



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO



東京大学情報基盤センター  
INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, THE UNIVERSITY OF TOKYO

# オンライン講習会の手引き 「MPI基礎：並列プログラミング入門」

東京大学情報基盤センター

2020年4月

質問は三木まで：[ymiki\(at\)cc.u-tokyo.ac.jp](mailto:ymiki(at)cc.u-tokyo.ac.jp)

# はじめに

- 東京大学情報基盤センター(以下, 本センター)では2020年4月30日に第132回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「MPI基礎: 並列プログラミング入門」を開催します。
  - 本講習会では, Oakforest-PACSシステムを利用した実習を実施します。
  - 本講習会は, Zoomを用いたオンライン講習会として実施予定です。
- 本資料は, オンライン講習会受講のための事前準備について記載します。
  - 本講習会においては, Oakforest-PACSシステムへログインできるようになっていることを前提とします。

# 「MPI基礎：並列プログラミング入門」概略

- <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/132/>
- 開催日：  
2020年 4月30日（木） 10:00 - 17:00
- 形態：Zoomによるオンライン講習会
- 講習会プログラム：講師：三木
  - 10:00 - 11:20 テストプログラムの実行など（演習）
  - 11:30 - 12:30 並列プログラミングの基本（座学）  
(12:30 - 14:00 昼休み)
  - 14:00 - 15:00 MPIプログラム実習Ⅰ（演習）
  - 15:10 - 16:00 MPIプログラム実習Ⅱ（演習）
  - 16:10 - 17:00 MPIプログラム実習Ⅲ（演習）

# お願い等

- ハンズオンのためのPC, Zoom及びスパコンへ接続するためのネットワーク環境は各受講者でご準備ください。
- PCは Windows/Microsoft Update, Apple Security Updateなどで最新のセキュリティアップデートを行ってください。
- 必ずウイルス対策ソフトウェアをインストールし, ウィルス検索を実行して問題がないことを事前に確認してから受講してください。
  - セキュリティ対策未実施の場合はオンライン講習会受講を認めません。
- OSは、Windows、Macどちらでも構いませんが、SSHを用いてセンターのスーパーコンピューターへ接続ができることが必要です(後述)。
- 演習の実施に当たり, 受講生にセンターのスーパーコンピューターを1月間利用できる無料アカウント(お試しアカウント)を発行します。

- PC上のソフトウェア類の準備
- 東大情報基盤センターのスパコン
- スパコンへのログイン
- ログインしたら・・・

# Cygwin: Windows上のUNIXライクな環境

<https://www.cygwin.com/>

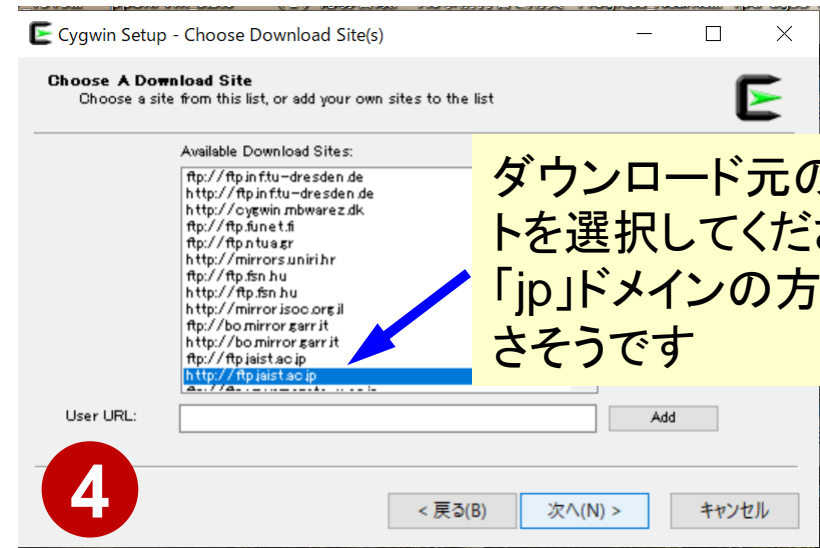
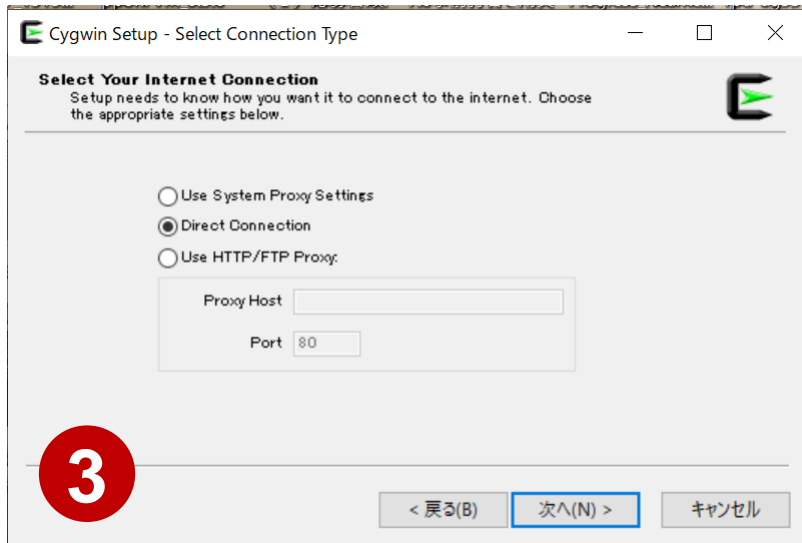
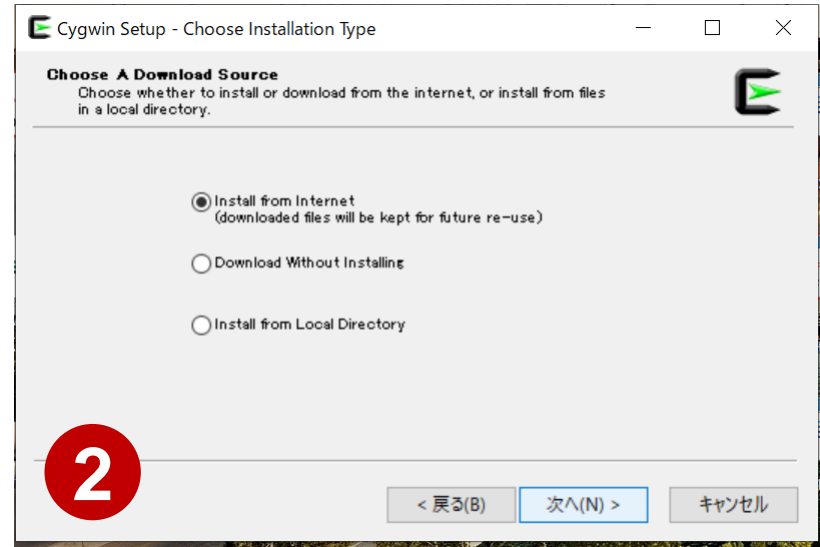
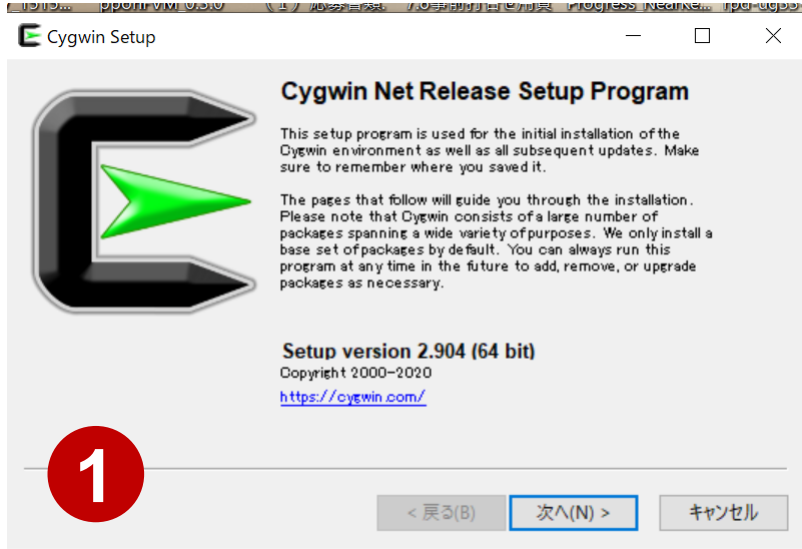
- 利用者ガイド
  - <https://cygwin.com/cygwin-ug-net.html>
- まずやるべきこと
  - インストーラ (setup-x86\_64/32.exe) を予め入手
  - インターネットに接続し、インストーラをダブルクリック
  - 以下指示に従ってインストールを進めてください



以下しばらくはCygwinの話

# 指示に従ってください

<https://www.cygwin.com/>



ダウンロード元のサイトを選択してください。「jp」ドメインの方がよさそうです

# まずはデフォルト機能のインストールから

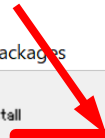
<https://www.cygwin.com/>

- 基本的な機能はデフォルトのインストールでOKですが、本講習会で必要なものが抜けている可能性があります。
  - 従ってマニュアルでインストールする必要があります
  - インストーラをダブルクリックすれば後で追加も可能です
- **本講習会では下記が必須です（デフォルトのインストールでは抜けている可能性あり）**
  - **gcc-core (for C/C++ users)**
  - **gcc-fortran (for Fortran users)**
  - **openssh (for all users)**
  - **openssl (for all users)**
  - **make (for all users)**
  - **emacs, vim etc.**
- **インストールされているかどうかは確認が可能です**



# “gcc-core”の有無に関するチェック

Type “gcc-core”



Cygwin Setup - Select Packages

Select packages to install

View Full Search gcc-core Clear

Keep  Best  Sync  Test

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,464k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C, OpenMP)
djgpp-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	7,926k	GCC for DJGPP toolchain (C)
gcc-core	9.3.0-1	Keep	<input type="checkbox"/>	Devel	20,500k	GNU Compiler Collection (C, OpenMP)
mingw64-i686-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,851k	GCC for Win32 (i686-w64-mingw32) toolchain (C, OpenMP)
mingw64-x86_64-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	17,464k	GCC for Win64 toolchain (C, OpenMP)

Hide obsolete packages

<戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

20:19 2020/04/14

# “gcc-core”の有無に関するチェック

Type “gcc-core”

Cygwin Setup - Select Packages

Select packages to install

View Full Search gcc-core Clear

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,464k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C, OpenMP)
gcc-core	9.3.0-1	Keep	<input type="checkbox"/>	Devel	7,926k	GCC for DJGPP toolchain (C)
gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	20,500k	GNU Compiler Collection (C, OpenMP)
mingw32-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,851k	GCC for Win32 (686-w64-mingw32) toolchain (C, OpenMP)
mingw64-x86_64-gcc-core		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	17,464k	GCC for Win64 toolchain (C, OpenMP)

“Keep”と出てきたら  
“gcc-core”はインストール済み

< 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

Hide obsolete packages

20:19 2020/04/14

# “g++”のインストール例 (1/4)

Type “g++”

Cygwin Setup - Select Packages

Select Packages  
Select packages to install

View Full Search  Clear

Keep  Best  Sync  Test

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	10,456k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C++)
dragon-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	8,279k	GCC for DJGPP toolchain (C++)
gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,257k	GNU Compiler Collection (C++)
mingw64-i686-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,358k	GCC for Win32 (i686-w64-mingw32) toolchain (C++)
mingw64-x86_64-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,781k	GCC for Win64 toolchain (C++)

“Skip” が現れたら「未インストール」を意味する

以下「g++」を例にマニュアルインストールの実施方法を紹介する

Hide obsolete packages

< 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

# “g++”のインストール例 (2/4)

Cygwin Setup - Select Packages

Select Packages  
Select packages to install

View Full Search g++ Clear  Keep  Best  Sync  Test

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	10,456k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C++)
dragon-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	8,279k	GCC for DJGPP toolchain (C++)
gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	16,257k	GNU Compiler Collection (C++)
mingw64-i686-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,358k	GCC for Win32 (i686-w64-mingw32) toolchain (C++)
mingw64-x86_64-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,781k	GCC for Win64 toolchain (C++)

プルダウンメニュー

Hide obsolete packages

< 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

20:18  
2020/04/14

# “g++”のインストール例 (3/4)

Cygwin Setup - Select Packages

Select Packages  
Select packages to install

View Full Search g++ Clear  Keep  Best  Sync  Test

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	10,456k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C++)
diipp-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	8,279k	GCC for DJGPP toolchain (C++)
gcc-g++		Skip	<input checked="" type="checkbox"/>	Devel	16,257k	GNU Compiler Collection (C++)
mingw64-i686-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,358k	GCC for Win32 (i686-w64-mingw32) toolchain (C++)
mingw64-x86_64-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,781k	GCC for Win64 toolchain (C++)

Uninstall  
 Skip  
 7.4.0-1  
 8.3.0-1 (Test)  
 9.2.0-1 (Test)  
 9.2.0-2  
 9.2.0-3  
 9.3.0-1

適切なバージョンを選択  
(通常は最新版)

Hide obsolete packages

< 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

20:18  
2020/04/14

# “g++”のインストール例 (4/4)

Cygwin Setup - Select Packages

Select Packages  
Select packages to install

View Full Search g++ Clear  Keep  Best  Sync  Test

Package	Current	New	Src?	Categories	Size	Description
cygwin32-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	10,456k	GCC for Cygwin 32bit toolchain (C++)
djgpp-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	8,279k	GCC for DJGPP toolchain (C++)
gcc-g++		9.3.0-1	<input type="checkbox"/>	Devel	16,257k	GNU Compiler Collection (C++)
mingw64-i686-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,358k	GCC for Win32 (i686-w64-mingw32) toolchain (C++)
mingw64-x86_64-gcc-g++		Skip	<input type="checkbox"/>	Devel	14,781k	GCC for Win64 toolchain (C++)

「Skip」のかわりにバージョン番号が出てきたら“g++”のインストール準備完了  
(インストールは完了していない)

ここをクリック

Hide obsolete packages

< 戻る(B) 次へ(N) > キャンセル

21:58  
2020/04/14

# “gcc” : インストールの確認

```
$ gcc -v
```

```
組み込み spec を使用しています。
```

```
COLLECT_GCC=gcc
```

```
COLLECT_LTO_WRAPPER=/usr/lib/gcc/x86_64-pc-cygwin/9.3.0/lto-wrapper.exe
```

```
ターゲット: x86_64-pc-cygwin
```

```
configure 設定: /cygdrive/i/szsz/tmp/gcc/gcc-9.3.0-1.x86_64/src/gcc-9.3.0/configure --
```

```
srcdir=/cygdrive/i/szsz/tmp/gcc/gcc-9.3.0-1.x86_64/src/gcc-9.3.0 --prefix=/usr --exec-prefix=/usr --
```

```
localstatedir=/var --sysconfdir=/etc --docdir=/usr/share/doc/gcc --htmldir=/usr/share/doc/gcc/html -C
```

```
--build=x86_64-pc-cygwin --host=x86_64-pc-cygwin --target=x86_64-pc-cygwin --without-libiconv-prefix -
```

```
--without-libintl-prefix --libexecdir=/usr/lib --enable-shared --enable-shared-libgcc --enable-static -
```

```
--enable-version-specific-runtime-libs --enable-bootstrap --enable-__cxa_atexit --with-dwarf2 --with-
```

```
tune=generic --enable-languages=c,c++,fortran,lto,objc,obj-c++ --enable-graphite --enable-
```

```
threads=posix --enable-libatomic --enable-libgomp --enable-libquadmath --enable-libquadmath-support --
```

```
disable-libssp --enable-libada --disable-symvers --with-gnu-ld --with-gnu-as --with-cloog-
```

```
include=/usr/include/cloog-isl --without-libiconv-prefix --without-libintl-prefix --with-system-zlib -
```

```
--enable-linker-build-id --with-default-libstdcxx-abi=gcc4-compatible --enable-libstdcxx-file-system-ts
```

```
スレッドモデル: posix
```

```
gcc バージョン 9.3.0 (GCC)
```

# “gfortran” : インストールの確認

```
$ gfortran -v
```

```
組み込み spec を使用しています。
```

```
COLLECT_GCC=gfortran
```

```
ターゲット: x86_64-pc-cygwin
```

```
configure 設定: /cygdrive/i/szsz/tmp/gcc/gcc-9.3.0-1.x86_64/src/gcc-9.3.0/configure --srcdir=/cygdrive/i/szsz/tmp/gcc/gcc-9.3.0-1.x86_64/src/gcc-9.3.0 --prefix=/usr --exec-prefix=/usr --localstatedir=/var --sysconfdir=/etc --docdir=/usr/share/doc/gcc --htmldir=/usr/share/doc/gcc/html -C --build=x86_64-pc-cygwin --host=x86_64-pc-cygwin --target=x86_64-pc-cygwin --without-libiconv-prefix --without-libintl-prefix --libexecdir=/usr/lib --enable-shared --enable-shared-libgcc --enable-static --enable-version-specific-runtime-libs --enable-bootstrap --enable-_cxa_atexit --with-dwarf2 --with-tune=generic --enable-languages=c,c++,fortran,lto,objc,obj-c++ --enable-graphite --enable-threads=posix --enable-libatomic --enable-libgomp --enable-libquadmath --enable-libquadmath-support --disable-libssp --enable-libada --disable-symvers --with-gnu-ld --with-gnu-as --with-cloog-include=/usr/include/cloog-isl --without-libiconv-prefix --without-libintl-prefix --with-system-zlib --enable-linker-build-id --with-default-libstdcxx-abi=gcc4-compatible --enable-libstdcxx-filesystem-ts
```

```
スレッドモデル: posix
```

```
gcc バージョン 9.3.0 (GCC)
```



# “ssh-keygen (OpenSSH)” : インストール の確認

```
$ ssh-keygen --h
```

```
ssh-keygen: unknown option -- -
usage: ssh-keygen [-q] [-b bits] [-C comment] [-f output_keyfile] [-m format]
                 [-t dsa | ecdsa | ecdsa-sk | ed25519 | ed25519-sk | rsa]
                 [-N new_passphrase] [-O option] [-w provider]
ssh-keygen -p [-f keyfile] [-m format] [-N new_passphrase]
            [-P old_passphrase]
ssh-keygen -i [-f input_keyfile] [-m key_format]
ssh-keygen -e [-f input_keyfile] [-m key_format]
ssh-keygen -y [-f input_keyfile]

(...)

ssh-keygen -L [-f input_keyfile]
ssh-keygen -A [-f prefix_path]
ssh-keygen -k -f krl_file [-u] [-s ca_public] [-z version_number]
            file ...
ssh-keygen -Q -f krl_file file ...
ssh-keygen -Y find-principals -s signature_file -f allowed_signers_file
ssh-keygen -Y check-novalidate -n namespace -s signature_file
ssh-keygen -Y sign -f key_file -n namespace file ...
ssh-keygen -Y verify -f allowed_signers_file -I signer_identity
            -n namespace -s signature_file [-r revocation_file]
```

# “ssh (OpenSSH)” : インストールの確認

```
$ ssh
```

```
usage: ssh [-46AaCfGgKkMnqsTtVvXxYy] [-B bind_interface]
          [-b bind_address] [-c cipher_spec] [-D [bind_address:]port]
          [-E log_file] [-e escape_char] [-F configfile] [-I pkcs11]
          [-i identity_file] [-J [user@]host[:port]] [-L address]
          [-l login_name] [-m mac_spec] [-O ctl_cmd] [-o option] [-p port]
          [-Q query_option] [-R address] [-S ctl_path] [-W host:port]
          [-w local_tun[:remote_tun]] destination [command]
```

# “make, emacs, vi etc” : インストールの確認

```
$ make -version
```

```
GNU Make 4.3
```

```
このプログラムは x86_64-pc-cygwin 用にビルドされました
```

```
Copyright (C) 1988-2020 Free Software Foundation, Inc.
```

```
ライセンス GPLv3+: GNU GPL バージョン 3 以降 <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
```

```
これはフリーソフトウェアです: 自由に変更および配布できます.
```

```
法律の許す限り、 無保証 です.
```

```
$ emacs -version
```

```
GNU Emacs 26.3
```

```
Copyright (C) 2019 Free Software Foundation, Inc.
```

```
GNU Emacs comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
```

```
You may redistribute copies of GNU Emacs
```

```
under the terms of the GNU General Public License.
```

```
For more information about these matters, see the file named COPYING.
```

```
$ vi -version
```

```
VIM - Vi IMproved 8.2 (2019 Dec 12, compiled Mar 30 2020 21:54:08)
```

```
Garbage after option argument: "--version"
```

```
More info with: "vim -h"
```

# その他

- Cygwinのインストールには60-90分程度を要します
- 週末中にインストールしておくことをお勧めいたします。
  
- Windows 10以降であればCygwinの代わりにWSL (Windows Subsystem for Linux)を使うことも考えられます。
  - Windows, Linuxに詳しい方はお試し頂いても結構です, がC, Fortran, OpenSSH等の機能のインストールをご確認ください

- PC上のソフトウェア類の準備
- **東大情報基盤センターのスパコン**
- スパコンへのログイン
- ログインしたら・・・

# 3システム: 利用者2,600+, 学外55+%

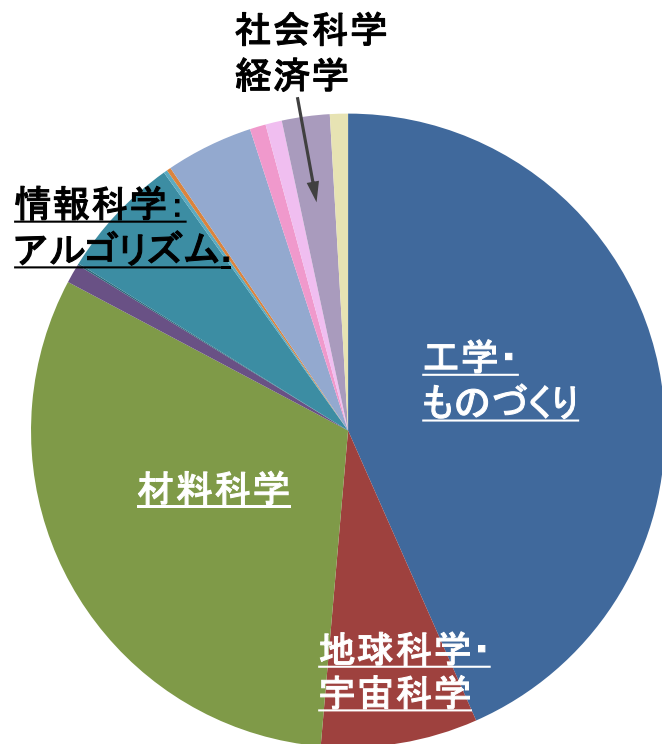
- **Reedbush (HPE, Intel BDW + NVIDIA P100 (Pascal))**
  - データ解析・シミュレーション融合スーパーコンピュータ
  - 3.36 PF, 2016年7月～ 2021年3月末(予定)
    - Reedbush-U(CPU only), Reedbush-H(2GPU's/n), Reedbush-L(4GPU's)
  - 東大ITC初GPUクラスタ (2017年3月より), DDN IME (Burst Buffer)
- **Oakforest-PACS (OFP) (富士通, Intel Xeon Phi (KNL))**
  - JCAHPC (筑波大CCS & 東大ITC)
  - 25 PF, TOP500で15位(日本2位)(2019年11月)
  - Omni-Path アーキテクチャ, DDN IME (Burst Buffer)
- **Oakbridge-CX (富士通, Intel Xeon Platinum 8280)**
  - 大規模超並列スーパーコンピュータシステム
  - 6.61 PF, 2019年7月～ 2023年6月, TOP500で50位(2019年11月)
  - 全1,368ノードの内128ノードにSSDを搭載



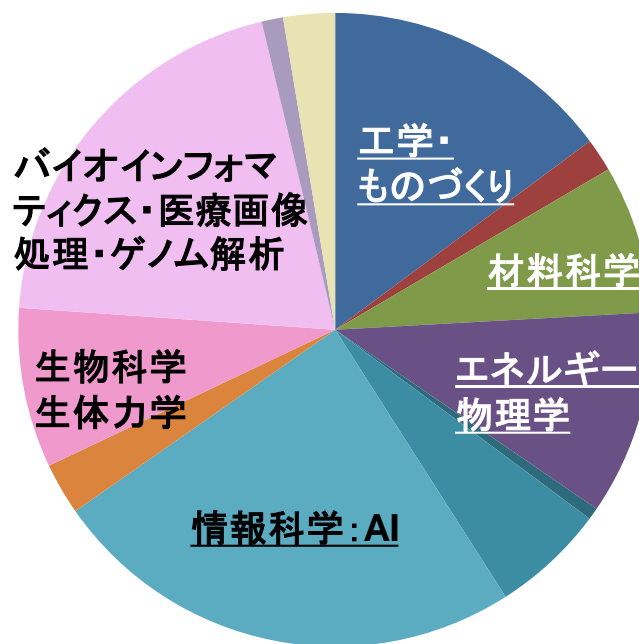
# GFLOPS当たり利用負担(円):電気代, GFLOPS/W (Green 500)

System	JPY/GFLOPS Small is Good	GFLOPS/W Large is Good
Oakleaf-FX/Oakbridge-FX (Fujitsu) (Fujitsu SPARC64 IXfx)	125	0.8663
Reedbush-U (HPE) (Intel BDW)	61.9	2.310
Reedbush-H (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x2/node)	15.9	8.575
Reedbush-L (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x4/node)	13.4	10.167
Oakforest-PACS (Fujitsu) (Intel Xeon Phi/Knights Landing)	16.5	4.986
Oakbridge-CX (Fujitsu) (Intel Cascade Lake (CLX))	20.7	5.076

# 研究分野別利用CPU時間割合(2019年度)



マルチコアクラスタ  
Intel BDW Only  
(Reedbush-U)



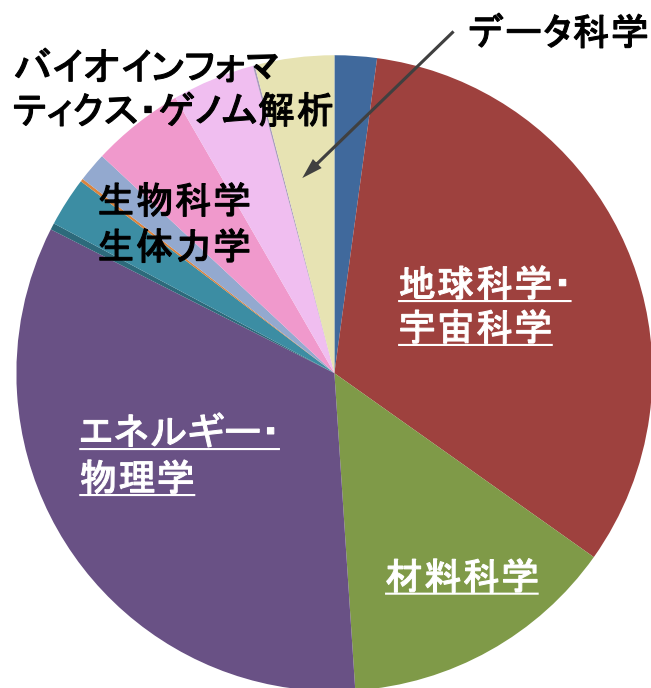
GPUクラスタ  
Intel BDW + NVIDIA P100  
(Reedbush-H)

- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

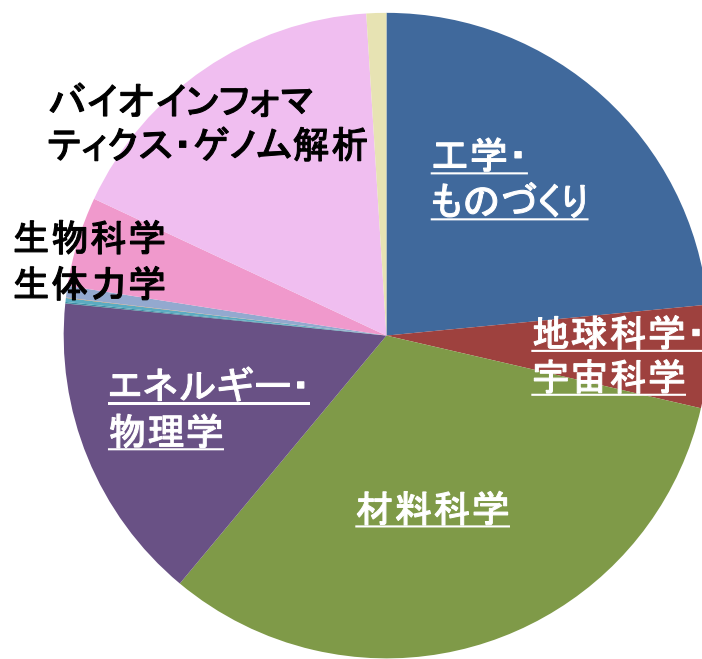


# 研究分野別利用CPU時間割合(2019年度)

OBCXは2019年10月～2020年3月(6ヶ月)



メニコアクラスタ  
Intel Xeon Phi  
(Oakforest-PACS)



マルチコアクラスタ  
Intel CLX  
(Oakbridge-CX)

- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

- PC上のソフトウェア類の準備
- 東大情報基盤センターのスパコン
- **スパコンへのログイン**
- ログインしたら・・・

# スパコンへのログイン

- SSH公開鍵認証 (SSH Public Key Authentication, SSH=Secure Shell)に基づく
  - パスワード認証よりも安全, と言われている
- 手順
  - **Windows: Cygwinを立ち上げる, Mac・Unix: Terminal起動**
  - ①PC上で鍵 (秘密鍵, 公開鍵) を生成する
    - 秘密鍵, 公開鍵
    - **パスフレーズ (Passphrase)**: 鍵認証のためのパスワード
  - ②スパコンポータルサイトにログインする
    - センターから供給された**利用者ID (t00XYZ)**と「初期パスワード」を使用
    - ポータルサイトにログイン後, **パスワード (Password)** 変更を求められる, 字数, 使用文字等に色々規則があるので注意すること
  - ③スパコンポータルサイトに「公開鍵」を登録する
  - ④PCからsshによってスパコンにログインする

# ①PC上で鍵(秘密鍵, 公開鍵)を生成(1/3)

```
$ ssh-keygen -t rsa
```

Generating public/private rsa key pair.

Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id\_rsa):

Enter passphrase (empty for no passphrase):

Enter same passphrase again:

Your identification has been saved in /home/user/.ssh/id\_rsa.

Your public key has been saved in /home/user/.ssh/id\_rsa.pub.

The key fingerprint is:

SHA256:vt880+PTcscHk0yabvxGjeRsMWLAWds+ENsDcReNwKo nakajima@KNs-NEW-VAIO

The key's randomart image is:

```
+---[RSA 2048]---+
|                |
|  . 0=00.0+     |
| + 0...         |
|  .+0+         |
|  .+0B         |
| So *0*        |
| .E B.o        |
|  . = . 0       |
|  . =0B 0 +    |
|  .+0+*0 ..    |
|                |
+---[SHA256]---+
```

## 操作手順

- `ssh-keygen -t rsa <Return>`
- `<Return>`
- `お好きなPassphrase <Return>`
- `同じPassphrase <Return>`

# ①PC上で鍵(秘密鍵, 公開鍵)を確認(2/3)

```
$ cd .ssh
```

```
$ ls
```

```
id_rsa
```

```
⇒秘密鍵 (Private Key)
```

```
id_rsa.pub
```

```
⇒公開鍵 (Public Key)
```

```
$ cat id_rsa.pub
```

```
ssh-rsa
```

```
AAAAB3NzaC1yc2EAAAADAQABAAQDA6InmOYYaCrWjQDukjiNEfdW8veUwJyZtEI3oDu0A28  
eey6p0wbtI7JB09xnI1707HG4yYv0M81+/nIAHy5tAfJly0dsPzjTgdTBLdgi3cSf5pWEY6U96  
yaEr0Ei8Wge1HkXrhcwUjGDVTzvT0Refe6zLdRziL/KNmmesSQfR5IsZ/ihsjMgFxGaKsHHq/I  
ErCtHIIIf9V/Ds2yj6vkAaWH6asBn+ZsRiRFvwHPhkYAnp/j3LY6b8Qfqg0p4WZRenh/HgySWT  
YIGi8x67VzMaUIm9qIK0QFMCaK2riviX1fmbwyWJ/vrWDqiek6YXoxLDu+GPeQ4CPvxJcZnqF9g  
f3 nakajima@KNs-NEW-VAIO
```

# ①公開鍵をコピー(3/3)

```
$ cd .ssh
```

```
$ ls
```

```
id_rsa  
id_rsa.pub
```

```
$ cat id_rsa.pub
```

## 操作手順

- `cat id_rsa.pub` <Return>
- “ssh-rsa”にカーソルを合わせ
- 最後の行の”f3”までを選択して「Copy」によって記憶
- 最後の「nakaima@KNs-NEW-VAIO」まで含んでも良いが、ここに漢字が含まれていると登録に失敗する

```
ssh-rsa
```

```
AAAAB3NzaC1yc2EAAAADAQABAAQDA6Inm0YYaCrWjQDukjiNEfdW8veUwJyZtEI3oDu0A28  
eey6p0wbtI7JB09xnI1707HG4yYv0M81+/nIAHy5tAfJly0dsPzjTgdTBLdgi3cSf5pWEY6U96  
yaEr0Ei8Wge1HkXrhcwUjGDVTzvT0Refe6zLdRziL/KNmmesSQfR5IsZ/ihsjMgFxGaKsHHq/I  
ErCtHIIIf9V/Ds2yj6vkAaWH6asBn+ZsRiRFvwHPhkYAnp/j3LY6b8Qfqq0p4WZRenh/HgySWT  
YIGi8x67VzMaUIm9qIK0QFMCaK2rivX1fmbwyWJ/vrWDqiek6YXoxLDu+GPeQ4CPvxJcZnqF9g  
f3 nakaima@KNs-NEW-VAIO
```

# ②スパコンポータルサイトにログイン(1/3)

## 情報基盤センターから送付されたファイル

Oakforest-PACS\_workshop\_t00100.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

ホーム ツール 2019年源泉徴収.pdf... Oakbridge-CX\_work... Oakforest-PACS\_wor... ×

ログイン

共有

(教育利用)

Oakforest-PACS 利用登録のお知らせ

Notification of Your Account of Supercomputer System (Oakforest-PACS)

様

下記のとおり登録しましたのでお知らせします。

2020年4月8日

東京大学情報基盤センター長

公印  
省略

Information Technology Center, The University of Tokyo

プロジェクト名称	お試しアカウント付き並列プログラミング講習会	プロジェクトコード Project code	gt00
利用期間	2020年4月 ~ 2020年6月		

利用者番号 User ID	t00XYZ	初期パスワード※ Password	01234567
研究			

情報基盤センターから送付された利用者ID(t00XYZ)

情報基盤センターから送付された初期パスワード(8桁)

# 各システム情報・利用支援ポータルサイト

- Reedbush 日本語
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/reedbush/service/>
  - <https://reedbush-www.cc.u-tokyo.ac.jp/>
- Reedbush English
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/en/supercomputer/reedbush/service/>
  - <https://reedbush-www.cc.u-tokyo.ac.jp/>
- Oakforest-PACS (OFP) 日本語
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/ofp/service/>
  - <https://ofp-www.jcahpc.jp/cgi-bin/hpcportal.ja/index.cgi>
- Oakforest-PACS (OFP) English
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/en/supercomputer/ofp/service/>
  - <https://ofp-www.jcahpc.jp/cgi-bin/hpcportal.en/index.cgi>
- Oakbridge-CX (OBCX) English
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/>
  - <https://obcx-www.cc.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/hpcportal.ja/index.cgi>
- Oakbridge-CX (OBCX) English
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/en/supercomputer/obcx/service/>
  - <https://obcx-www.cc.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/hpcportal.en/index.cgi>



## ②スパコンポータルサイトにログイン(2/3)

<https://ofp-www.jcahpc.jp/cgi-bin/hpcportal.ja/index.cgi>

Oakforest-PACS 利用支援ポータル

[ English/Japanese ]

ログイン

ログイン

ユーザ名とパスワードを入力して「ログイン」ボタンをクリックしてください。

ユーザ名:

パスワード:

ログイン

リセット

JavaScript、Cookie を有効にしてお使いください。

- 動作確認

- ・ Inter
- ・ Safari
- ・ Firefox
- ・ Google

情報基盤センターから送付された利用者 ID (t00XYZ)

情報基盤センターから送付された初期パスワード

Copyright 2016 FUJITSU LIMITED

## ②初期パスワードの変更(3/3)

Oakforest-PACS 利用支援ポータル

パスワード変更

本機能で変更可能なパスワードは、Oakforest-PACSシステムの利用支援ポータルにログインするためのパスワードです。

現在のパスワード

新しいパスワード

新しいパスワード(再入力)

変更

情報基盤センターから送付された初期パスワード

変更後のパスワードを入力(2回)

### パスワード規約

- 8文字以上, 現在と3文字以上異なる
- 2世代前までと異なる
- 英字(小文字, 大文字), 数字, 特殊文字各1字以上
- Linux辞書に登録されている語は不可
- 全角文字不可

Copyright 2016 FUJITSU LIMITED

15:07  
2020/04/12

# ③ 公開鍵登録(id\_rsa.pub)

Oakforest-PACS 利用支援ポータル

お知らせ

SSH公開鍵登録

パスワード変更

トークン表示

ドキュメント閲覧

oss

## SSH公開鍵登録

公開鍵を登録しました。

登録方式

直接入力

ファイルアップロード

```
ssh-rsa
AAAAB3NzaC1yc2EAAAADAQABAAQDa6InmOYYaCrWjQDukjiNEfdW8veUwJyZtEI3oDu0
A28eey6p0wbtI7JB09xnI17O7HG4yYvOM81+/nIAHy5tAfJly0dsPzjTgdTBLdgi3cSf5pWEY6U9
6yaEr0Ei8Wge1HkXrhcwUjGDVTzvT0Refe6zLdRziL/KNmmesSQfR5lsZ/ihsjMgFxFxGaKsHHq
/IErCtHIIIf9V/Ds2yj6vkAaWH6asBn+ZsRiRFvwHPhkYAnp/j3LY6b8Qfqq0p4WZRenh
/HgySWTYIGi8x67VzMaUIm9qIK0QFMCaK2rivX1fmbwyWJ
/vrWDqiek6YXoxLDu+GPeQ4CPvxJcZnqF9gf3
```

登録

公開鍵登録の  
・改行文字が  
・ヘッダ(ssh  
・RSA公開鍵  
・DSA公開鍵  
・ECDSA公開

1. 「SSH公開鍵登録」を選択
2. 先ほどCopyした「id\_rsa.pub」を貼り付ける
3. 「登録」をクリック

copyright 2016 FUJITSU LIMITED

20:29  
2020/04/16

## ④PCからログイン(1/2)

```
$ ssh t00XYZ@ofp.jcahpc.jp  
Enter passphrase for key '/home/user/.ssh/id_rsa:
```

1. `ssh t00XYZ@ofp.jcahpc.jp` <Return>
2. **鍵生成時に打ち込んだPassphrase** <Return>

# ④PCからログイン(2/2)

Last login: Thu Apr 16 20:30:22 2020 from 133.11.59.131

Oakforest-PACS Information

Date: Apr. 03, 2020

Welcome to Oakforest-PACS system

\* Operation Schedule

04/03 (Fri) 17:00	-	04/23 (Thu) 09:00	Normal Operation
04/23 (Thu) 09:00	-	04/24 (Fri) 09:00	HPC Challenge
04/24 (Fri) 09:00	-	04/24 (Fri) 22:00	System Maintenance
04/24 (Fri) 22:00	-		Normal Operation

For more information about this service, see  
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/schedule.php>

\* How to use

Users Guide can be found at the User Portal (<https://ofp-www.jcahpc.jp/>).

If you have any questions, please refer to the following URL and contact us:

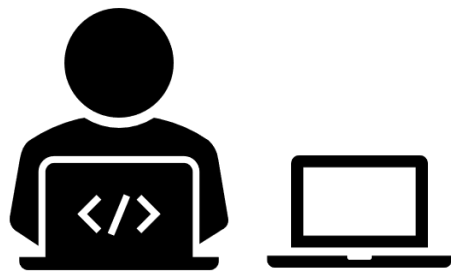
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supports/contact/>

[t00XYZ@ofp01 ~]\$

ログインに成功したら、今後のメンテナンスのスケジュールなどが表示される

# SSH公開鍵認証の手順(1/4)

## ①PC上での秘密鍵・公開鍵作成



```
$> ssh-keygen -t rsa
```

**id\_rsa**

秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

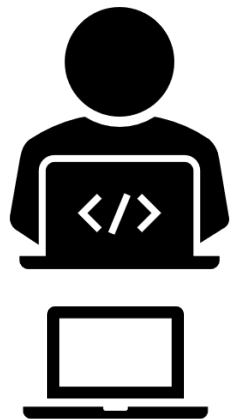
**id\_rsa.pub**

公開鍵/Public Key



# SSH公開鍵認証の手順(2/4)

## ②スパコンポータルサイトへのログイン



**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

**tXYZZZ**  
+ Password

Portal Site  
OBCX



**tABCCC**  
+ Password

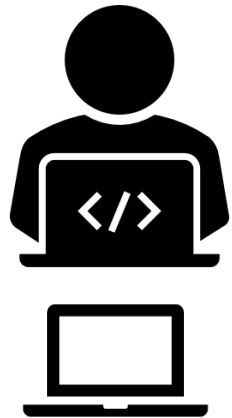
Portal Site  
OFP



# SSH公開鍵認証の手順(3/4)

## ③公開鍵(id\_rsa.pub)の登録

同じ公開鍵を複数のスパコンに登録可能



**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

Portal Site  
OBCX



**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

Portal Site  
OFP

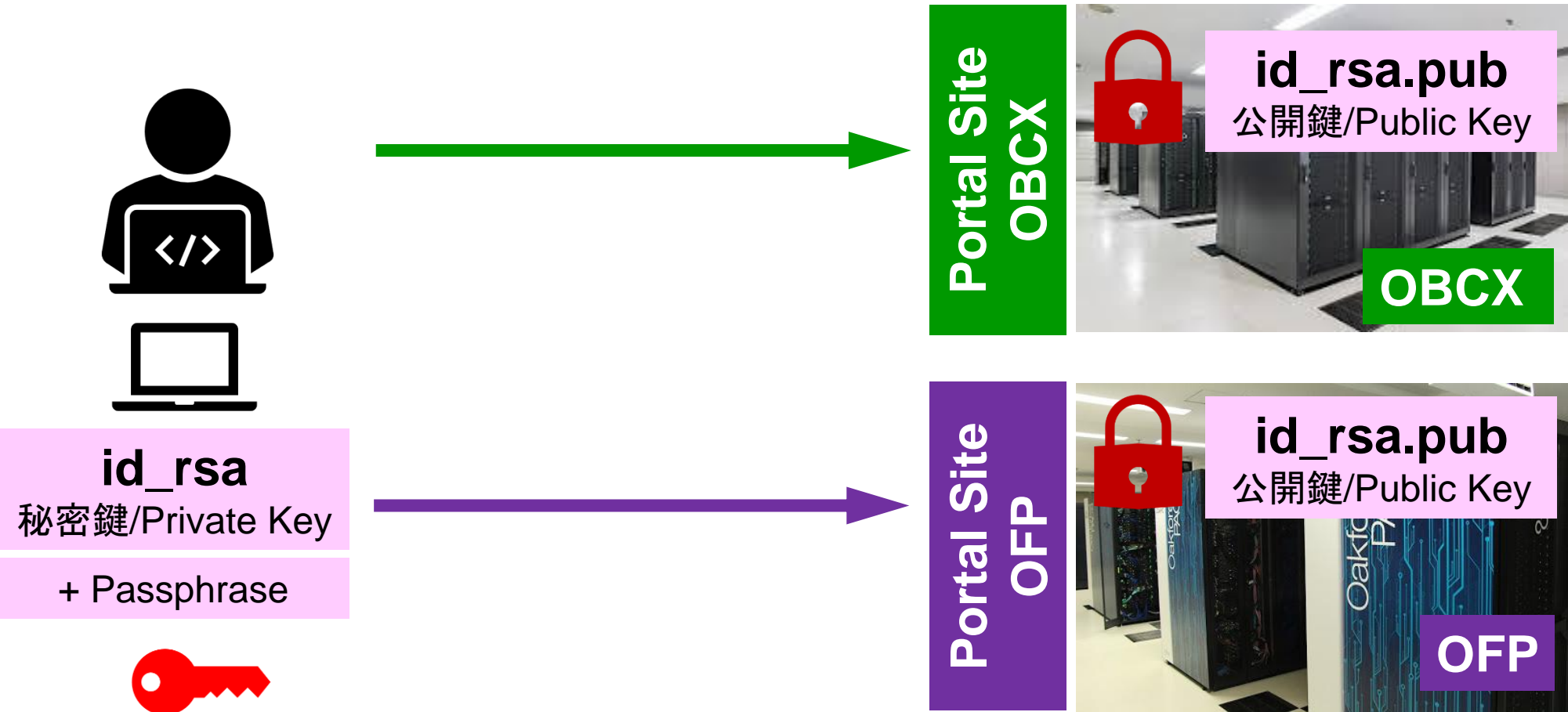




# SSH公開鍵認証の手順(3/4)

## ③公開鍵(id\_rsa.pub)の登録

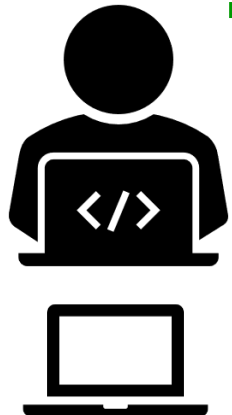
同じ公開鍵を複数のスパコンに登録可能



# SSH公開鍵認証の手順(4/4)

## ④PCからスパコンへのログイン

秘密鍵(id\_rsa) + Passphrase



```
$> ssh tXYZZZ@obcx.cc.u-tokyo.ac.jp
```

**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key



+ Passphrase



```
$> ssh tABCCC@ofp.jcahpc.jp
```

**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key



+ Passphrase



# SSH Public Key Authentication

## SSH公開鍵認証

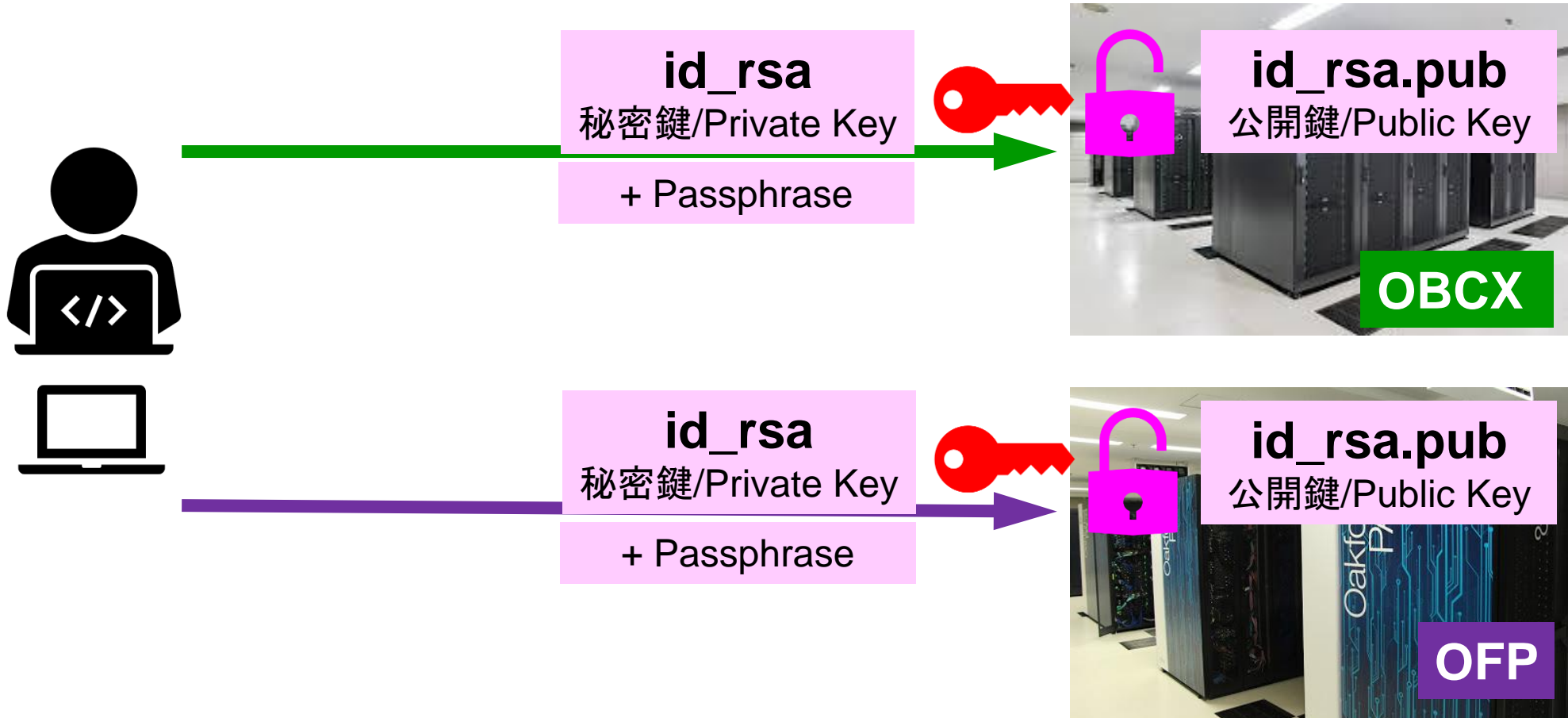
SSH= Secure Shell

- **id\_rsa**
  - Private Key (秘密鍵) : PC上
  - 文字通り「秘密」にしておくこと
    - 他の人に送ってはいけない
    - 基本的には作成した場所からコピーしたり移動することもしないこと
- **id\_rsa.pub**
  - Public Key (公開鍵) : スパコン上
  - コピー可能, 他の人にe-mailで送ることも可能
- **もし複数のPCからスパコンにログインする場合は, 各PCごとに「公開鍵・秘密鍵」のペアをssh-keygenによって作成**
  - 各スパコンに複数の公開鍵を登録することは可能
  - スパコン上の公開鍵のうちの一つがPC上の「秘密鍵 + Passphrase」とマッチすると確認されるとログインできる

# SSH公開鍵認証の手順(4/4)

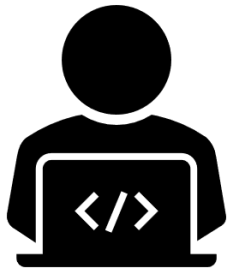
## ④PCからスパコンへのログイン

秘密鍵(id\_rsa) + Passphrase



# 複数のPCからスパコンへログインする場合には各PCで「公開鍵・秘密鍵」のペア作成

```
$> ssh-keygen -t rsa
```



**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

Portal Site  
OBCX



Portal Site  
OFP



# スパコンには複数の公開鍵を登録できる

Oakbridge-CX 利用支援ポータル

https://obcx-www.cc.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/hpcportal\_u.ja/index.cgi

Oakbridge-CX 利用支援ポータル

ログアウト

- お知らせ
- SSH公開鍵登録**
- メール転送設定
- パスワード変更
- トークン表示
- ディスク使用量表示
- プリポスト予約
- ドキュメント閲覧
- OSS

## SSH公開鍵登録

公開鍵を登録しました。

登録されている公開鍵	ssh-rsa AAAAB3NzaC.....JcZnqF9gf3	表示	削除
	ssh-rsa AAAAB3NzaC.....pWGVie6w==	表示	削除

登録方式

直接入力

ファイルアップロード

Copyright 2019 FUJITSU LIMITED

ページ内検索

すべて強調表示(A) 大文字/小文字を区別(C) 発音区別符号を区別(I) 単語単位(W)

22:36  
2020/04/15

# スパコンには複数の公開鍵を登録できる

```
$ cd .ssh  
$ ls authorized_keys
```

```
authorized_keys
```

```
$ cat authorized_keys
```

```
ssh-rsa  
HGcAB3NzaC1yc2EAAAABIwAAAQEA1r0Hr8M1JIJB02n9S0GQm0xzGCwh3PpcJo7Z8oDr6HCAXhbK  
zHA0ibRMJFCwDJCRGNJIYiHEYHWzouuXGNa9teso7aXYkq2Pxb076C60ZCPoLqf/jQRqnUSnjHJ4  
UgmDdIQWaAks+q/2Ex0wjBB6GZmaHGijTxim0FGiM1DI780HkHC8pFzjvP2kT9yRvykv0VvIG10V  
Yi+5CawYfuR0iRBjfUS47RS0ICzjNP20pY057DUCf0v+/8B1+l1wiIbjKQHjuNp5XucIFfFdGaxf  
JchD/sB5sRxtYfz80xzwGmN8pVecpUjd//xAqdYYHmLAKUE2oH8MnBIRybpWGVie6w64
```

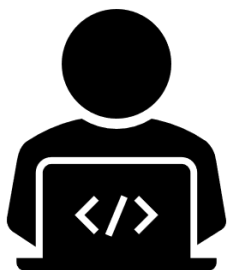
```
ssh-rsa  
AAAAB3NzaC1yc2EAAAADAQABAAQDA6Inm0YYaCrWjQDukjiNEfdW8veUwJyZtEI3oDu0A28ee  
y6p0wbtI7JB09xnI1707HG4yYv0M81+/nIAHy5tAfJly0dsPzjTgdTBLdgi3cSf5pWEY6U96yaEr  
0Ei8Wge1HkXrhcwUjGDVTzvT0Refe6zLdRziL/KNmmesSQfR5lsZ/ihsjMgFxGaKsHHq/IErCtHI  
IIf9V/Ds2yj6vkAaWH6asBn+ZsRiRFvwHPhkYAnp/j3LY6b8Qfqq0p4WZRenh/HgySWTYIGi8x67  
VzMaUlm9qIK0QFMCaK2rivX1fmbwyWJ/vrWDqiek6YXoxLDu+GPeQ4CPvxJcZnqF9gf3
```

```
$ cp authorized_keys tmp  
$ cat tmp new_public.key > authorized_keys
```

`.ssh/authorized_keys`には登録された公開鍵が格納されている。このファイルの後ろに新たな公開鍵(`new_public.key`)を付け加えることができる。

# 各パソコンに複数の鍵を登録する

```
$> ssh-keygen -t rsa
```



**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key



**id\_rsa**  
秘密鍵/Private Key

+ Passphrase

**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

Portal Site  
OBCX



**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key



**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key

Portal Site  
OFF



**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key



**id\_rsa.pub**  
公開鍵/Public Key



- PC上のソフトウェア類の準備
- 東大情報基盤センターのスパコン
- スパコンへのログイン
- **ログインしたら・・・**

# PCからログイン

```
$ ssh t00XYZ@ofp.jcahpc.jp  
Enter passphrase for key '/home/user/.ssh/id_rsa:
```

Your Passphrase

Return

1. `ssh t00XYZ@ofp.jcahpc.jp <Return>`
2. `鍵生成時に打ち込んだPassphrase <Return>`

# ログインしたら

```
$ pwd
```

```
/home/t00XYZ
```

```
$ cd /work/gt00/t00XYZ
```

```
$ pwd
```

```
/work/gt00/t00XYZ
```

```
$ cd
```

```
$ pwd
```

```
/home/t00XYZ
```

1. ログインしたら「/home/t00XYZ」に入る
2. /homeは容量が少ないので「/work/gt00/t00XYZ」に移動すること
3. 「cd」でホームに戻れます

# Copy: PC to OFP

```
$ scp ./a.dat t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:
```

PC上のCurrent Directoryにある「a.dat」をOFPのホームディレクトリ（`/home/t00XYZ`）の下にコピーする

```
$ scp ./a.dat t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:/work/gt00/t00XYZ/test/
```

PC上のCurrent Directoryにある「a.dat」をOFP上のディレクトリ「`/work/gt00/t00XYZ/test`」の下にコピーする

```
$ scp -r ./testL t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:
```

PC上のCurrent Directory下にあるディレクトリ「testL」及びその中身をOFPのホームディレクトリ（`/home/t00XYZ`）の下にコピーする

```
$ scp -r ./testL t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:/work/gt00/t00XYZ/test
```

PC上のCurrent Directory下にあるディレクトリ「testL」及びその中身をOFP上のディレクトリ「`/work/gt00/t00XYZ/test`」の下にコピーする

# Copy: OFP to PC

```
$ scp t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:~/a.dat ./
```

OFPのホームディレクトリ（/home/t00XYZ）下にある「a.dat」を、PC上のCurrent Directory下にコピーする

```
$ scp t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:/work/gt00/t00XYZ/test/a.dat ./
```

OFP上のディレクトリ「/work/gt00/t00XYZ/test/」下にある「a.dat」をPC上のCurrent Directory下にあるディレクトリ「L1」にコピーする

```
$ scp -r t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:~/L1 ./
```

OFPのホームディレクトリ（/home/t00XYZ）下にあるディレクトリ「/home/t00XYZ/L1」とその中身を、PC上のCurrent Directory下にあるディレクトリ「L1」にコピーする

```
$ scp -r t00XYZ@ofp.jcahpc.jp:/work/gt00/t00XYZ/test/L1 ./
```

OFP上のディレクトリ「/work/gt00/t00XYZ/test/L1」とその中身をPC上のCurrent Directory下にあるディレクトリ「L1」にコピーする

# ポータルサイトでのマニュアル等閲覧(1/2)

Oakforest-PACS 利用支援ポータル

ログアウト

## ドキュメント閲覧の利用について

Oakforest-PACS マニュアルの Web 閲覧サービスを利用するにあたっては、以下の禁止事項を遵守していただきます。

- 核兵器又は生物化学兵器及びこれらを運搬するためのミサイル等の大量破壊兵器の開発、設計、製造、保管及び使用等の目的に利用しない。
- スーパーコンピュータの利用が認められた利用者本人のみが利用し、他者には利用させない。
- 本マニュアルの情報（印刷、コピーしたものを含む）を、利用者以外に開示または提供しない。
- 当センターが上記条項の違反、その他不正使用を検知した場合、当センターは利用者の Web 閲覧サービスの利用を直ちに停止することができる。また、利用者はこれに対して一切異議を唱えない。

上記禁止事項を

遵守する

Copyright 2016 FUJITSU LIMITED

15:10  
2020/04/12

# ポータルサイトでのマニュアル等閲覧(2/2)

Oakforest-PACS スーパーコンピューター × Oakforest-PACS 利用支援ポータル × 新しいタブ × +

← → ↻ 🏠 🔒 https://ofp-www.jcahpc.jp/cgi-bin/hpccportal\_u.ja/index.cgi 📄 ⋮ 📌 ⭐ ⬇️ 🖨️ 📄 🔄 🗑️ ☰

Oakforest-PACS 利用支援ポータル 🔒 ログアウト

- お知らせ
- SSH公開鍵登録
- パスワード変更
- トークン表示
- 📄 **ドキュメント閲覧**
- OSS

---

## Oakforest-PACS 利用手引き

ドキュメント名	言語	最新更新日
Oakforest-PACS システム利用手引き	 <a href="#">日本語</a>	2019/12/20
Oakforest-PACS グループコース プロジェクト管理者用利用手引き	 <a href="#">日本語</a>	2017/04/03
Oakforest-PACS PAライブラリ利用ガイド	 <a href="#">日本語</a>	2017/12/22
Oakforest-PACS 高速ファイルキャッシュシステムの使用上の注意	 <a href="#">日本語</a>	2018/02/02

---

## 製品マニュアル

### インテルParallel Studio XE 2019

ドキュメント名	言語	最新更新日
スタートアップガイド	 <a href="#">日本語</a>  <a href="#">英語</a>	2018/11/30
Fortranコンパイラ19.0 スタートアップガイド	 <a href="#">日本語</a>  <a href="#">英語</a>	2018/11/30
C++コンパイラ19.0 スタートアップガイド	 <a href="#">日本語</a>  <a href="#">英語</a>	2018/11/30

---

### インテルMPIライブラリ 2019

ドキュメント名	言語	最新更新日
スタートアップガイド	 <a href="#">英語</a>	2018/11/30

---

### インテルMKL 2019

ドキュメント名	言語	最新更新日
スタートアップガイド	 <a href="#">日本語</a>  <a href="#">英語</a>	2018/11/30

Copyright 2016 FUJITSU LIMITED

15:10  
2020/04/12