

Xcryptを用いたジョブ並列処理

京都大学 学術情報メディアセンター

平石 拓

Mail: `tasuku@media.kyoto-u.ac.jp`

目次

- Xcryptとは
- 実習1: 基本操作 (ジョブ投入・確認・中止)
 - Reedbushで動作確認
 - スクリプトの書き方の基本的な説明
- 実習2: 応用例 (パラメータスイープ)
 - 実行条件を変えながらプログラムを大量実行
 - 一部のジョブのやりなおし
- 実習3: 他のスパコンへでの利用
 - Oakleaf-FX へのインストール
- より高度な機能の紹介

Xcryptとは

- スパコン上でジョブを(逐次 or 並列に)多数実行するような処理を記述するためのスクリプト言語
- 特徴
 - Perlベース
 - 簡単な処理(パラメータスイープ程度)なら特にPerlを知らなくても利用可能
 - Perlの能力を駆使してより複雑な処理も記述可能
 - スパコンごとのジョブ投入インターフェースの違いを気にせず, 単一スクリプトを様々な環境で実行可能
 - 投入したジョブの管理や一部ジョブの再実行などが容易に行える
 - その他, 様々な拡張機能
 - 同時投入数制限, 宣言的なジョブ依存関係の定義など
 - 自分で拡張機能を作成することも可能

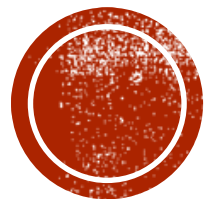
Xcryptの情報源・入手先など

- 最新版ダウンロード (Bitbucket)
<https://bitbucket.org/tasuku/xcrypt>
- プロジェクトWebページ
 - 過去の論文, 講演資料などがある
 - このチュートリアルでは, 設計理念などの話にはあまり触れないので, 興味を持っていた方はこちらで
<http://super.para.media.kyoto-u.ac.jp/xcrypt/index.html>
- マニュアル
 - PDFマニュアル (細かい話)
 - アーカイブ内 `doc/tutorial/xcrypt-manual.pdf`
 - `--help` オプション

```
$ xcrypt --help
$ xcryptstat --help
$ xcryptdel --help
```

Xcryptが利用できるシステム

- 導入済み
 - Reedbush@東大
 - 京@RIKEN AICS
<http://www.aics.riken.jp/jp/k/aics-software/>
- 自分でインストールすることで利用可
 - Oakleaf-FX (FX10)@東大
 - Laurel, Cinnamon, Magnolia, Camellia@京大
 - Camphor2 (2016/10～), Laurel2, Cinnamon2 (2017/1～)
も対応予定
- それ以外のシステムでは、インストール＋設定ファイルの記述により利用可
 - インストール方法は後の実習で扱います



実習1:基本操作

動作環境確認 @ Reedbush

Reedbushにログイン

```
mypc$ ssh myID@reedbush-u.cc.u-tokyo.ac.jp
```

moduleロード

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

→「ドキュメント閲覧」→「xcrypt利用方法」に従う

```
% module load xcrypt/f994ff272f56
```

起動確認(ヘルプ表示)

```
% xcrypt --help
```

次回以降, 自動的にmodule loadされるように

(ログインシェルがbashの場合)

```
% vi ~/.bashrc
```

```
+ module load xcrypt/f994ff272f56
```

実行プログラムの準備

何でもよいが, Intel MPI Benchmark (IMB)を使うことにする

/lustre/グループ名/ユーザ名 に移動

```
$ cd 'echo $HOME | sed s/home/lustre/'
```

Google等でIntel IMBで検索するとトップにでてくる

IMBの配布ページ <https://software.intel.com/en-us/articles/intel-mpi-benchmarks>

の下の方にある”accept”ボタンのURLをコピー&ペースト

```
$ wget https://.../IMB_4.1.tgz
```

```
$ tar xvfz IMB_4.1.tgz
```

```
$ cd imb/src
```

デフォルトのMakefileはmpiccでコンパイル

```
$ make
```


スクリプト作成

テンプレートとして利用するため、サンプルを
コピー

```
$ which xcrypt
```

```
/lustre/app/xcrypt/tasuku-xcrypt-f994ff272f56/bin/xcrypt
```

```
$ cp /lustre/app/xcrypt/tasuku-xcrypt-f994ff272f56/sample/single.xcr imb-s.xcr
```

編集(エディタは何でもよい)

```
$ emacs imb-s.xcr
```

- 拡張子は .xcr でなければならない
- Emacsを使う場合は, .emacsに以下の設定を足しておくとい

```
(add-to-list 'auto-mode-alist (cons "¥¥.xcr"  
'perl-mode))
```

imb-s.xcr (単一ジョブ実行)

```
use base qw (core);      # とりあえず「おまじない」と思う
%template = (
    'id' => 'job-imbs',    # 任意のジョブ名
    'exe0' => 'mpirun -np 1 ./IMB-MPI1 -npmin 1', # 実行コマンド
    'JS_node' => 1,       # MPIプロセス数
    'JS_cpu' => 1,       # コア数/MPIプロセス
    'JS_limit_time' => '00:30:00', # ジョブの制限時間
    'JS_queue' => 'queuename',      # キュー名(実際の自分のキュー名に置き換える)
    'JS_group' => 'groupname',     # グループ名(実際の自分のグループ名に置き換える)
    # 以下は変更なし(ジョブ実行前後のメッセージ出力)
    'before' => sub { print "Submitting $self->{id}¥n"; },
    'after' => sub { print "$self->{id} finished¥n"; },
);
# Execute the job
@jobs=&prepare_submit_sync (%template);
```

ジョブの実行

スクリプト実行

```
$ xcrypt imb-s.xcr
job-imbs <= initialized
job-imbs <= prepared
Submitting job-imbs
job-imbs <= submitted
job-imbs <= queued
job-imbs <= running
job-imbs <= done
job-imbs finished
job-imbs <= finished
```

ジョブの結果確認

できたファイルの確認

```
$ ls -ltr
```

...

```
-rw-r--r-- ... job-imbs_reedbush.bat
```

```
-rw----- ... job-imbs_stderr
```

```
-rw----- ... job-imbs_stdout
```

...

Xcryptが自動生成したジョブスクリプト

```
$ cat job-imbs_reedbush.bat
```

ジョブの標準エラー出力(ここでは0バイトのはず)

```
$ cat job-imbs_stderr
```

ジョブの標準出力

```
$ cat job-imbs_stdout
```

パラメータの意味

(※)物理ノード数の直接指定に対応しているシステムのみ(Reedbush, Oakleaf-FXは可). 省略時, JS_nodeとJS_cpuから自動計算

パラメータ名	意味
id	Xcrypt(およびユーザ)がジョブを同定するための識別子
exen	ジョブ内で実行されるコマンド文字列 n は0以上の整数で, この数字が小さいものから順に実行される.
argn_m	m は0以上の整数. この数字が小さいもの順に, 指定された文字列が, 空白区切りでexenの後ろに連結される
JS_node, JS_cpu, JS_memory, JS_thread ※ReedbushではJS_memoryは無視される	ジョブが使用する資源量: プロセス数, コア数/ プロセス, メモリサイズ/プロセス, スレッド数/ プロセス
JS_phnode	ジョブが使用する物理ノードを直接指定(※)
JS_queue, JS_group	投入するジョブキュー名, グループ名
before, after	ジョブの投入直前, 完了直後に実行するPerl 手続

資源量の指定について

- 使用するシステムによらず
 - JS_node はジョブで使用する全プロセス数
 - JS_cpu はプロセスあたりのコア数
 - JS_memory はプロセスあたりのメモリ量
 - JS_thread はプロセスあたりのスレッド数
- JS_threadは省略時, JS_cpuと同じ値
- これらの設定値に基づいて, ジョブスクリプトの資源量 (e.g., `-l select=...`) の記述が自動生成される

複数プロセス実行 (imb-s.xcrを編集)

```
use base qw (core);      # とりあえず「おまじない」と思う
my $procs = 72;
%template = (
    'id' => 'job-imbs',   # 任意のジョブ名
    'exe0' => "mpirun -np $procs ./IMB-MPI1 -npmin $procs", # 実行コマンド
    'JS_node' => $procs, # MPIプロセス数
    'JS_cpu' => 1,       # コア数/MPIプロセス
    'JS_limit_time' => '00:10:00', # ジョブの制限時間
    'JS_queue' => 'queuename', # キュー名(実際の自分のグループ名に置き換える)
    'JS_group' => 'groupname', # グループ名(実際の自分のグループ名に置き換える)
    # 以下は変更なし(ジョブ実行前後のメッセージ出力)
    'before' => sub { print "Submitting $self->{id}¥n"; },
    'after' => sub { print "$self->{id} finished¥n"; },
);
# Execute the job
@jobs=&prepare_submit_sync (%template);
```

修正版imb-s.xcrを実行

```
$ xcrypt imb-s.xcr
```

```
job-imbs <= initialized
```

```
job-imbs <= prepared
```

```
job-imbs <= finished
```

- そのままでは再実行されない
- (idによって同定される)ジョブは、実行済の場合スキップされる。そのため、キャンセルまたは別のidをつける必要がある

ジョブのキャンセル

ジョブ名を指定してキャンセル

```
% xcryptdel --cancel job-imbs  
job-imbs is signaled to be uninitialized.
```

全ての実行履歴を忘れたい場合は以下

```
% xcryptdel --clean
```

実行結果の確認

```
% ls -ltr
```

→ `job-imbs_reedbush.bat` が更新されていることを確認

```
% cat job-imbs_reedbush.bat
```

→ `-l select=` 以降が意図通りになっていることを確認

ジョブの実行履歴

- ジョブ履歴は、xcryptを実行したディレクトリの `inv_watch` というディレクトリに保管されている
 - そのため、このディレクトリを `rm -r` で削除したり、xcryptを別のディレクトリで実行した場合は、履歴は反映されない
- `xcryptdel --cancel` で指定されたジョブは、実行中であれば (`qdel` 等で) キャンセルし、`inv_watch` 履歴中の当該ジョブの状態を未実行に戻す
 - `--cancel` なしでジョブ名を指定すると、実行中のジョブのみキャンセルし、完了したジョブはキャンセルされない
- `xcryptdel --clean` は、実行中の全てジョブを (`qdel` 等で) キャンセルし、全ての実行履歴を忘れる
 - この履歴は、`inv-watch.2` 等の別名のディレクトリに退避される。このディレクトリは消去しても差し支えない

別のidをつける

スクリプトを編集して, 自分で別のidにする

```
% vi imb-s.xcr
```

```
- 'id' => 'job-imbs',
```

```
+ 'id' => 'job-imbs-p72',
```

```
% xcrypt imb-s.xcr
```

```
...
```

```
job-imbs-p72 <= finished
```

xcrypt実行時に--genidオプションをつけると, 重複しない適当なidが振られる(idの仕様が鬱陶しい人向け)

```
% xcrypt --genid imb-s.xcr
```

```
...
```

```
job-imbs_002 <= finished
```

パラメータのデフォルト値の定義

- JS_queue, JS_group, JS_limit_timeに設定すべき値はシステム毎に異なる
- スクリプトを別のシステムで動かすときにいちいち書き換えるのは面倒なので、システムごとのデフォルト値を定義しておく

システムデフォルトのユーザ設定ファイルをホームディレクトリにコピー

```
$ cp /lustre/app/xcrypt/tasuku-xcrypt-f994ff272f56/etc/xcryptrc  
~/.xcryptrc
```

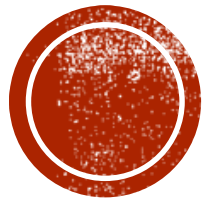
~/.xcryptrc が存在すると、こちらが優先的に読み込まれる。このファイルを編集

```
$ vi ~/.xcryptrc
```

```
- # JS_limit_time = 3600  
+ JS_limit_time = "00:10:00"  
- # JS_queue = queueaname  
+ JS_queue = queueaname  
- # JS_group = groupname  
+ JS_group = groupname
```

→ .xcrのJS_limit_time/JS_queue/JS_groupを消しても動作することを確認

- これ以外でも、任意のパラメータのデフォルト値を設定できるのでお好みで
- スクリプトと.xcryptrcの両方に定義があった場合、スクリプトの定義が優先



実習2: 複数ジョブ実行と 性能評価への応用

複数ジョブの実行

imb-s.xcr をベースにするのでコピー

```
% cp imb-s.xcr imb-p.xcr
```

このファイルを編集(エディタは任意)

```
% emacs imb-p.xcr
```

imb-p1.xcr (複数ジョブ実行)

```
use base qw (core);          # とりあえず「おまじない」と思う
%template = (
    'RANGE0' => [32,64,128],   # プロセス数の集合
    'id@' => sub {"job-imbp-P$VALUE[0]"},
                                   # ジョブ名の命名規則
    'exe0@' => sub {"mpirun -np $VALUE[0] ./IMB-
MPI1 -npmin $VALUE[0]"},      # 実行コマンド
    'JS_node@' => sub {$VALUE[0]}, # MPIプロセス数
    'JS_cpu' => 1,              # コア数/MPIプロセス
);
# Execute the jobs
@jobs=&prepare_submit_sync (%template);
```

Imb-p1.xcr の実行

```
$ xcrypt imb-p1.xcr
job-imbp-P32 <= initialized
job-imbp-P32 <= prepared
...
job-imbp-P32 <= finished
job-imbp-P64 <= finished
job-imbp-P128 <= finished
# 生成されたファイルを確認
$ ls -ltr
```


修正のポイント

- `RANGEn` により, 実行したいパラメータの集合を定義 (n は0以上の整数)
- `RANGEn` で定義した各値によって, 設定したい値が異なるパラメータ `param` は, `param@` として定義し, => の右辺は値をどのように設定するかを定義する関数とする
 - この関数の中で, (ジョブごとに異なる) `RANGEn` 中の各値を `$VALUE[n]` で参照できる
 - 今回の例では文字列にパラメータ値を埋め込む単純な例だが, もちろんもっと複雑なPerl関数も書ける
- 集合 `RANGEn` を複数定義した場合, それらの集合の直積の要素に対応したジョブが生成・実行される

imb-p2.xcr (複数パラメータによるジョブ集合定義)

```
use base qw (core);
use POSIX qw(floor ceil);
my $NCORE = 36;      # ノードあたりのコア数@Reedbush
%template = (
    'RANGE0' => [32,64,128],    # プロセス数の集合
    'RANGE1' => [1,2,4,8,16],  # プロセス数/物理ノードの集合
    'id@' => sub {"job-imbp-P$VALUE[0]p$VALUE[1]"},
                # ジョブ名の命名規則
    'exe0@' => sub {"mpirun -np $VALUE[0] ./IMB-MPI1 -npmin $VALUE[0]"},
    'JS_node@' => sub {$VALUE[0]}, # MPIプロセス数
    'JS_cpu@' => sub {floor($NCORE/$VALUE[1])}, # コア数/MPIプロセス
    'JS_phnode@' => sub { $VALUE[0]/$VALUE[1]; }, # 物理ノード数
);
# Execute the jobs
@jobs=&prepare_submit_sync (%template);
```

とりあえず実行

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

```
job-imbp-P32p1 <= initialized
```

```
job-imbp-P32p1 <= prepared
```

```
job-imbp-P32p1 <= submitted
```

```
qsub: Error : Number of nodes  
exceeds your limit(=8).
```

...

- 要求ノード数が多すぎ

不適切なジョブの除外

imb-p2.xcr の

```
@jobs=&prepare_submit_sync (%template);
```

の部分を以下のように修正

テンプレートの展開のみを行う

```
@jobs=&prepare(%template);
```

```
print "jobs¥n";
```

```
foreach $j (@jobs) { print "n=$j->{JS_node}: c=$j->{JS_cpu}¥n"; }
```

ジョブ集合@jobsから, 物理ノード数が8を超えるものを取り除く

```
@jobs2=grep{$_->{JS_phnode}<=8} @jobs;
```

```
print "jobs2¥n";
```

```
foreach $j (@jobs2) { print "n=$j->{JS_node}: c=$j->{JS_cpu}¥n"; }
```

上記フィルターで残ったジョブのみ投入

```
submit_sync(@jobs2);
```

まだ怒られる(ことがある?)

```
$ xcryptdel --clean
```

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

...

```
qsub: Maximum number of jobs  
for group group already in  
complex
```

...

- 一度に投入するジョブが多すぎ?

一度に投入するジョブ数の制限

imb-p2.xcr の冒頭を以下のように修正

```
use base qw (limit core);  
use POSIX qw (floor ceil);  
# 一度に投入するジョブ数を最大3に制限  
limit::initialize (3);
```

再挑戦

```
$ xcryptdel --clean
```

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

```
...
```

```
job-imbp-P64p8 <= finished
```

```
job-imbp-P64p16 <= done
```

```
job-imbp-P64p16 <= finished
```

- これで成功するはず

結果確認

状況確認

```
$ xcryptstat
```

全てのジョブの標準出力を出力

```
$ xcryptstat --cat stdout
```

ファイル名も合わせて出力

```
$ xcryptstat --ls stdout --cat stdout
```

csv形式でいろいろ出力(Excel等で閲覧しやすい)

```
$ xcryptstat --ls stdout --ls batch --cat  
stdout --cat batch --csv > result.csv
```

名前が正規表現にマッチするジョブのみ対象

```
$ xcryptstat --name ".*P64.*" --ls stdout --  
ls batch --cat stdout --cat batch --csv >  
result.csv
```


ジョブのやりなおし

すべてやり直し

```
$ xcryptdel --clean
```

→ プログラムやスクリプトに必要な修正

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

1つのジョブだけキャンセル

```
$ xcryptdel --cancel job-imbp-P64p8
```

→ プログラムやスクリプトに必要な修正

同じスクリプトを再実行すると、キャンセルしたジョブのみ実行される

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

正規表現で複数のジョブを指定してキャンセル

```
$ xcryptdel --cancel ".*P64.*"
```

→ プログラムやスクリプトに必要な修正

```
$ xcrypt imb-p2.xcr
```

Tips

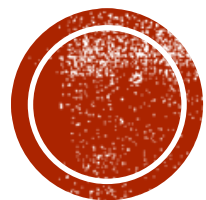
- xcrypt実行中にCtrl+Cを押したり, スパコンとのSSH接続が切断されると, スクリプトの実行が止まってしまう
- ただし, 投入済みのジョブはそのまま実行されたままになる
- 再び, 同じディレクトリで同じスクリプトを実行すると, (多くの場合) 中断時の実行状態を回復できる
 - 試しに, 先ほどのimb-p1.xcrの実行をCtrl+Cで止めて再実行してみるとよい
- スクリプトを止めずに, SSH接続を切って席を離れたい場合は, screenコマンド等の利用がおすすめ
 - 使い方は Google("GNU screen")等で

ジョブの状態表示について

- initialized, prepared: templateの展開により, ジョブオブジェクトが生成された
- submitted: ジョブの投入処理を行った
- queued: 投入したジョブがジョブキューに追加されたことをXcryptが認識した
- running: 投入したジョブが実行状態になったことをXcryptが認識した
- done: 投入したジョブが完了したことをXcryptが認識した
- finished: after手続きが完了し, ジョブが完全に終了した
- aborted: ジョブが異常終了, またはユーザによりキャンセルされた

prepare/submit/sync

- `prepare_submit_sync (%template)`
= `prepare (submit (sync (%template)))`
 - `prepare`: テンプレートを展開し, ジョブオブジェクトのリストを生成する
 - `submit`: ジョブオブジェクトのリストを受け取り, ジョブを投入する
 - `sync`: `submit`により投入したジョブの完了を待ち合わせる
- 通常は`prepare_submit_sync`でよい
- `submit`の前にジョブオブジェクトを編集したり, `submit`したジョブの完了を待っている間, 別のPerl処理をやっておきたい場合には分けて呼び出すとよい



実習3: 他のシステムへの セットアップ

Oakleaf-FXでのセットアップ(1/2)

Oakleaf-FXにログイン

```
mypc$ ssh myID@oakleaf-fx.cc.u-tokyo.ac.jp
```

Xcryptをダウンロード

<https://bitbucket.org/tasuku/xcrypt> →「ダウンロード」→
「リポジトリをダウンロードする」の

URLをコピー&ペースト(f99...の記号列はバージョンにより異なる)

```
% wget https://bitbucket.org/.../f994ff272f56.zip
```

展開&適当にディレクトリ名変更

```
% unzip f994ff272f56.zip
```

```
% mv tasuku-xcrypt-f994ff272f56 xcrypt
```

インストールスクリプトを実行

```
% cd xcrypt
```

```
% ./do-install
```

→ 質問には全て何も押さずにEnterキーでよい

Oakleaf-FXでのセットアップ(2/2)

(完了時のメッセージに従って)xcryptコマンドにパスを通す

以下はbashの場合

```
% vi ~/.bashrc
```

```
+ export PATH=$HOME/xcrypt/bin:$PATH
```

→ 再ログインにより設定を反映

ユーザ設定ファイルを設置・編集

```
% cp ~/xcrypt/etc/xcryptrc ~/.xcryptrc
```

```
% vi ~/.xcryptrc
```

~/xcrypt/lib/config にある設定ファイルを指定

```
- sched = sh
```

```
+ sched = tokyo-fx10
```

以下はreedbushの設定と同様

```
+ JS_limit_time = "0:15"
```

```
+ JS_queue = queuename
```

```
+ JS_group = groupname
```

Reedbushでのセットアップ(1/2)

Reedbushにログイン

```
mypc$ ssh myID@reedbush-u.cc.u-tokyo.ac.jp
```

Lustreディレクトリに移動(計算ノードから見えるディレクトリにインストールする必要がある)

```
$ cdw
```

Xcryptをダウンロード

<https://bitbucket.org/tasuku/xcrypt> →「ダウンロード」→「リポジトリをダウンロードする」の

URLをコピー&ペースト(f99...の記号列はバージョンにより異なる)

```
% wget https://bitbucket.org/.../f994ff272f56.zip
```

展開&適当にディレクトリ名変更

```
% unzip f994ff272f56.zip
```

```
% mv tasuku-xcrypt-f994ff272f56 xcrypt
```

インストールスクリプトを実行

```
% cd xcrypt
```

```
% ./do-install
```

→ 質問には全て何も押さずにEnterキーでよい

Reedbushでのセットアップ(2/2)

```
# (完了時のメッセージに従って)xcryptコマンドにパスを通す
# 以下はbashの場合
% vi ~/.bashrc
+ export PATH=cdwで表示されるディレクトリ名/xcrypt/bin:$PATH
→ 再ログインにより設定を反映
# ユーザ設定ファイルを設置・編集
% cp cdwで表示されるディレクトリ名/xcrypt/etc/xcryptrc ~/.xcryptrc
% vi ~/.xcryptrc
# ~/xcrypt/lib/config にある設定ファイルを指定
- sched = sh
+ sched = reedbush
# 以下はOakleafの設定と同様(ただし、時間の指定方法が異なる)
+ JS_limit_time = "0:15:0"
+ JS_queue = queuename
+ JS_group = groupname
```

動作確認

```
$ cd ~/xcrypt/sample
```

```
# サンプルが使用する実行ファイルをmake
```

```
$ cd bin
```

```
$ make
```

```
# サンプルを実行
```

```
$ cd ..
```

```
$ xcrypt single.xcr
```

→ 正常実行できていることを確認

他のシステムへのセットアップ

- lib/config に設定ファイルが存在するシステムであれば、前述と同様の方法で利用可能
- 設定ファイルが未作成なシステムでは、自分で設定ファイルを書く必要がある
- 既存のファイルやマニュアルを参考に
 - qsub/qdel/qstat のコマンドの定義
 - それらの出力の解釈方法
 - JS_node/cpu/queue/group/limit_time などの設定値からジョブスクリプトの当該部分を生成する処理などを書く必要がある
- 公益性の高いシステムであれば、可能な限り作成依頼も承ります（利用マニュアルを送ってください）



より高度な機能の紹介

Extension modules

- Xcrypt provides a *module interface*, which enables *expert users* to **add various features**
 - limiting # of simultaneous queued/running jobs (本資料P.30および `sample/limit.xcr`)
 - creating a sandbox directory for each executing job (`sample/sandbox.xcr`)
 - enabling users to describe dependencies among jobs declaratively (`sample/dependency.xcr`)

The “dependency” module

- Enables to write dependency among jobs declaratively
 - `$j1->{depend_on} = [$j2, $j3];`
 - `$j2` and `$j3` cannot be executed until `$j1` is finished
 - When the job `$j1` is finished, we can execute `$j2` and `$j3`

The “limit” module definition

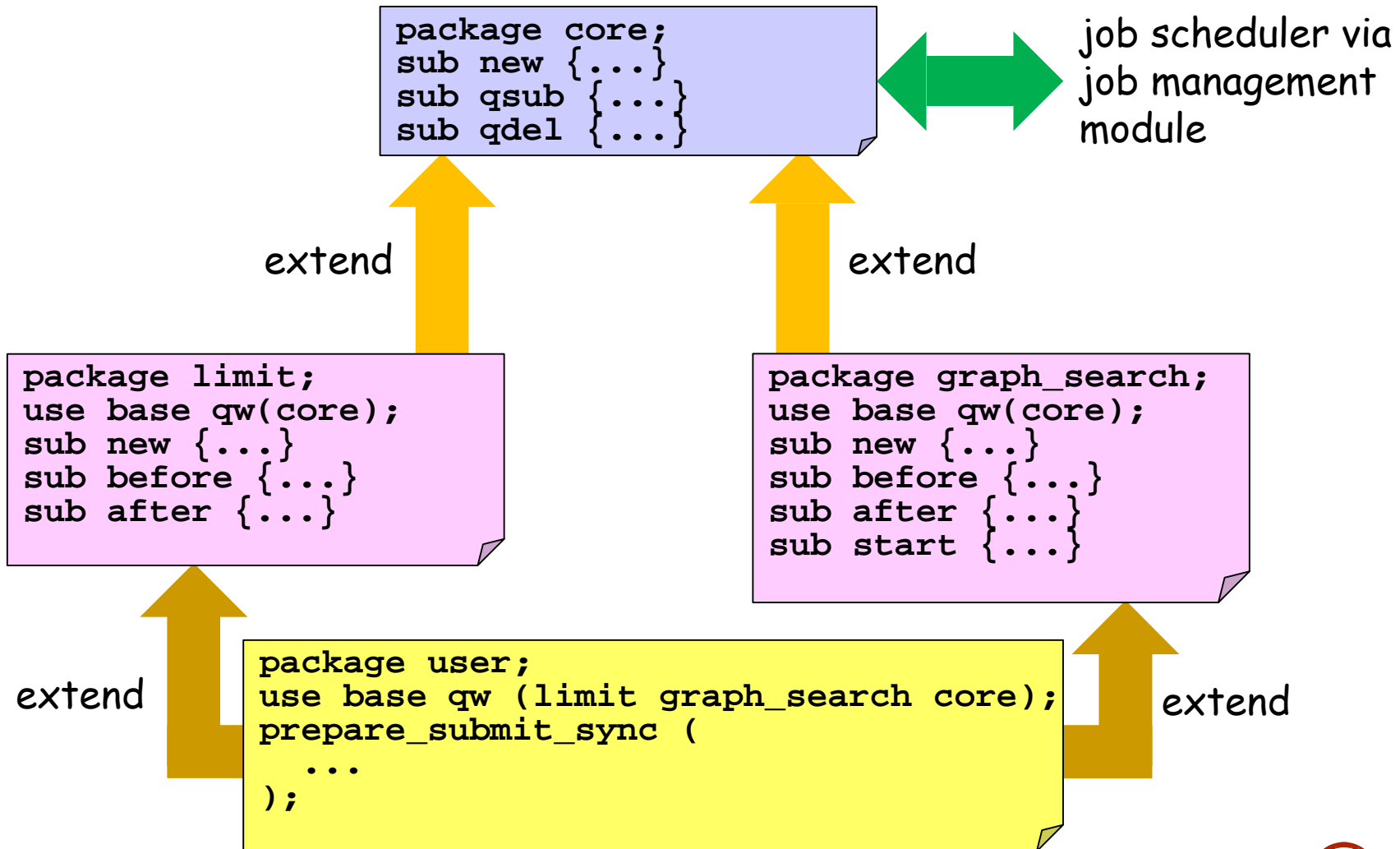
```
package limit;
use NEXT;
use Coro::Semaphore;

my $smph;
sub initialize {
    $smph = Coro::Semaphore->new($_);
}

sub before {
    $smph->down;
}

sub after {
    $smph->up;
}
```

Mechanism for extension modules



Remote job submission

- Remote job submission
 - Submit jobs from Xcrypt on your laptop PC
 - Enables job parallel processing **among multiple supercomputers** by a single script
- APIs for transferring files from/to remote login nodes.

Remote Submission Example

```
my $env1 = &add_host({
  'host'    => 'tasuku@t2k.ccs.tsukuba.ac.jp',
  'sched'   => 't2k_tsukuba'});
put_into ($env1, 'input.txt')
&prepare_submit_sync = (
  'id'      => 'jobremote',
  'JS_cpu'  => '1',
  'JS_memory' => '1GB',
  'JS_limit_time' => 300,
  'exe0'    => './a.out',
  'env'     => $env1,);
get_from ($env1, 'output.txt');
```

Spawn-sync style notation

```
use base qw(core);

sub analyze {
    analyze output file (application dependent)
}

foreach $i (0..999) {
    spawn {           # executed in a concurrent job
        system (". /a.out input$i.dat output$i.dat");
        analyze("output$i.dat"); # time-consuming post processing
    } (JS_node=> 1, JS_cpu => 16);
}
sync;
```

まとめ

- Xcryptの基本機能を使用方法を実習により体験していただきました
- Perlで本格的なコードを書くことにより、さらに様々な処理も可能になりますが、今回紹介した簡単なパラメータスイープのみでも、人によっては有用性が高いと思います
- 新しいシステムへの対応, その他機能要望, 質問, バグ報告等気軽にご連絡ください