚰 Open From	Shift+Ctrl+O
Application Libraries	
🖵 Save	Ctrl+S
🛃 Save As	
📮 Save To	Shift+Ctrl+S
-	I

メニューからの保存

3.4.7. ジョブの投入

本書ではTSUBAME4.0にCUIで投入します。 先程保存したデータをTSUBAME4.0にアップロードしてください。

下記コマンドで計算ノードに入り、インプットファイルを配置したディレクトリに移動してください。 <>は各自環境に合わせて読み替えてください。

[login]\$ qrsh -l h_rt=0:10:0 -l node_f=1 [rNnN]\$ cd <インプットファイルを配置したディレクトリ>

以下のコマンドでモジュールの読み込みと計算の実行を行います。 <>は各自環境に合わせて読み替えてください。

```
[rNnN]$ module load comsol
[rNnN]$ comsol batch -np <mark>28</mark> -inputfile 〈先程保存したファイル〉 -outputfile 〈出力ファイル〉
```

今回作成した系では8秒程度で終了します。

------ Current Progress: 100 % - Solving linear system Memory: 1988/1988 39026/39026 Solution time: 0 s. Physical memory: 2 GB Virtual memory: 39.09 GB Ended at Mar 27, 2024, 9:19:29 AM. ------ Stationary Solver 1 in Study 1/Solution 1 (soll) ------> Run time: 3 s. Saving model: 出力ファイル Save time: 0 s. ------ Current Progress: 100 % - Done Memory: 2015/2015 39059/39090

計算後のデータは端末にダウンロードしてください。

3.4.8. データ可視化設定の作成

GUIで計算を行う場合は必要ありませんが、batch実行の場合は自動的に結果の可視化は行われないため、可視化設定を行います。 先の項目でダウ ンロードしたデータを利用します。 計算後のデータをCOMSOL Desktopで開いてください。



計算後のデータの結果>Data SetsにStudy 1 Solution1が追加されていることを確認してください。



3D Plot Groupをクリックして3D Plot Groupを追加してください。



モデルツリーに追加されますので、選択します。



表面の追加

Surfaceをクリックして表面を追加してください。

🗏 Settings 📃 🗖					
Surface					
💿 Plot					
Label: Surfa	ce l				
- Data					
Dataset: Fro	m parent				
- Expression	- Expression				
Expression:					
solid.mises	solid.mises				
Unit:					
slug/(ft*s^2)					
Description:					
von Mises stress					
Parameters					
Name	Value	Unit	Description		
solid.refpn	t 0	m	Reference point for momer		
		表面の	D設定		

設定ウィンドウを開き、上図のように設定します。



最後にDeformationをクリックして変形を可視化します。



グラフィックスウィンドウ

グラフィックスウィンドウに可視化されたデータが表示されます。

- 44/44 -