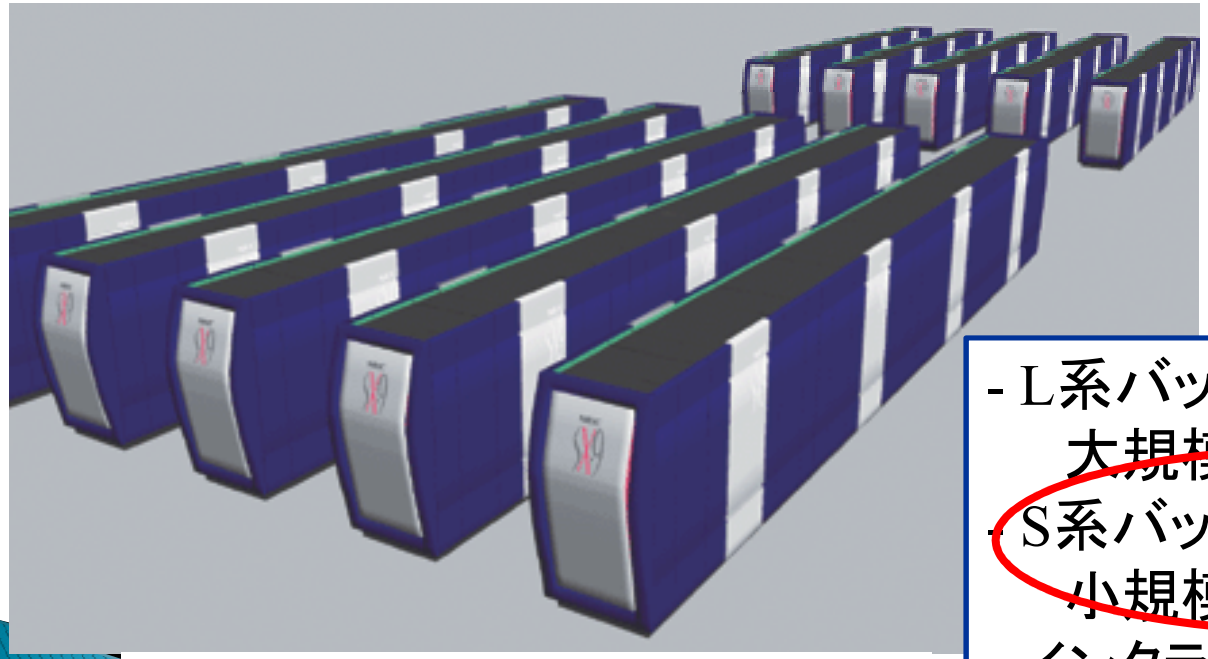
地球シミュレータを用いた並列解析
（デモ）

2013年5月14日

第2回FrontISTR研究会

地球シミュレータ

- SX-9/E
- システムの理論ピーク性能 : 131TFLOPS
- システムのノード数 : 160
- 1ノード当たりのCPU数 : 8
- 1ノード当たりのメモリ容量 : 128GB

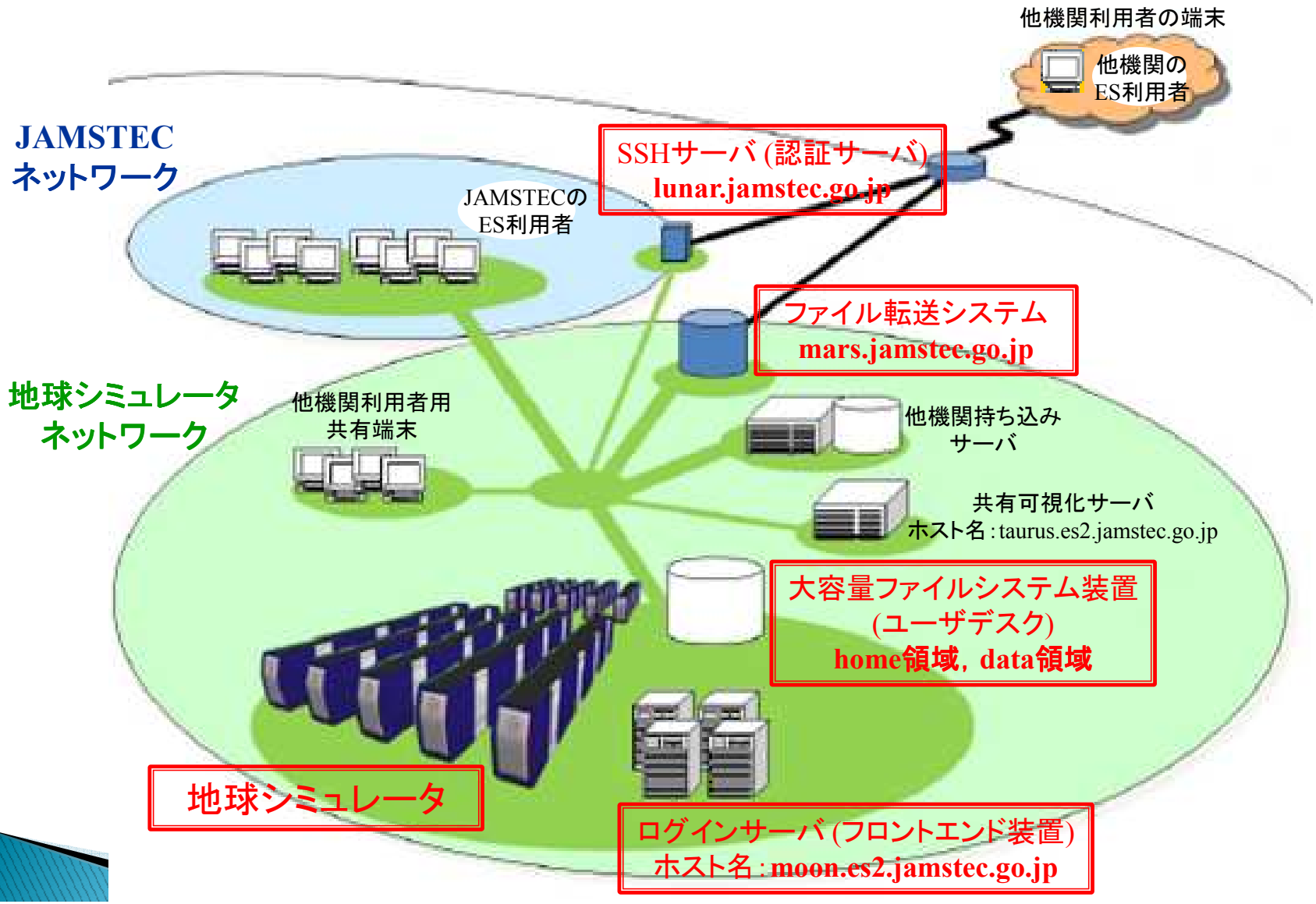


http://www.jamstec.go.jp/es/jp/es2/

今回のデモで
使用するノード

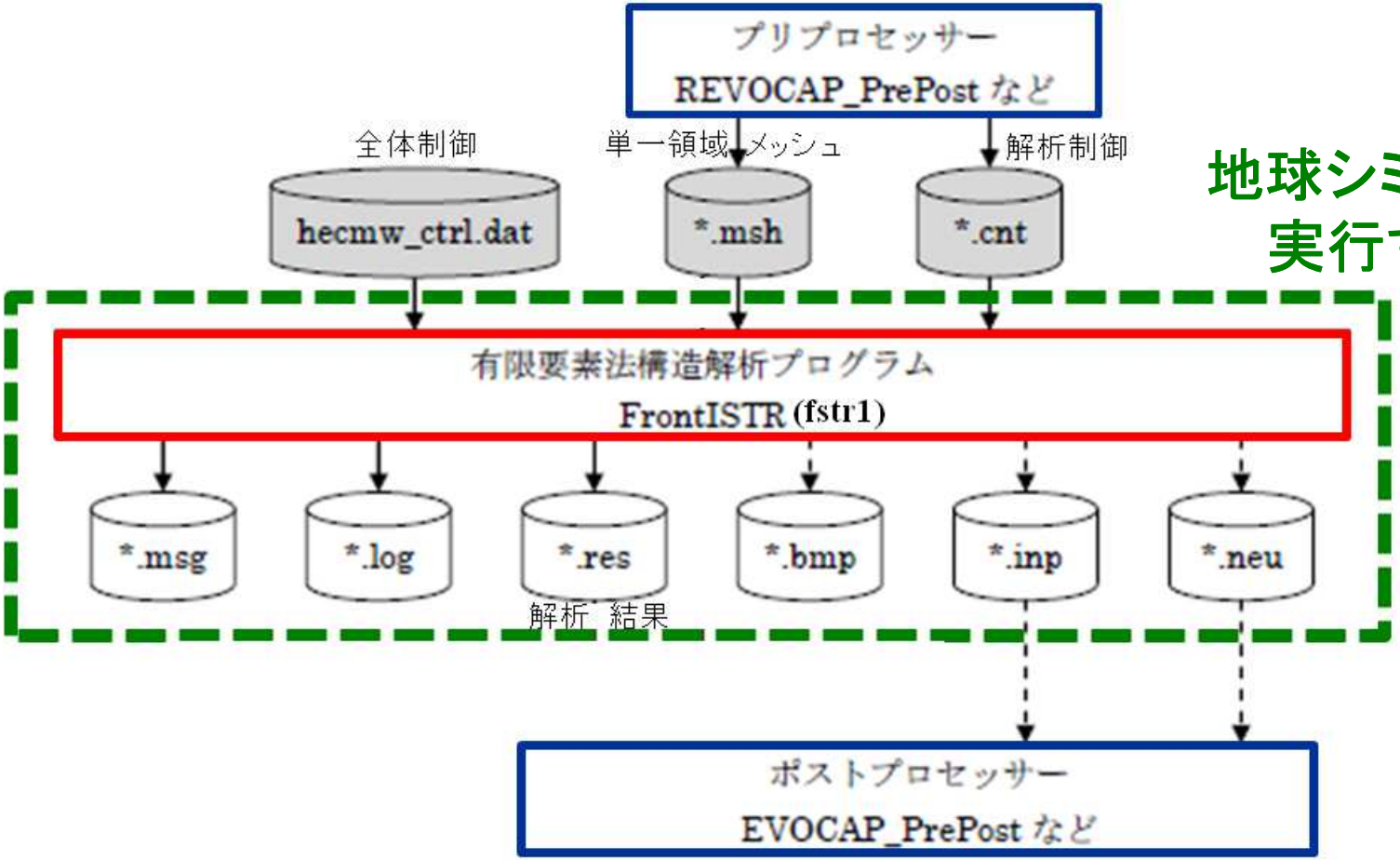
- L系バッチノード (156ノード)
  大規模計算用
- S系バッチノード (3ノード)
  小規模計算用
- インタラクティブノード (1ノード)
  デバッグ用

地球シミュレータと利用環境



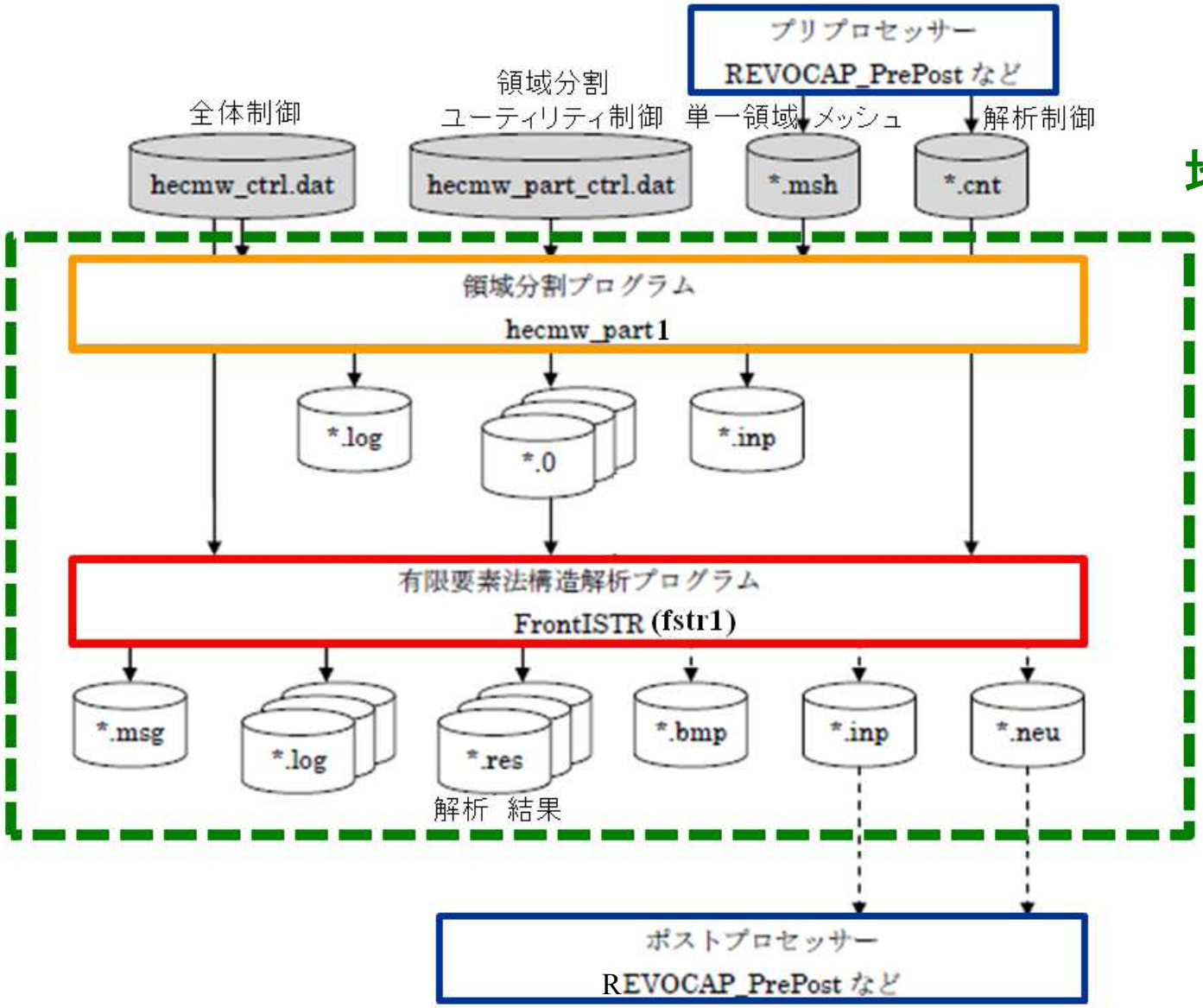
JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

FrontISTRの実行の流れ (逐次計算)



地球シミュレータで
実行する部分

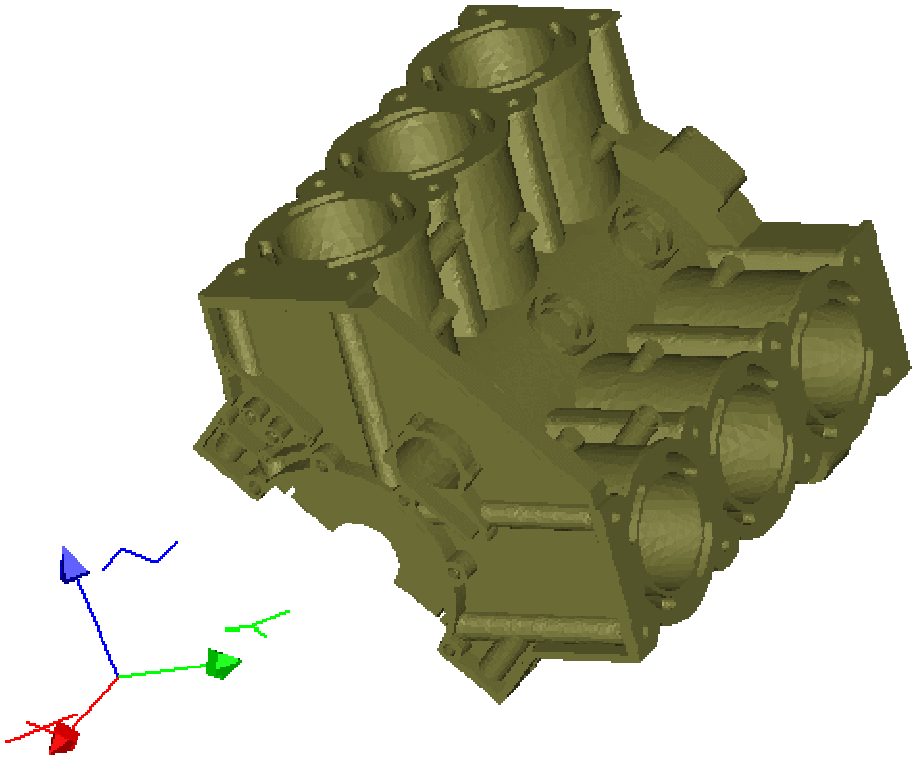
FrontISTRの実行の流れ (並列計算)



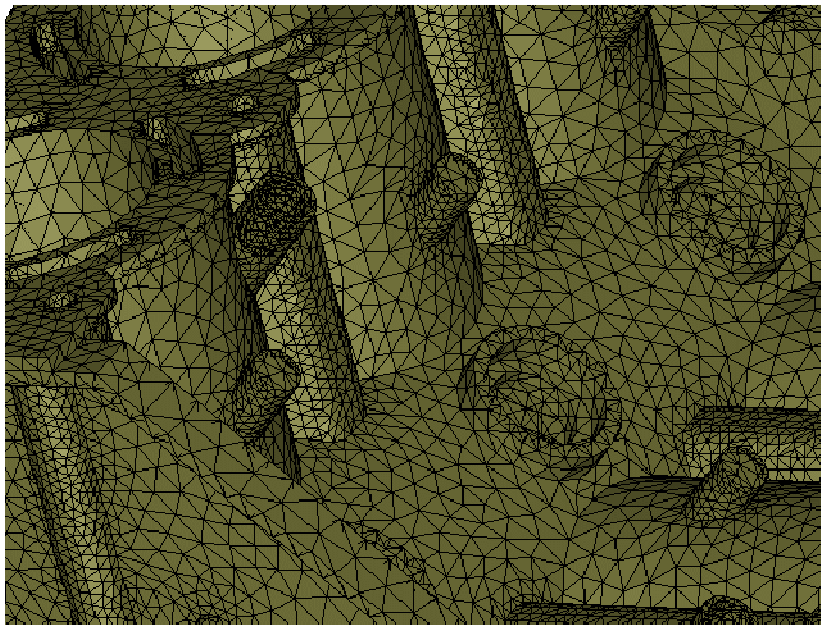
地球シミュレータで
実行する部分

例題説明

内圧が加わるV6エンジンモデル



解析モデル



メッシュ図

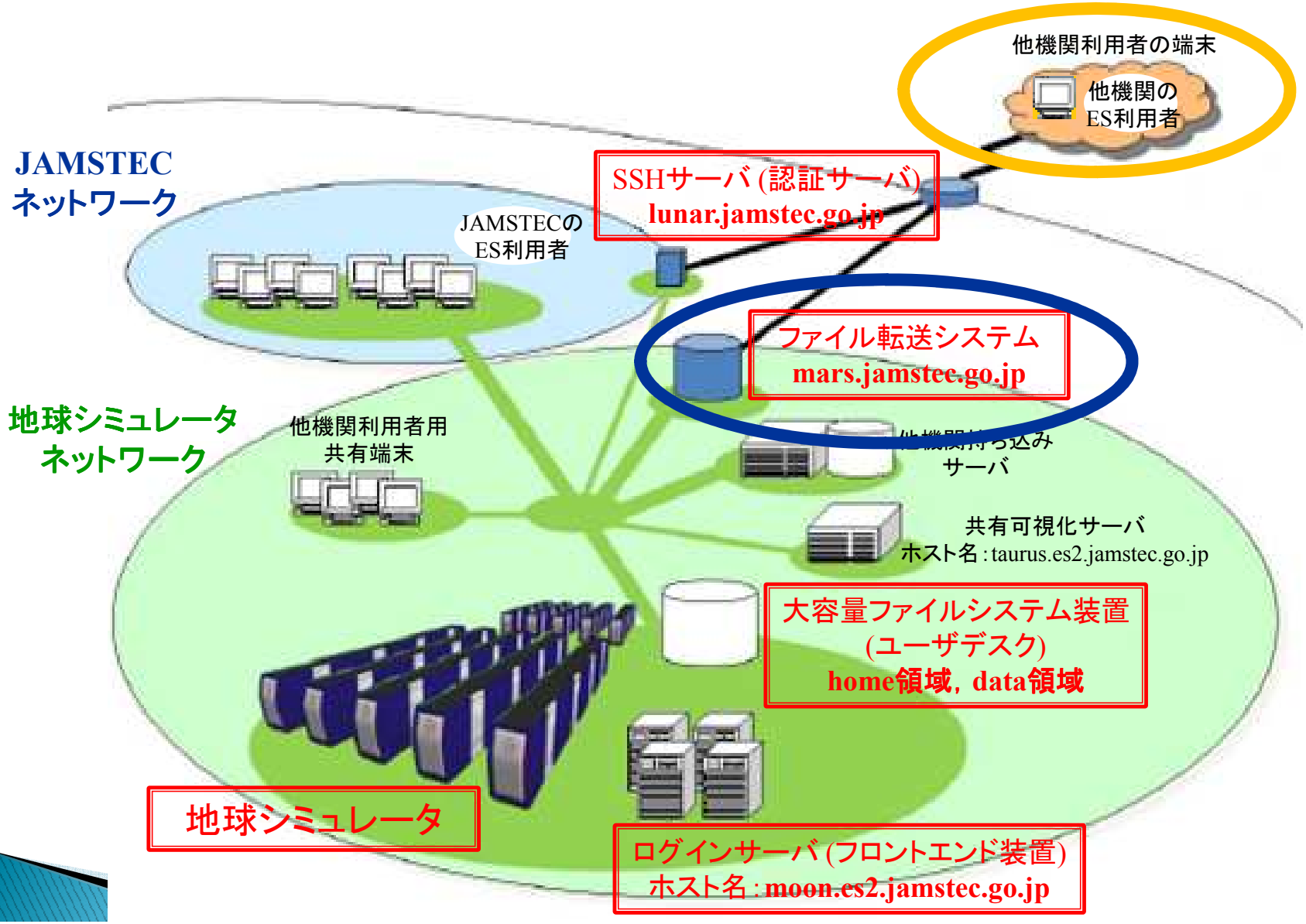
4面体1次要素使用
要素数 : 282,128
節点数 : 68,170
自由度数: 204,510

端末でのFrontISTR入力データの確認

例題を解析するため
端末に用意したデータ

- v6engine_demo
  - P01
    - go_S_fistr1.sh　:fistr1用バッチジョブスクリプト
    - hecmw_ctrl.dat　:全体制御ファイル
    - v6engine.cnt　:解析制御ファイル
    - v6engine.msh　:単一領域メッシュファイル
  - P02
    - go_S_fistr1.sh　:fistr1用バッチジョブスクリプト
    - go_S_hecmw_part1.sh　:hecmw_part1用バッチジョブスクリプト
    - hecmw_ctrl.dat　:全体制御ファイル
    - hecmw_part_ctrl.dat　:領域分割ユーティリティ制御ファイル
    - v6engine.cnt　:解析制御ファイル

① marsへのファイル転送



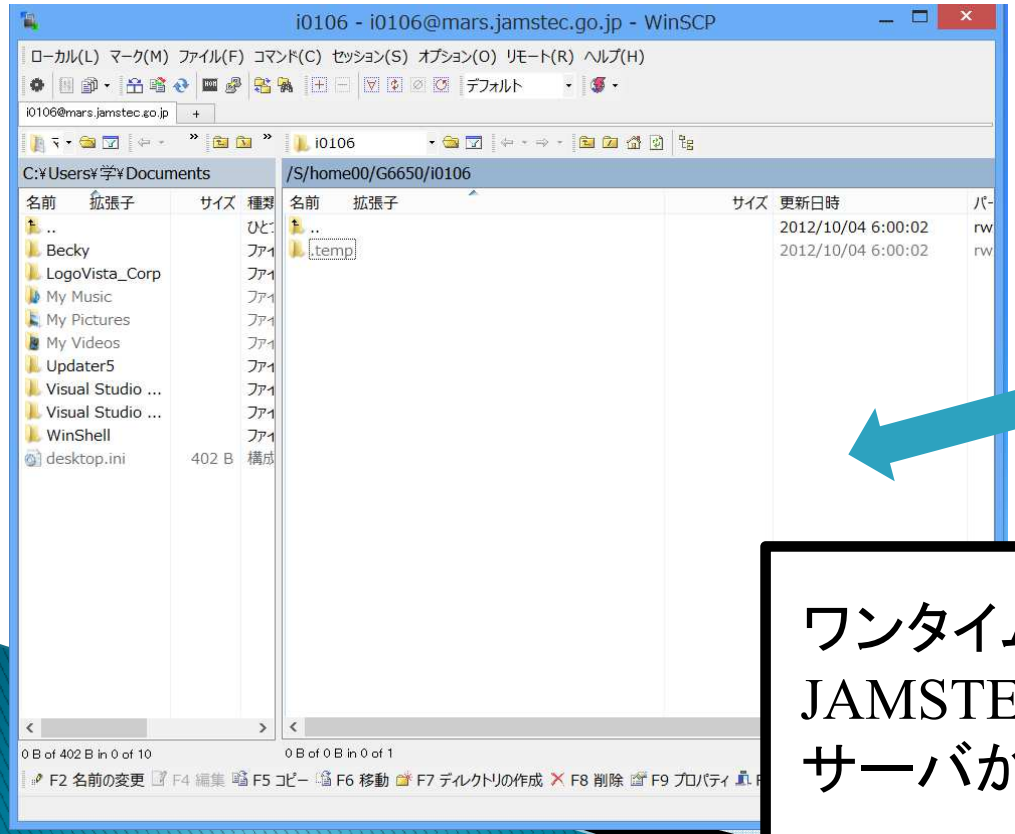
JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

① marsへのファイル転送

Windows用
SFTP/FTP
クライアント
「WinSCP」を使用

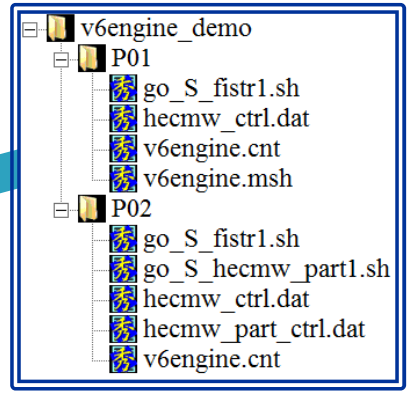
ESCに登録済のサーバへログイン

(ワンタイムパスワードを入力)



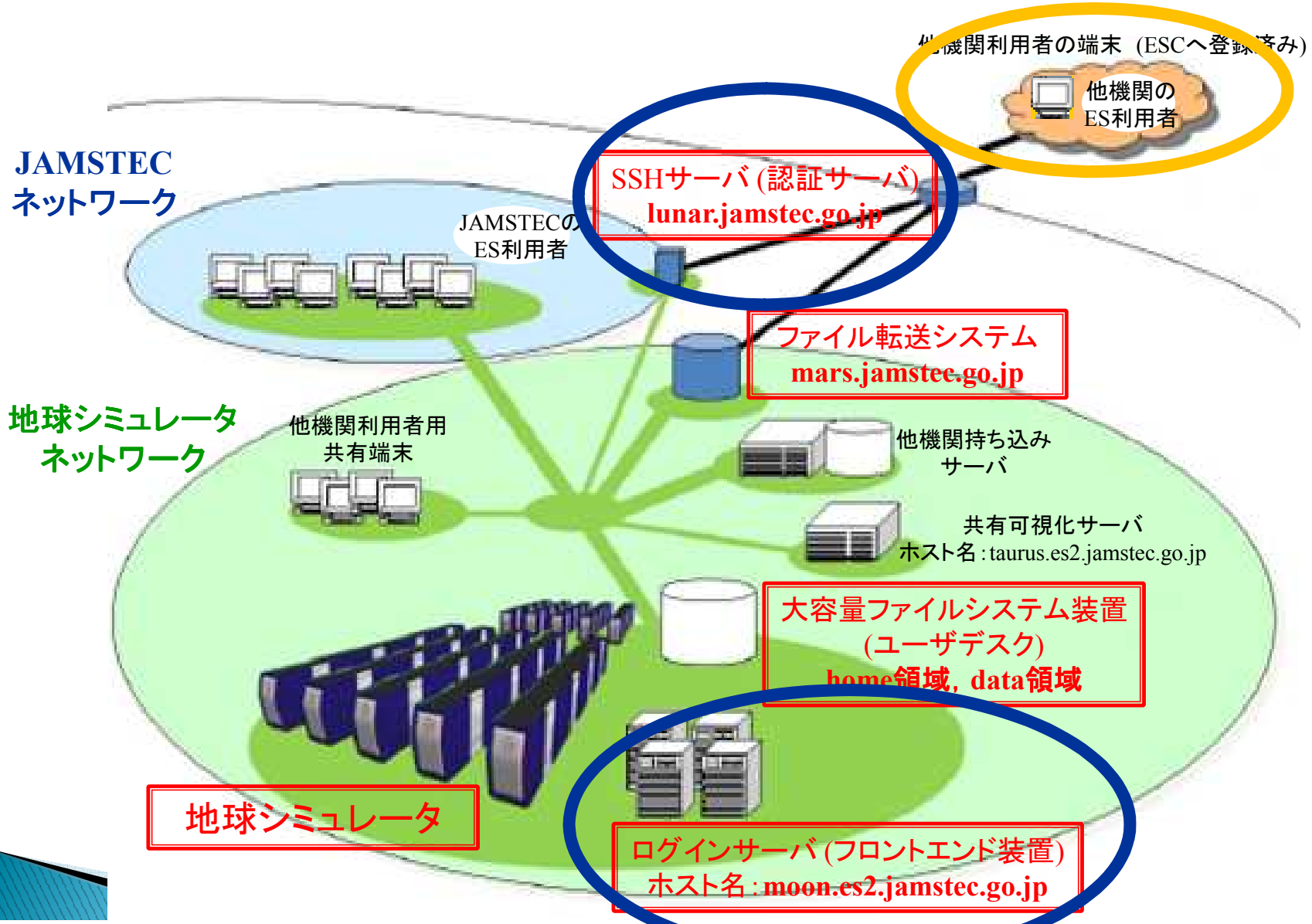
ファイル転送システム (mars) へログイン

ドラッグする



ワンタイムパスワードは
JAMSTECのウェブトークン
サーバから取得

② lunarとmoonへログイン



JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

② lunarとmoonへログイン

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY

```
login as: ghashimoto
Authenticating with public key "rsa-key-20110404"
Passphrase for key "rsa-key-20110404":
i0106@lunar.jamstec.go.jp's password:
```

(ワンタイムパスワードを入力)

ESCに登録済のサーバへログイン

nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY

```
login as: ghashimoto
Authenticating with public key "rsa-key-20110404"
Passphrase for key "rsa-key-20110404":
i0106@lunar.jamstec.go.jp's password:
Last login: Sun May 12 12:22:15 2013 from nihonbashi.race.u-tokyo.ac.j
p
[i0106@lunar0 ~]$ ssh -l i0106 moon.es2.jamstec.go.jp
Warning: Permanently added the RSA host key for IP address '172.18.151.
161' to the list of known hosts.
Password:
```

(ESCから通知されたESパスワードを入力)

SSHサーバ (lunar) へログイン

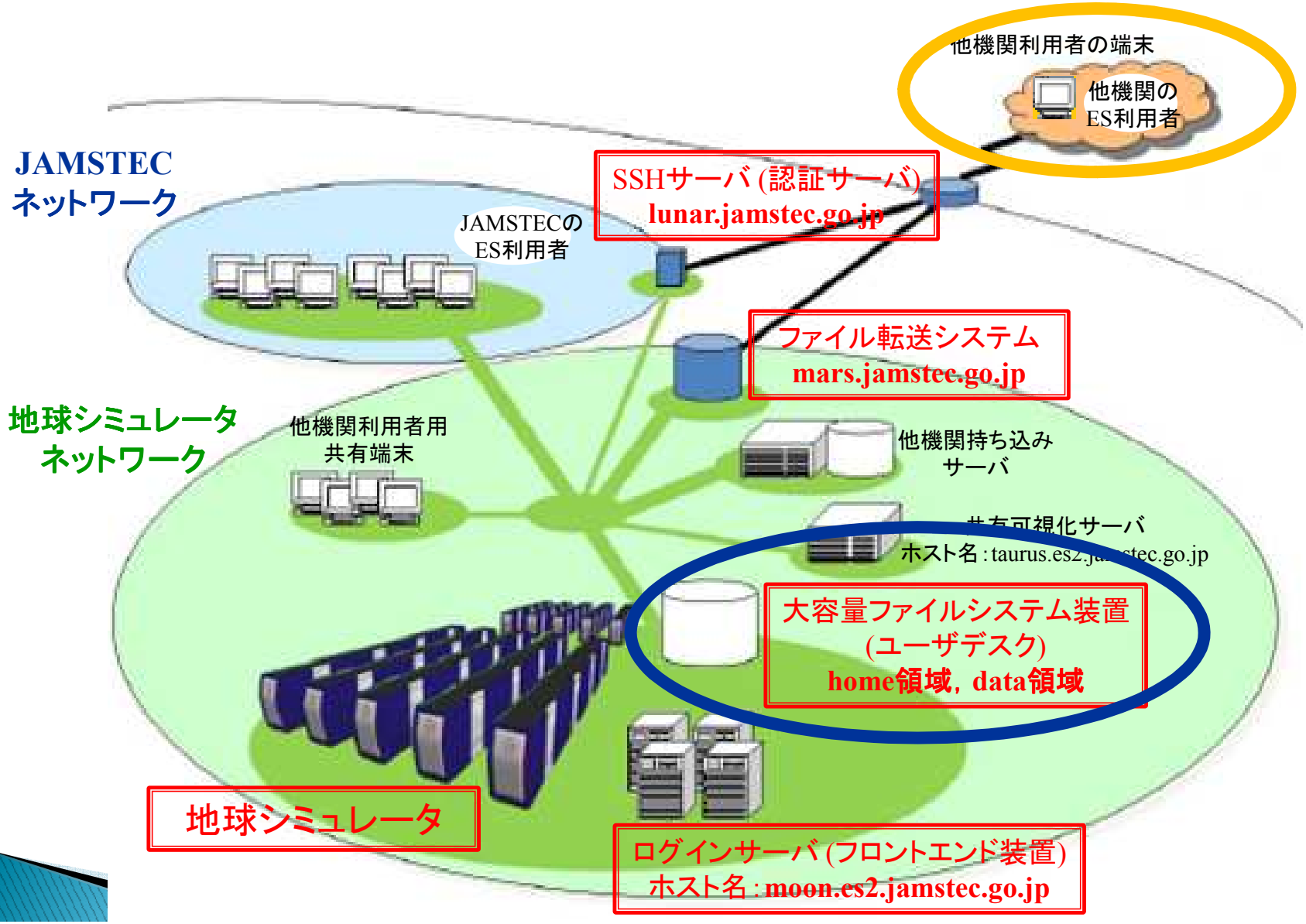
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY

```
     +--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
--+--+--+
 :                                        :
     +--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
--+--+--+
0630 |OPEN
        |
     +--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
--+--+--+

        Operations   OPEN   CLOSE   STOP
     ------------------------------------
           Run jobs     o      x      x
               moon     o      o      x

2013年  5月 13日 月曜日 01:30:50 JST
moon01 G6650/i0106> ls
tutorial
moon01 G6650/i0106>
```

ログインサーバ (moon) へログイン S/home00/G6650/i0106

ワンタイムパスワードは
JAMSTECのウェブトークン
サーバから取得

③ home領域の環境確認



JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

③ home領域の環境確認

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

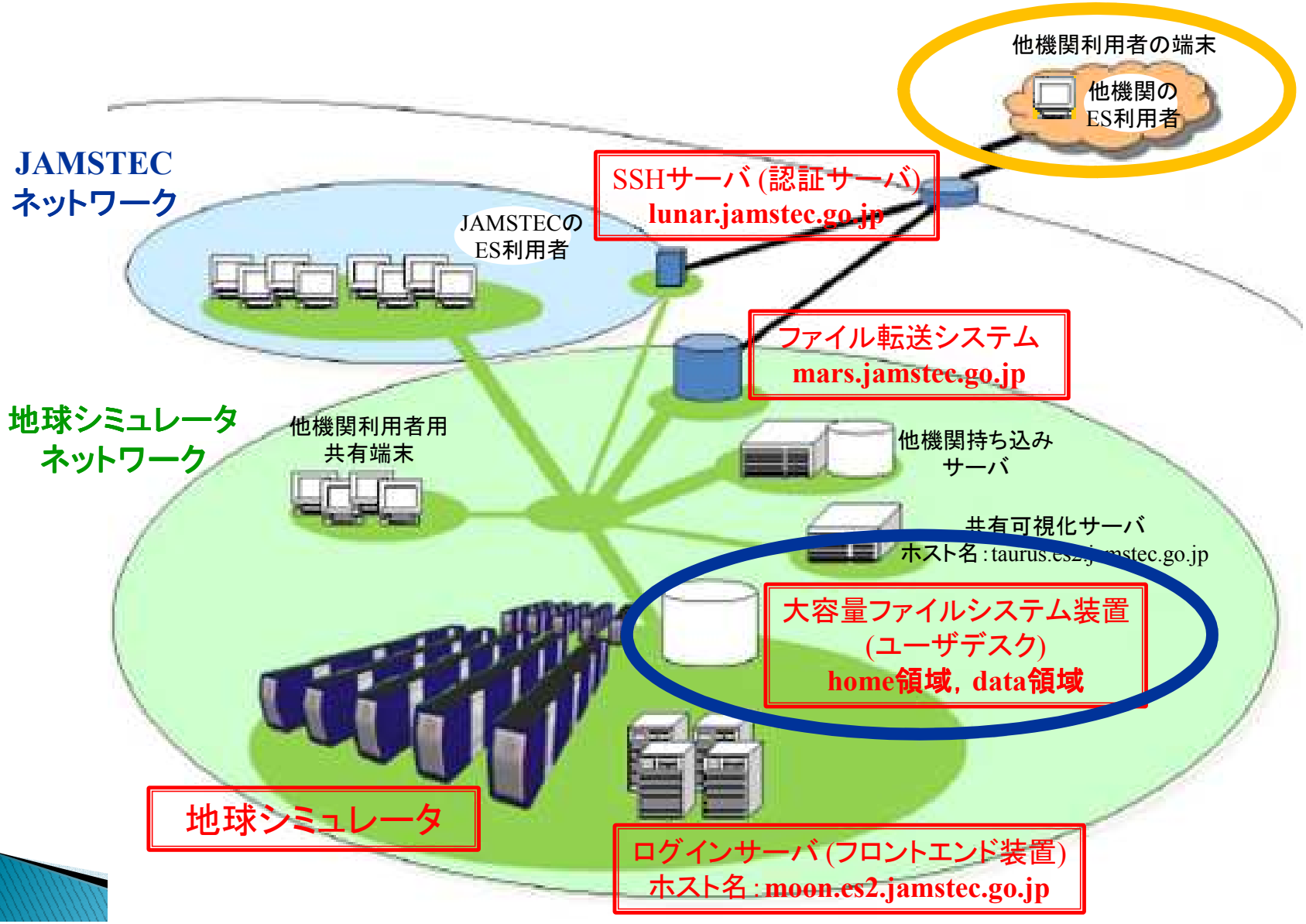
インストールした実行ファイルの場所
/S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b/mpi

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
fstr3.1.alpha.zip                    tools
fstr3.1.alpha_old.zip
moon01 i0106/tutorial> cd bin/
Directory: /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin
moon01 tutorial/bin> ls
3.1alpha       3.2          3.3_Rev104   3.3_mpc    3.4a
3.1alpha_jad   3.2_mumps    3.3_Rev109   3.3_mpc2   3.4b
3.1alpha_old   3.3          3.3_Rev125   3.4        3.4b_64
moon01 tutorial/bin> cd 3.4b/
Directory: /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b
moon01 bin/3.4b>ls
mpi
moon01 bin/3.4b> cd mpi/
Directory: /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b/mpi
moon01 3.4b/mpi> ls
fistr1  hec2rcap  hecmw_part1  hecmw_vis1  rconv  rmerge
moon01 3.4b/mpi>
```

領域分割プログラム (パーティショナ)

有限要素法構造解析プログラム (FrontISTR)

④ data領域での実行



JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

④ data領域での実行

FrontISTR入力データ v6engine_demo/を置く場所
/S/data06/G6650/i0106/examples

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY

```
moon01 G6650/i0106> cd /S/data06/G6650/i0106
Directory: /S/data06/G6650/i0106
moon01 G6650/i0106> ls
examples
moon01 G6650/i0106> cd examples/
Directory: /S/data06/G6650/i0106/examples
moon01 i0106/examples> ls
pump  v6engine
moon01 i0106/examples> pwd
/S/data06/G6650/i0106/examples
moon01 i0106/examples> cp /mars/S/home00/G6650/i0106/v6engine_demo.tar.
gz .
moon01 i0106/examples> ls
pump  v6engine  v6engine_demo.tar.gz
moon01 i0106/examples> tar xzvf v6engine_demo.tar.gz
v6engine_demo/
v6engine_demo/P02/
v6engine_demo/P02/go_S_hecmw_part1.sh
v6engine_demo/P02/go_S_fistr1.sh
v6engine_demo/P02/hecmw_part_ctrl.dat
v6engine_demo/P02/v6engine.cnt
v6engine_demo/P02/hecmw_ctrl.dat
v6engine_demo/P01/
v6engine_demo/P01/v6engine.msh
v6engine_demo/P01/go_S_fistr1.sh
v6engine_demo/P01/v6engine.cnt
v6engine_demo/P01/hecmw_ctrl.dat
moon01 i0106/examples> ls
pump  v6engine  v6engine_demo  v6engine_demo.tar.gz
moon01  i0106/examples> cd v6engine_demo/
Directory: /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo
moon01 examples/v6engine_demo> ls
P01  P02
```

FrontISTR入力データを
ファイル転送システム (mars)
からコピー

ここから地球シミュレータへ
ジョブを投入

④ data領域での実行

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

逐次計算

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
moon01 examples/v6engine_demo> cd P01
Directory: /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo/P01
moon01 v6engine_demo/P01> ls
go_S_fistr1.sh  hecmw_ctrl.dat  v6engine.cnt  v6engine.msh
moon01 v6engine_demo/P01> qsub go_S_fistr1.sh
Request 20454.bsv0 submitted to queue: S.
moon01 v6engine_demo/P01> reqstat
statistics sampled at 2013/05/13 21:35:41
      REQUEST ID      USER       GROUP      Q NODE  ELAPS STATE
   TIMES          REQUEST NAME
   1: 20454.bsv0      i0106      G6650      S    1   1800 wait
   05/13 21:35:37 go_S_fistr1.sh
```

バッチジョブを投入
ジョブの状態を確認

STATE
stage_in
↓
wait
↓
queued
↓
running

go_S_fistr1.sh (fistr1用バッチジョブスクリプト) の内容

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
#!/bin/sh
#
#PBS -q S                      (S系ノードを使用)
#PBS -l cpunum_job=1           (CPU数)
#PBS -l cputim_job=00:30:00    (実行するCPU時間)
#PBS -l memsz_job=120gb        (必要なメモリ容量)
##PBS -v OMP_NUM_THREADS=1
#
cd /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo/P01
cp /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b/mpi/fistr1 fistr1
mpirun -nnp 1 ./fistr1 > fistr1.log
rm fistr1
```

④ data領域での実行

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

領域分割

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
moon01 examples/v6engine_demo> cd P02
Directory: /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo/P02
moon01 v6engine_demo/P02> ls
go_S_fistr1.sh        hecmw_ctrl.dat        v6engine.cnt
go_S_hecmw_part1.sh   hecmw_part_ctrl.dat
moon01 v6engine_demo/P02> qsub go_S_hecmw_part1.sh
Request 20457.bsv0 submitted to queue: S.
moon01 v6engine_demo/P02> reqstat
statistics sampled at 2013/05/13 22:01:35
      REQUEST ID      USER       GROUP      Q NODE  ELAPS STATE
   TIMES          REQUEST NAME
   1: 20457.bsv0      i0106      G6650      S    1   1800 stage_in
   05/13 22:01:32 go_S_hecmw_part1.sh
```

バッチジョブを投入

ジョブの状態を確認

STATE

stage_in

↓

wait

↓

queued

↓

running

go_S_hecmw_part1.sh (hecmw_part1用バッチジョブスクリプト) の内容

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
#!/bin/sh
#
#PBS -q S                      (S系ノードを使用)
#PBS -l cpunum_job=1           (CPU数)
#PBS -l cputim_job=00:30:00    (実行するCPU時間)
#PBS -l memsz_job=10gb         (必要なメモリ容量)
#
cd /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo/P02
cp /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b/mpi/hecmw_part1 hecmw_part1
cp ../P01/v6engine.msh v6engine.msh
mpirun -np 1 ./hecmw_part1
rm hecmw_part1
rm v6engine.msh
```

④ data領域での実行

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

並列計算

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
moon01 v6engine_demo/P02> ls
go_S_fistr1.sh                  hecmw_ctrl.dat        v6engine_P02.0
go_S_hecmw_part1.sh             hecmw_part.log        v6engine_P02.1
go_S_hecmw_part1.sh.e.20457.0   hecmw_part_ctrl.dat   v6engine_P02.inp
go_S_hecmw_part1.sh.o.20457.0   v6engine.cnt
moon01 v6engine_demo/P02> qsub go_S_fistr1.sh
Request 20458.bsv0 submitted to queue: S.
moon01 v6engine_demo/P02> reqstat
statistics sampled at 2013/05/13 22:20:38
      REQUEST ID      USER       GROUP      Q NODE  ELAPS STATE
   TIMES          REQUEST NAME
   1: 20458.bsv0      i0106      G6650      S    2   1800 queued
   05/13 22:20:35 go_S_fistr1.sh
```

バッチジョブを投入

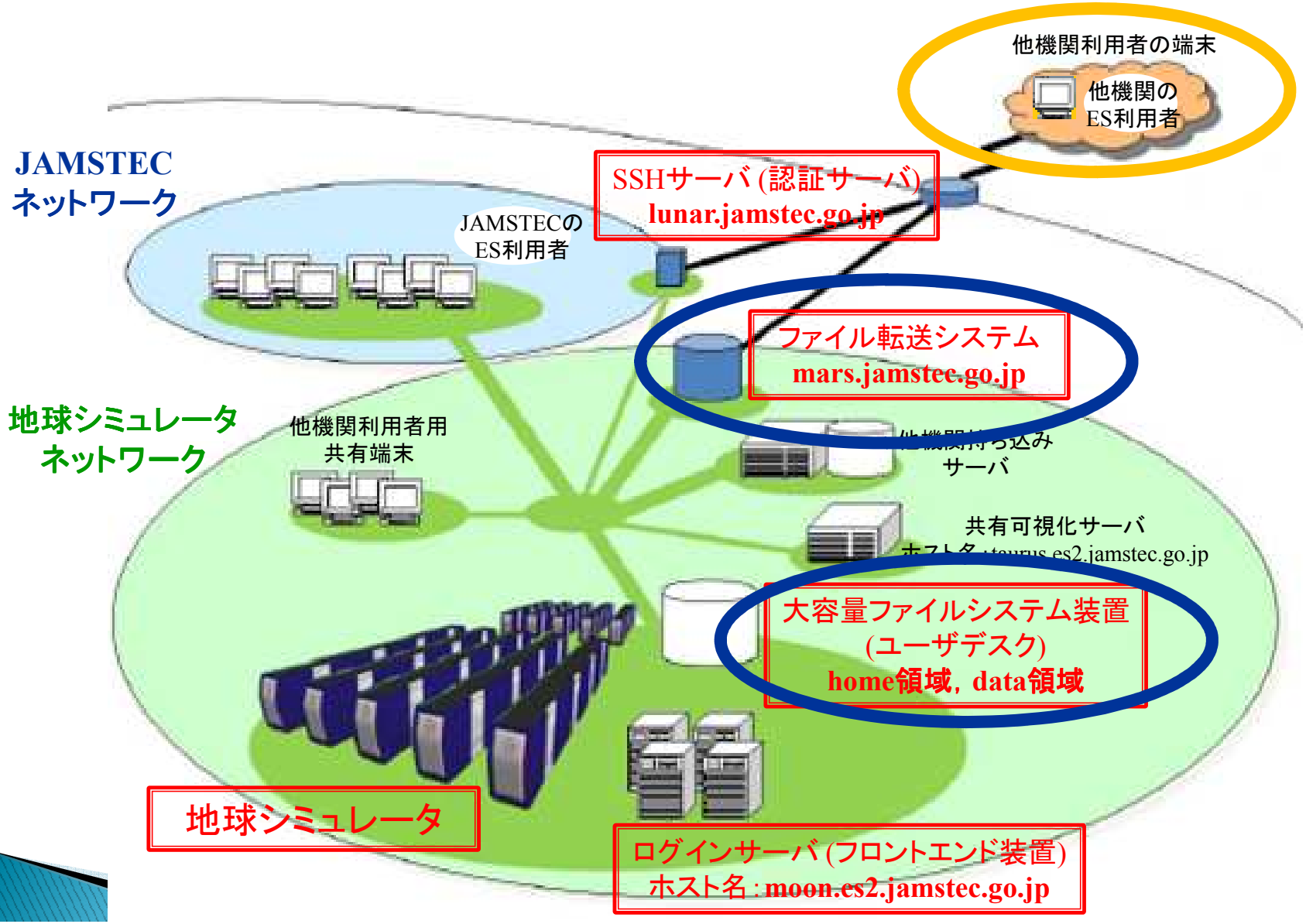
ジョブの状態を確認

STATE
stage_in
↓
wait
↓
queued
↓
running

go_S_fistr1.sh (fistr1用バッチジョブスクリプト) の内容

```
nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY
#!/bin/sh
#
#PBS -q S                        (S系ノードを使用)
#PBS -l cpunum_job=2             (CPU数)
#PBS -l cputim_job=00:30:00      (実行するCPU時間)
#PBS -l memsz_job=120gb          (必要なメモリ容量)
##PBS -v OMP_NUM_THREADS=1
#
cd /S/data06/G6650/i0106/examples/v6engine_demo/P02
cp /S/home00/G6650/i0106/tutorial/bin/3.4b/mpi/fistr1 fistr1
mpirun -nnp 2 ./fistr1 > fistr1.log
rm fistr1
```

⑤ marsからのファイル転送



JAMSTECの「平成23年度地球シミュレータ利用説明会・講習会」の図より

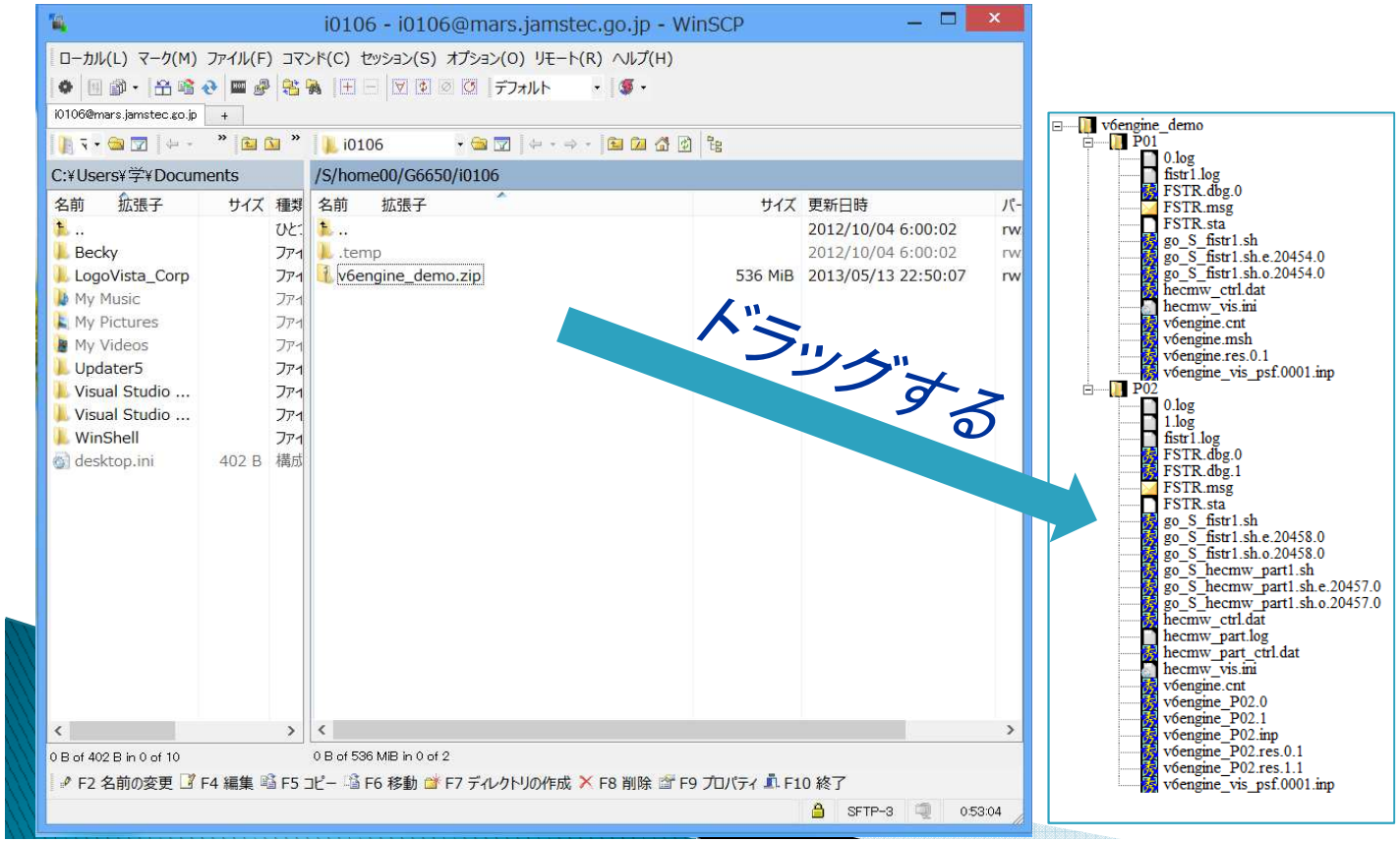
⑤ marsからのファイル転送

Windows用
Telnet/SSH
クライアント
「Putty」を使用

nihonbashi.race.u-tokyo.ac.jp - PuTTY

```
moon01 i0106/examples> zip -r v6engine_demo.zip v6engine_demo
moon01 i0106/examples> cp v6engine_demo.zip /mars/S/home00/G6650/i0106/

moon01 i0106/examples> ls /mars/S/home00/G6650/i0106/
v6engine_demo.zip
```

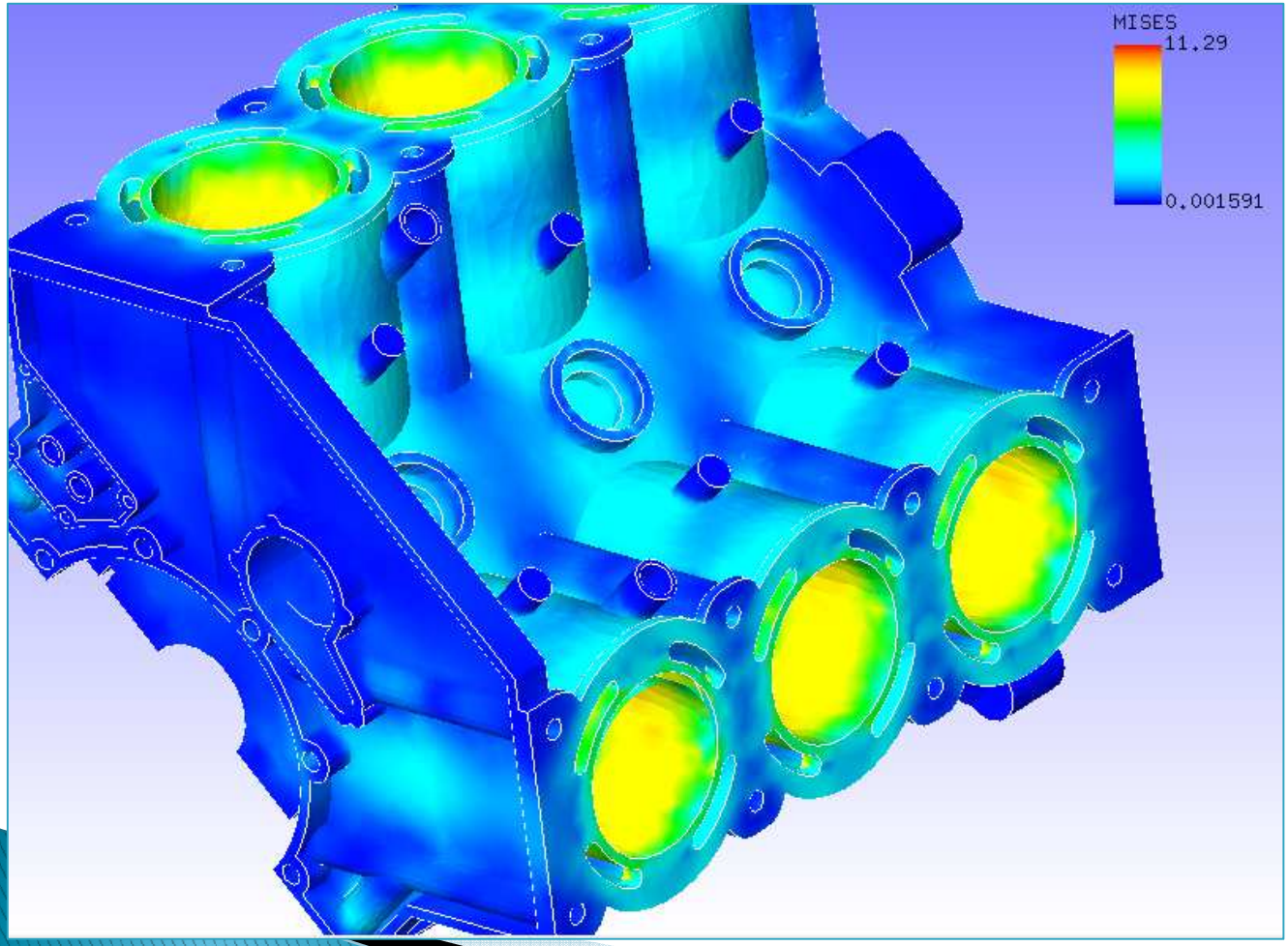
ファイル転送システム(mars) へ計算結果をコピー



Windows用
SFTP/FTP
クライアント
「WinSCP」を使用

端末での計算結果の確認

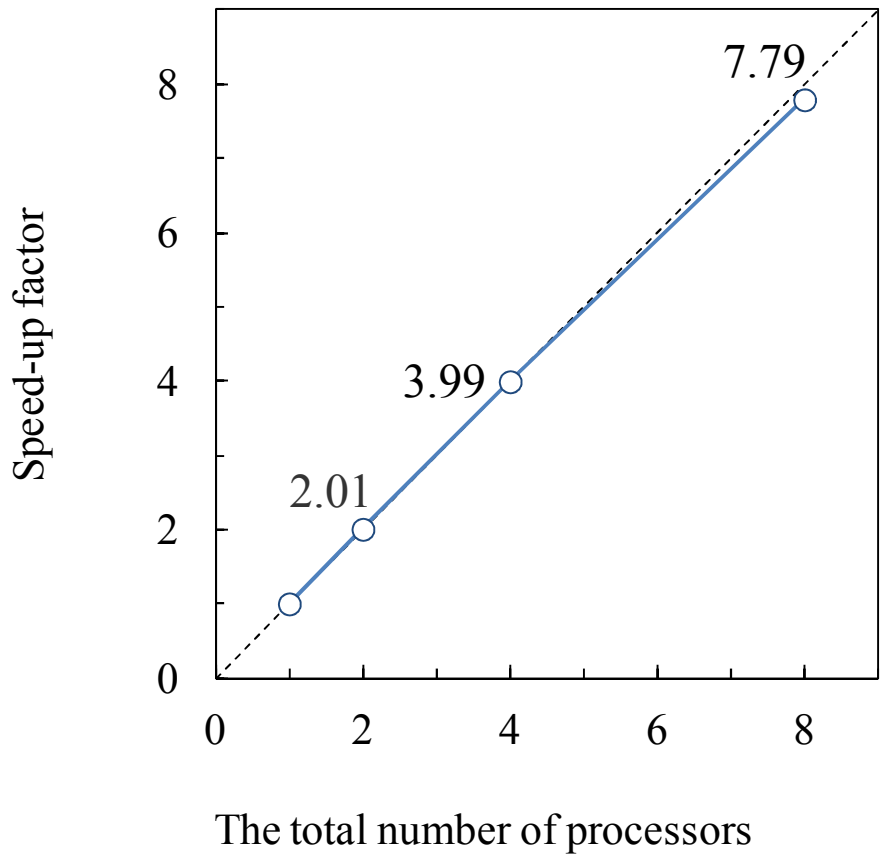
マルチ力学シミュレータ「REVOCAP_PrePost」を使用

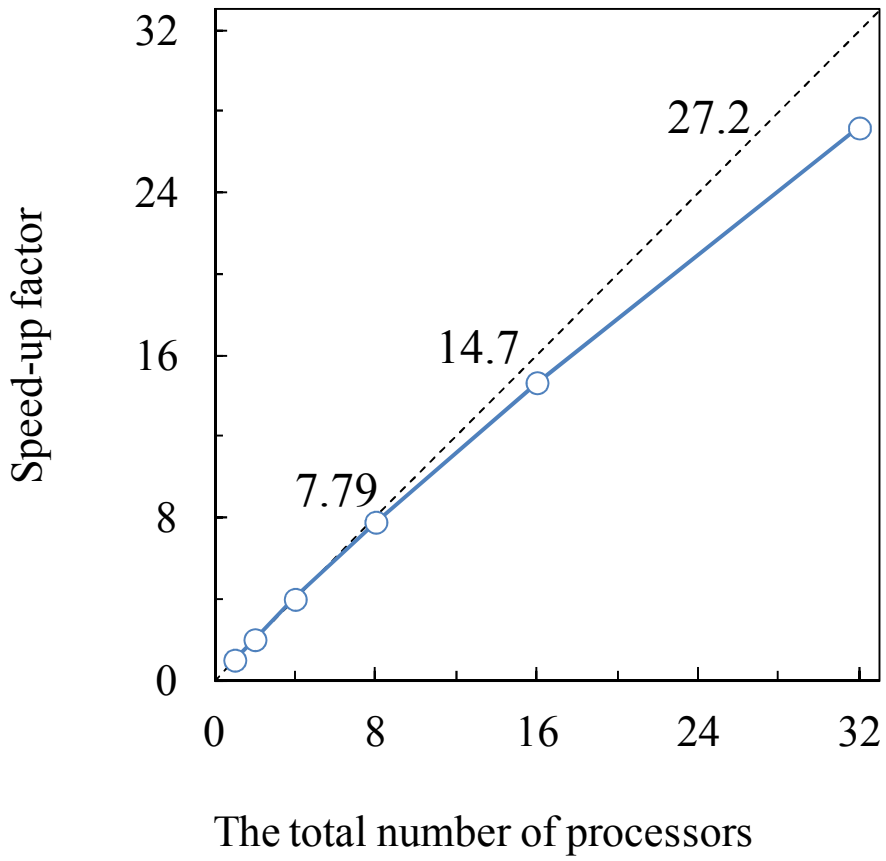


Appendix：v6engineモデルに対する性能

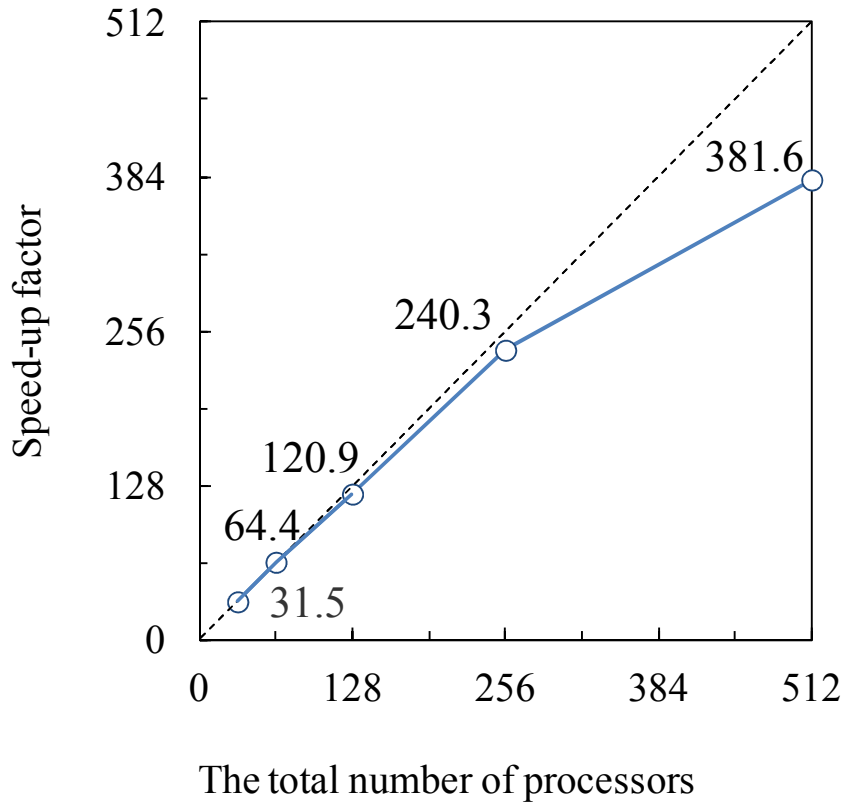
4面体1次要素使用
要素数 : 282,128
節点数 : 68,170
自由度数: 204,510

P32 (P1に対する)
: 並列化率: 99.3791 %
(並列化効率: 83.86%)





Appendix: pumpモデルに対する性能

4面体2次要素使用
節点数: 36,728,129
要素数: 26,289,770
自由度数: 110,184,387

P512 (P256に対する)
: 並列化率: 99.8641%
(並列化効率: 59.02%)