PMlib 講習会資料

理化学研究所 計算科学研究機構
可視化技術研究チーム
2016年6月22日

本日使用する資料の入手方法

- 各自のPCへWebブラウザからアクセス・ダウンロード

- 本日使用する資料
  - スライドおよびハンズオンプログラムは下記から
  - https://github.com/mikami3heart/PMlib-tutorials

- PMlibパッケージ
  - パッケージファイル一式の tar.gz ファイル
  - http://avr-aics-riken.github.io/PMlib/

講習会の内容

- はじめに
  - ゲスト無線LANの利用について（別資料）
  - 資料のダウンロード
- PMlib概要説明
  - 性能統計ツールの位置づけ
  - PMlibの機能と特徴
  - PMlibの関数のAPI仕様
- PMlib実習のインストールとテスト
  - PMlibパッケージのダウンロード
  - テストシステムへのログイン・ファイル転送
  - PMlibのインストール
  - exampleプログラムの実行

資料のダウンロード

- 本日使用する資料のダウンロード
  - https://github.com/mikami3heart/PMlib-tutorials

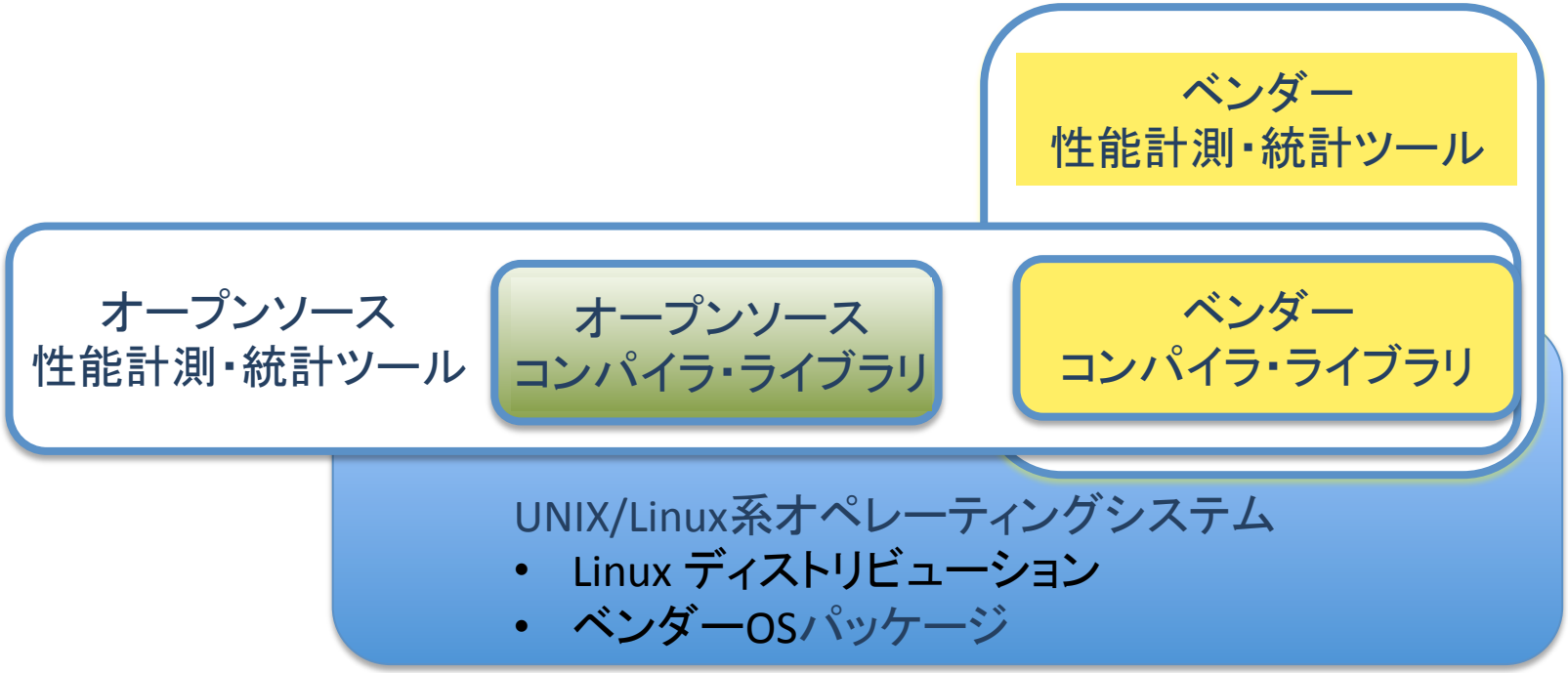
    - PMlib-doxygen.tar.gz
    - Tutorial-slide1-overview.pdf
    - Tutorial-slide2-installation.pdf
    - Tutorial-xtra-slides.pdf

- PMlibパッケージの入手方法は、後半の「インストールとテスト」にて説明

PMlibとは

- アプリケーション計算性能モニター用のクラスライブラリ
- オープンソースソフトウエア（理研 AICSが開発・提供）
- ユーザーライブラリとしてもシステムライブラリとしても利用可
- アプリケーションのソースプログラム中にPMlib計測区間を指定して実行し、終了時に区間の統計情報を出力
- 主な用途として、計算負荷のホットスポット同定や、プロセス間の計算負荷バランスの確認に利用を想定
- ベンチマーク的な一時利用だけでなく、アプリケーションに常時組み込み、プロダクションランでの性能モデリング支援に利用される事を期待
- C++とFortranに対応したAPI

性能統計ツールの位置づけ



ベンダー
ツール

X86系
- Intel
- PGI
- Cray

Sparc系
- 富士通
- Oracle

Power系
- 日立
- IBM

その他
- GPU
- Phi/MIC
- SX

- オープンソース性能統計ツール類
  - Gprof: 簡易機能、コンパイラに制約
  - Scalasca: 高機能、Score-P共通インフラ
  - PAPI : HWPCへのアクセス
  - 他多数
  - PMlib

各ツールの位置づけ

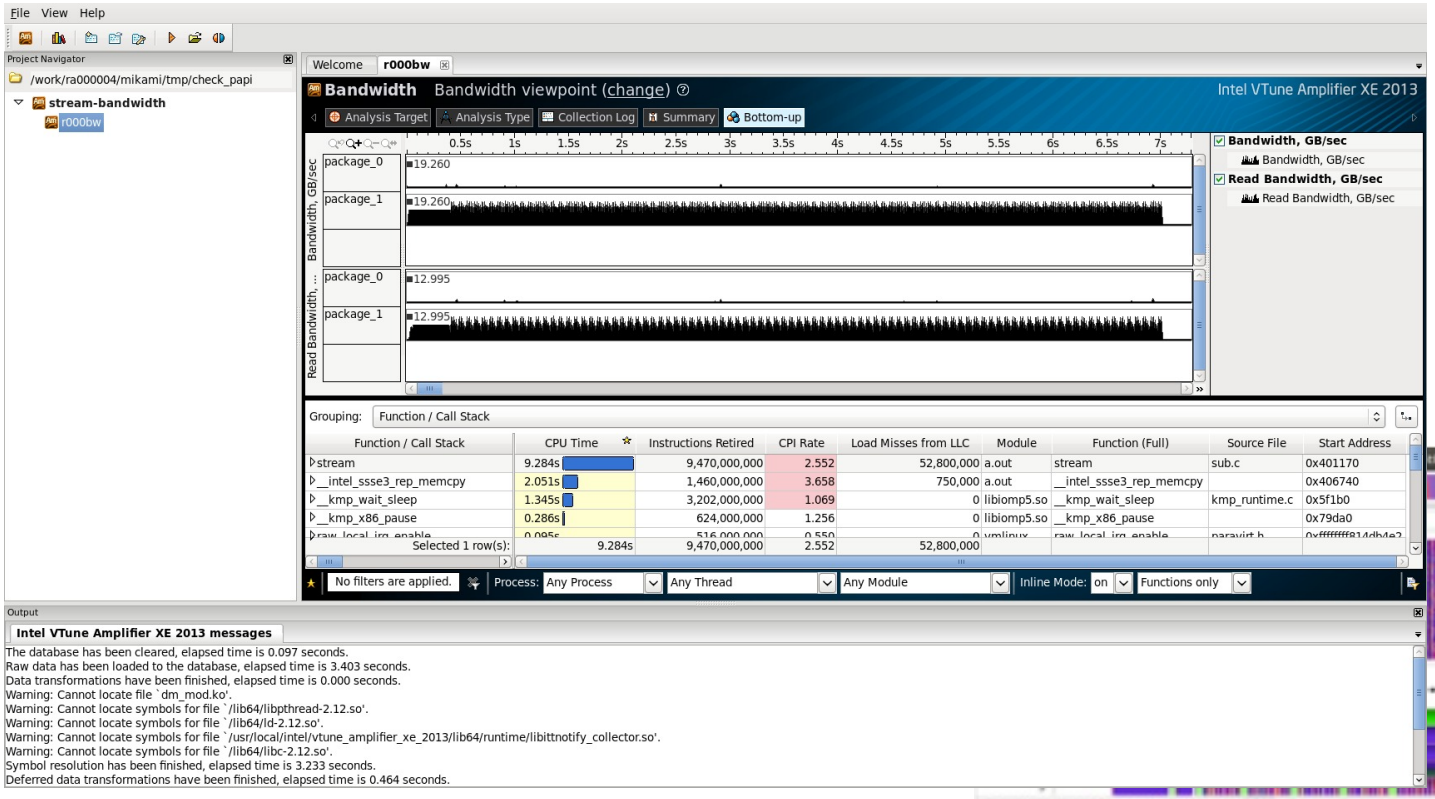
- ベンダー性能計測・統計ツール
  - 〇豊富な機能、高度なインタフェイス、システムに統合化された安心感、詳しいドキュメント、ベンダーによるサポート
  - △習熟に相当期間が必要、システム機種毎にツールが決まってしまう、それなりの価格

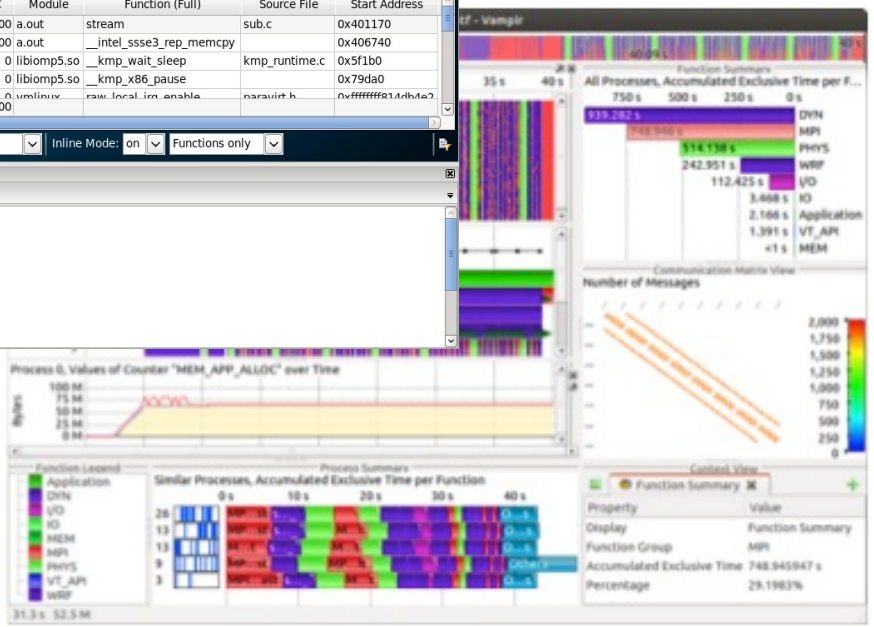
- オープンソース性能計測・統計ツール
  - 〇各ツール毎に高機能、無料
  - △ユーザーインタフェイスが個性的、インストールの手間・利用方法の習熟がそれなりに大変→周囲にツールをよく知っている人がいないとハードルは高い

- PMlib
  - オープンソース
  - テキストレポートを基本とした簡易なツール

高機能GUIベースツールのハードル

- 見た目の豪華さ ∝ 利用に必要な習熟期間の長さ





⬆マニュアル 60MB online HTML

マニュアル100ページー＞

PMlibの特徴

- PMlibの特徴
  - テキストレポートを基本としたコンパクトなツール
    - 機能・出力情報を絞って容易に利用
  - インストールがとても簡単
    - この後の実習
  - 測定情報（計算性能統計情報）の採取方法を選択可能
    - 計算量を明示的に申告（アルゴリズム性能）
    - 計算量をHWPCを用いて自動的に算出（システム性能）
  - アプリケーションが性能統計レポートを直接出力
    - 指定区間毎の経過時間と計算量
  - 時刻歴情報のポスト処理可視化ツールを別パッケージ化

PMlibが対応する並列プログラムモデル

- シリアルプログラム
- OpenMP（SMPスレッド）並列プログラム
  - 測定区間内にOpenMPループを含む場合に相当
  - ただしスレッド自身からのPMlib呼び出しには未対応
- MPI並列プログラム
- MPIとOpenMPの組み合わせ並列プログラム
- APIはC++とFortranに対応

PMlibの動作確認がとれているシステム

- 京/FX10/FX100:
  - 計算ノード用(ログインノードでのクロスコンパイル可能)
  - 富士通コンパイラ＋富士通MPI
- Intel Xeon クラスタ: RedHat 6.1+、Suse 11.3+、Linux kernel 2.6.32+を推奨
  - Intelコンパイラ＋IntelMPI
  - GNUコンパイラ+OpenMPI/gnu
  - PGIコンパイラ+OpenMPI/pgi
- Apple Macbook: OSX 10.8以降
  - Apple Clang/LLVMコンパイラ＋OpenMPI
  - Intelコンパイラ＋OpenMPI
  - GNUコンパイラ
- 必要なソフトウエア環境
  - C++, C, Fortranコンパイラ
  - (必要に応じて)MPIライブラリ、PAPIライブラリ、OTFライブラリ

PMlibの利用方法

- PMlibライブラリのインストール
- アプリケーションの測定区間を定義する
  - ソース中の注目箇所にPMlib APIを追加
- アプリケーションを実行する
  - 実行時に性能統計情報がレポートされる（標準出力または指定ファイル）
  - オプションにより実行時にOTF(Open Trace Format)データが生成される
- 出力情報の評価
  - テキストレポートの数値を評価する
  - オプションにより生成されたOTFデータを、ポスト処理可視化ツールを用いて可視化を行い時刻歴評価する

PMlib利用プログラム例

- 元のソース

```
int main (int argc, char *argv[])
{
     subkernel(); //演算を行う関数

     return 0;
}
```

PMlib組み込み後のソース

```
#include <PerfMonitor.h>
using namespace pm_lib;
PerfMonitor PM;
int main (int argc, char *argv[])
{
     PM.initialize();
     PM.setProperties(" Koko!", 1);
     PM.start(" Koko!");
     subkernel();
     PM.stop (" Koko!", 100.0, 1);
     PM.gather();
     PM.print(stdout, " Mr.Bean");
     PM.printDetail(stdout);
     return 0;
}
```

ヘッダー部追加

初期設定

測定区間

レポートを出力

PMlib計算性能モニター機能

- 指定した測定区間毎に性能統計情報を蓄積・記録
- 各測定区間は少数のプロパティを持つ
  - ラベル：測定区間につける名称。任意の文字列
  - 測定する計算量：「演算量」、「通信量」、「実行時に動的決定」
  - 排他性：「排他的測定区間」または「非排他的測定区間」
- 測定区間毎の性能統計値の種類
  - 経過時間の累積値・毎回値
  - 計算量：演算量（主として浮動小数点演算量）・通信量（データ移動量）・その他HW固有の評価可能な統計量
- 測定区間の計算量の決定・算出方法
  - ユーザが明示的に申告する場合
  - PMlibとシステムにHWPC値を自動採取させる場合

計算量：明示的な申告モード

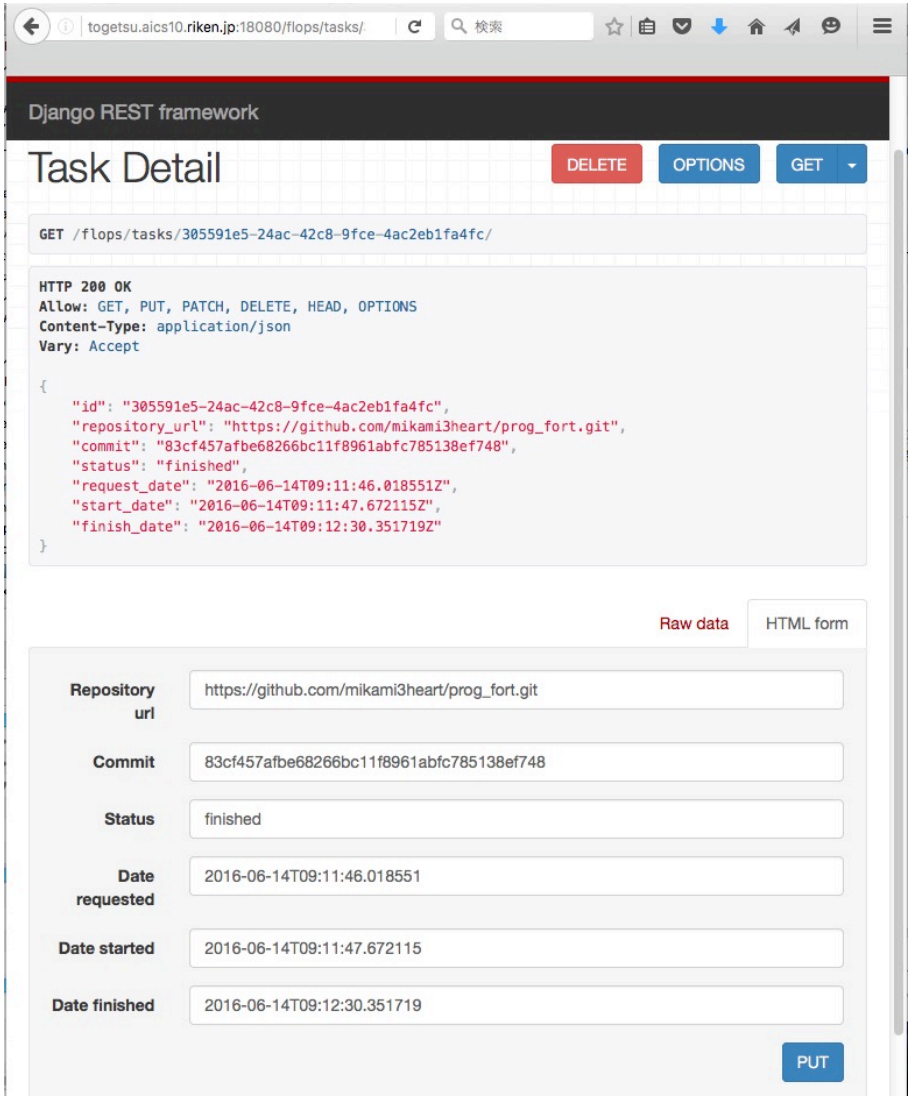
- 計算量をユーザが明示的に申告する場合
  - 測定区間の計算量を値あるいは計算式でPMlib APIの引数として与える
  - ソースプログラムで記述された計算量に基づいた（アルゴリズムベースでの）性能を評価したい場合に適している
  - 演算の種類（四則演算・基本関数・アルゴリズムのブロック）などの粒度に応じて自分で決定できる
  - ではその値・計算式はどのように算出するかというと
    - ソースからを自分で数え上げる・机上で設定する
    - ソースのパーサーツールを用いて算出する
    - 残念ながら自動的というわけにはいきません

ソースのパーサーツール例1

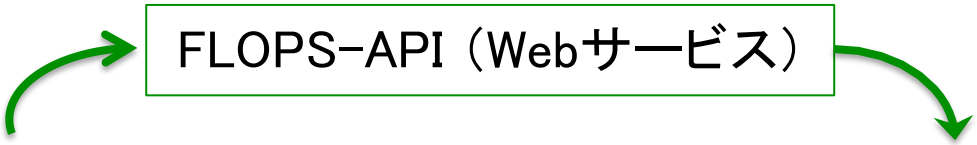
- 例1：KSCOPE
  - Kscope（http://www.aics.riken.jp/ungi/soft/kscope/）
  - 対話的な変数スコープ分析
  - 分析情報をCSV出力

ソースのパーサーツール例2

- 例2：FLOPS-API（AICS利用高度化チームの試験的Webサービス）
  - ソースプログラムを含むリポジトリを指定してPOST
  - 分析情報をJSON出力



ソースのパーサーツール例2




```
subroutine sub_fcount(a,b,c,n)
integer :: n
real*8 a(n), b(n), c(n)
do i=1,n
c(i)=0.1/(a(i)+b(i))
end do
do i=1,n
c(i)=c(i)+a(i)*b(i)
end do
return
end
```


```
{
"loc": "check_counts.f90",
"pu": "sub_fcount",
"niter": "n",
"cat": "do-construct",
"metrics": {
        "nfadd": 1,
        "nfdiv": 1,
        "naref": 3
},
"end_line": 7,
"start_line": 5,
"type": "loop"
},{"loc": "check_counts.f90",
"pu": "sub_fcount",
"niter": "n - 1",
"cat": "do-construct",
"metrics": {
        "nfadd": 1,
        "nfmul": 1,
        "naref": 4
},
"end_line": 10,
"start_line": 8,
"type": "loop"
}
```

計算量 :HWPCによる自動算出モード

- システムがハードウエア性能カウンタ(HWPC)を内部に持ち、そのイベント統計情報をPAPIライブラリでアクセス可能な場合は、PMlibがPAPI低レベルAPI経由で情報を採取する
  - コンパイラによる命令最適化の効果やプロセッサ・階層的メモリレイアウトなどの特性効果を含む
  - システム性能の評価に適する
- HWPCイベントの種類毎にカウンターグループを定義
- プログラム実行時に環境変数HWPC_CHOOSERで選択する
  - FLOPS
  - BANDWIDTH
  - VECTOR
  - CACHE
  - CYCLE
- 全イベントリスト別表(参考資料)

出力レポート

- １、基本レポート
  - 測定区間毎のプロセス平均プロファイル
  - ジョブあたりの総合性能
- ２、詳細プロファイル：MPIプロセス毎
  - 各MPIプロセス毎のプロファイルを出力
    - プロセスがOpenMPスレッドを発生した場合、各スレッドの計算量は元プロセスに合算する。
- ３、詳細プロファイル：HWPCイベント統計
  - HWPCイベントグループを環境変数で指定
  - 各MPIプロセス毎のHWPCイベント統計量を出力
    - 同上
- 区間を登録順、または経過時間順にソート出力

出力するプロファイル情報の選択

- 出力レポートに表示される情報はモード・引数の組み合わせで決める
- ユーザ申告モード
  - HWPC APIが利用できないシステムや環境変数HWPC_CHOOSERが指定されていないジョブでは自動的にユーザ申告モードで実行される。
  - ユーザ申告モードではsetProperties() とstop()への引数により出力内容が決定、HWPC詳細レポートは出力されない。
  - (1) ::setProperties(区間名, type, exclusive)の第2引数typeは測定量のタイプを指定する。計算(CALC)タイプか通信(COMM)タイプかの選択を行なう、ユーザ申告モードで有効な引数。
  - (2) ::stop (区間名, fPT, iC)の第2引数fPTは測定量。計算(浮動小数点演算)あるいは通信(MPI通信やメモリロードストアなどデータ移動)の量を数値や式で与える。

setProperties() type引数	stop() fP引数	基本・詳細レポート出力
CALC	指定あり	時間、fPT引数によるFlops
COMM	指定あり	時間、fPT引数によるByte/s
任意	指定なし	時間のみ

出力するプロファイル情報の選択

- HWPCによる自動算出モード
  - HWPC/PAPIが利用可能なプラットフォームで利用できる
  - 環境変数HWPC_CHOOSERの値によりユーザ申告値を用いるかPAPI情報を用いるかを切り替える。
  - (FLOPS| BANDWIDTH| VECTOR| CACHE| CYCLE)

- ユーザ申告モードかHWPC自動算出モードかは、内部的に下記表の組み合わせで決定される。

環境変数 HWPC_CHOOSER	setProperties()の type引数	stop()の fP引数	基本・詳細レポート出力	HWPCレポート出力
NONE(無指定)	CALC	指定値	時間、fP引数によるFlops	なし
NONE(無指定)	COMM	指定値	時間、fP引数によるByte/s	なし
FLOPS	無視	無視	時間、HWPC自動計測Flops	FLOPSに関連するHWPC統計情報
VECTOR	無視	無視	時間、HWPC自動計測SIMD率	VECTORに関連するHWPC統計情報
BANDWIDTH	無視	無視	時間、HWPC自動計測Byte/s	BANDWIDTHに関連するHWPC統計情報
CACHE	無視	無視	時間、HWPC自動計測L1$,L2$	CACHEに関連するHWPC統計情報

基本レポート例 ユーザ申告モード

```
# PMlib Basic Report -------------------------------------------------

     Timing Statistics Report from PMlib version 5.0.3
     Linked PMlib supports: MPI, OpenMP, HWPC, OTF
     Host name : vsp01
     Date      : 2016/06/19 : 15:28:19
     Mrs. Kobe
     Parallel Mode:   Hybrid (4 processes x 4 threads)
     The environment variable HWPC_CHOOSER is not provided. No HWPC report.

     Total execution time            = 9.795189e-01 [sec]
     Total time of measured sections = 9.816882e-01 [sec]

     Exclusive sections statistics per process and total job.
     Inclusive sections are marked with (*)

     Section           |    call  |        accumulated time[sec]           | [user defined counter values ]
     Label             |          |      avr   avr[%]      sdv   avr/call  |      avr       sdv   speed
     ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
     First section     :        1   1.043e-01  10.62  1.47e-03  1.043e-01    4.000e+09  0.00e+00  38.35 Gflops
     Second section(*) :        1   8.420e-01  85.77  6.86e-03  8.420e-01    1.960e+10  0.00e+00  23.28 Gflops(*)
     Subsection X      :        3   3.120e-01  31.78  3.28e-03  1.040e-01    4.800e+10  0.00e+00 153.84 GB/sec
     Subsection Y      :        3   3.118e-01  31.76  2.72e-03  1.039e-01    1.440e+10  0.00e+00  46.18 Gflops
     ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
     Sections per process          4.161e-01     -Exclusive CALC sections-  1.840e+10           44.22 Gflops
     Sections per process          3.120e-01     -Exclusive COMM sections-  4.800e+10          153.84 GB/sec
     ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
     Sections total job            4.161e-01     -Exclusive CALC sections-  7.360e+10          176.87 Gflops
     Sections total job            3.120e-01     -Exclusive COMM sections-  1.920e+11          615.36 GB/sec
```

基本レポート例 HWPCによる自動算出モード

```
# PMlib Basic Report -----------------------------------------------------

      Timing Statistics Report from PMlib version 5.0.3
      Linked PMlib supports: MPI, OpenMP, HWPC, OTF
      Host name : vsp01
      Date      : 2016/06/19 : 15:26:50
      Mrs. Kobe
      Parallel Mode:   Hybrid (4 processes x 4 threads)
      The environment variable HWPC_CHOOSER=FLOPS is provided.

      Total execution time            = 9.848690e-01 [sec]
      Total time of measured sections = 9.816217e-01 [sec]

      Exclusive sections statistics per process and total job.
      Inclusive sections are marked with (*)

      Section           |    call  |        accumulated time[sec]           | [hardware counter byte counts]
      Label             |          |      avr    avr[%]      sdv   avr/call  |      avr       sdv    speed
      ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
      First section     :        1   1.039e-01  10.59  1.32e-03  1.039e-01    4.807e+09  1.89e+06  46.26 Gflops
      Second section(*) :        1   8.412e-01  85.70  4.72e-03  8.412e-01    5.226e+09  1.79e+06   6.21 Gflops(*)
      Subsection X      :        3   3.106e-01  31.64  9.48e-04  1.035e-01    1.614e+10  3.24e+06  51.97 Gflops
      Subsection Y      :        3   3.127e-01  31.85  4.06e-03  1.042e-01    1.568e+10  2.73e+06  50.14 Gflops
      ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
      Sections per process          7.272e-01     -Exclusive CALC sections-  3.663e+10           50.37 Gflops
      ------------------+----------+----------------------------------------+---------------------------
      Sections total job            7.272e-01     -Exclusive CALC sections-  1.465e+11          201.47 Gflops
```

詳細レポート例(プロセス毎)

```
# PMlib Process Report --- Elapsed time for individual MPI ranks ------

Label  Subsection Y
Header ID  :     call   time[s] time[%]  t_wait[s]  t[s]/call   counter     speed
Rank     0 :        3  3.111e-01   31.7  7.485e-03  1.037e-01  1.568e+10  5.039e+10 Flops (HWPC)
Rank     1 :        3  3.116e-01   31.7  7.000e-03  1.039e-01  1.568e+10  5.032e+10 Flops (HWPC)
Rank     2 :        3  3.186e-01   32.5  0.000e+00  1.062e-01  1.568e+10  4.921e+10 Flops (HWPC)
Rank     3 :        3  3.094e-01   31.5  9.198e-03  1.031e-01  1.567e+10  5.066e+10 Flops (HWPC)
Label  Subsection X
Header ID  :     call   time[s] time[%]  t_wait[s]  t[s]/call   counter     speed
Rank     0 :        3  3.111e-01   31.7  4.311e-04  1.037e-01  1.614e+10  5.189e+10 Flops (HWPC)
Rank     1 :        3  3.116e-01   31.7  0.000e+00  1.039e-01  1.615e+10  5.182e+10 Flops (HWPC)
Rank     2 :        3  3.104e-01   31.6  1.143e-03  1.035e-01  1.615e+10  5.202e+10 Flops (HWPC)
Rank     3 :        3  3.094e-01   31.5  2.169e-03  1.031e-01  1.614e+10  5.217e+10 Flops (HWPC)
Label  First section
Header ID  :     call   time[s] time[%]  t_wait[s]  t[s]/call   counter     speed
Rank     0 :        1  1.059e-01   10.8  0.000e+00  1.059e-01  4.809e+09  4.542e+10 Flops (HWPC)
Rank     1 :        1  1.033e-01   10.5  2.578e-03  1.033e-01  4.806e+09  4.653e+10 Flops (HWPC)
Rank     2 :        1  1.034e-01   10.5  2.490e-03  1.034e-01  4.807e+09  4.650e+10 Flops (HWPC)
Rank     3 :        1  1.031e-01   10.5  2.789e-03  1.031e-01  4.805e+09  4.661e+10 Flops (HWPC)
```

詳細レポート例(HWPC/PAPI)

```
# PMlib hardware performance counter (HWPC) Report ------------------------
Label   Subsection Y
Header  ID :     SP_OPS     DP_OPS    [Flops]
Rank     0 :  1.568e+10  9.500e+01  5.039e+10
Rank     1 :  1.568e+10  9.200e+01  5.032e+10
Rank     2 :  1.568e+10  9.600e+01  4.921e+10
Rank     3 :  1.567e+10  1.020e+02  5.066e+10
Label   Subsection X
Header  ID :     SP_OPS     DP_OPS    [Flops]
Rank     0 :  1.614e+10  1.030e+02  5.189e+10
Rank     1 :  1.615e+10  1.070e+02  5.182e+10
Rank     2 :  1.615e+10  1.080e+02  5.202e+10
Rank     3 :  1.614e+10  1.130e+02  5.217e+10
Label   First section
Header  ID :     SP_OPS     DP_OPS    [Flops]
Rank     0 :  4.809e+09  2.600e+01  4.542e+10
Rank     1 :  4.806e+09  2.300e+01  4.653e+10
Rank     2 :  4.807e+09  2.400e+01  4.650e+10
Rank     3 :  4.805e+09  2.400e+01  4.661e+10
```

HWPC legend 京コンピュータ

```
Detected CPU architecture:
    Sun
    Fujitsu SPARC64 VIIIfx
    The available HWPC events on this CPU architecture is limited.
 HWPC events legend:
    FP_OPS: floating point operations
    VEC_INS: vector instructions
    FMA_INS: Fused Multiply-and-Add instructions
    LD_INS: memory load instructions
    SR_INS: memory store instructions
    L1_TCM: level 1 cache miss
    L2_TCM: level 2 cache miss (by demand and by prefetch)
    L2_WB_DM: level 2 cache miss by demand with writeback request
    L2_WB_PF: level 2 cache miss by prefetch with writeback request
    TOT_CYC: total cycles
    MEM_SCY: Cycles Stalled Waiting for memory accesses
    STL_ICY: Cycles with no instruction issue
    TOT_INS: total instructions
    FP_INS: floating point instructions
 Derived statistics:
    [GFlops]: floating point operations per nano seconds (10^-9)
    [Mem GB/s]: memory bandwidth in load+store GB/s
    [L1$ %]: Level 1 cache hit percentage
    [LL$ %]: Last Level cache hit percentage
```

HWPC legend Intel Xeon E5系

```
Detected CPU architecture:
     GenuineIntel
     Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 0 @ 2.60GHz
     The available PMlib HWPC events for this CPU are shown below.
     The values for each process as the sum of threads.
HWPC events legend:
     FP_OPS: floating point operations
     SP_OPS: single precision floating point operations
     DP_OPS: double precision floating point operations
     VEC_SP: single precision vector floating point operations
     VEC_DP: double precision vector floating point operations
     LD_INS: memory load instructions
     SR_INS: memory store instructions
     L1_HIT: level 1 cache hit
     L2_HIT: level 2 cache hit
     L3_HIT: level 3 cache hit
     HIT_LFB cache line fill buffer hit
     L1_TCM: level 1 cache miss
     L2_TCM: level 2 cache miss
     L3_TCM: level 3 cache miss by demand
     OFFCORE: demand and prefetch request cache miss
     TOT_CYC: total cycles
     TOT_INS: total instructions
     FP_INS: floating point instructions
```

PMlib関数一覧

関数名（C++）	関数名（Fortran）	機能	呼び出し位置と回数	引数
initialize()	f_pm_initialize()	PMlib全体の初期化	冒頭・一回	(1)測定区間数
setProperties()	f_pm_setproperties()	測定区間のラベル化	任意・区間毎一回	(1)ラベル、(2)測定対象タイプ、(3)排他指定
start()	f_pm_start()	測定の開始	任意(startとstopでペア)	(1)ラベル
stop()	f_pm_stop()	測定の停止	任意(startとstopでペア)	(1)ラベル、(2)計算量、(3)計算のタスク数
gather()	f_pm_gather()	測定結果情報をマスタープロセスに集約	測定終了後・一回	なし
print()	f_pm_print()	測定区間毎の基本統計結果表示	測定終了後・一回	(1)出力ファイルポインタ、(2)ホスト名、(3)任意のコメント、(4)区間の表示順序指定
printDetail()	f_pm_printdetail()	MPIランク毎の詳細性能情報の表示	測定終了後・一回	(1)出力ファイルポインタ、(2)記号説明の表示、(3)区間の表示順序指定
printGroup ()	f_pm_printgroup ()	指定プロセスグループに属するMPIランク毎の詳細性能情報の表示	測定終了後・グループ数回	(1)出力ファイルポインタ、(2)group handle、(3)communicator、(4)rank番号配列、(5)グループ番号、(6) 記号説明の表示、(7)区間の表示順序指定
printComm ()		MPI_Comm_split()で作成したcommunicatorからプロセスグループ自動作成し、printGroup ()をよびだすヘルパー関数	測定終了後・一回	(1)出力ファイルポインタ、(2)communicator handle、(3)カラー変数、(4)key変数、(5) 記号説明の表示、(6)区間の表示順序指定

関数の仕様や引数詳細説明は doc/ディレクトリでDoxygen生成（後出）

PMlib関数の仕様

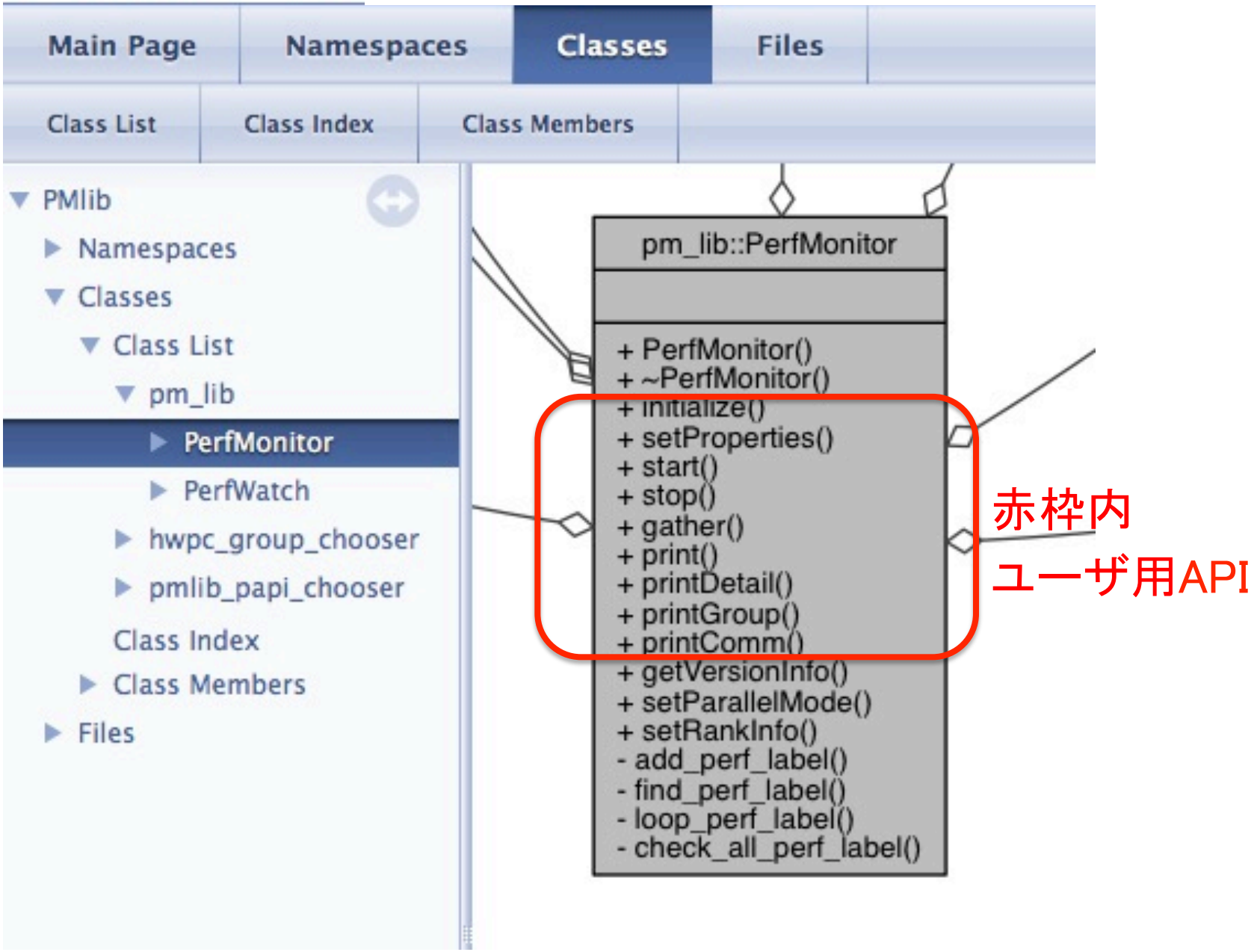
- 以降のスライドはPMlibパッケージのdocディレクトリでコマンドを実行して生成することができ、各自のPC上でWebブラウザ表示すると見やすい。

```
$ tar –zxf PMlib.tar.gz
$ cd doc
$ doxygen
$ open html/index.html
```

- PC上でdoxygenコマンドが利用できない場合は、「本日使用する資料のページ」から PMlib-doc.tar.gz ファイルをダウンロードし、復元したindex.htmlファイルを各自のPC上のWebブラウザで表示すると良い

```
$ tar –zxf PMlib-doc.tar.gz
$ cd PMlib-doc
$ open html/index.html
```

PMlib 5.0 各関数の仕様(C++ API)



各関数の仕様 (fortran API)

PMlib 5.0

Main Page | Namespaces | Classes | Files

File List | File Members

- PMlib
  - Namespaces
  - Classes
  - Files
    - File List
      - api_fortran
        - PMlib_Fortran_api.f90
          - f_fortran_api_gene
          - f_pm_gather
          - f_pm_initialize
          - f_pm_print
          - f_pm_printdetail
          - f_pm_printgroup
          - f_pm_setproperties
          - f_pm_start
          - f_pm_stop
      - include
    - File Members

program f_fortran_api_general ( )

PMlib Fortran インタフェイス一般の注意

Note

PMlib Fortran インタフェイスでは引数を省略する事はできない。 またFortran とC++のデータタイプの違いなどにより、 引数仕様が異なるものがある

Fortranコンパイラは character文字列fc に対してその長さ（文字数） を示す引数を内部で自動的に追加する。例えばfcがcharacter*(fc_size) fc と定義されている場合、 call f_pm_api (fc)というインタフェイスに対して実際に生成される コードは右のCコードに相当する。 void f_pm_api_ (char* fc, int fc_size)

呼び出すFortranプログラムからこの追加引数fc_sizeを意識する必要はない。

subroutine f_pm_gather ( )

PMlib Fortran !! 全プロセスの全測定結果情報をマスタープロセス(0)に集約

subroutine f_pm_initialize (nWatch)

PMlib Fortran インタフェイスの初期化

Parameters

[in] **integer** nWatch 最初に確保する測定区間数。

Note

測定区間数が不明、あるいは動的に増加する場合は nWatch の値を1 と指定してよい。指定した測定区間数では不足に なった時点でPMlib は必要な区間数を動的に増加させる。

各関数の仕様　initialize()

void pm_lib::PerfMonitor::initialize (int init_nWatch = 100)

PMlibの内部初期化

測定区間数分の内部領域を確保しする。並列動作モード、サポートオプション の認識を行い、実行時のオプションにより HWPC、OTF出力用の初期化も行う。

Parameters

[in] **init_nWatch** 最初に確保する測定区間数（C++では省略可能）

Note

測定区間数分の内部領域を最初にinit_nWatch区間分を確保する。 測定区間数が不足したらその都度動的に init_nWatch追加する。

各関数の仕様　setProperties()

```
void pm_lib::PerfMonitor::setProperties ( const std::string &  label,
                                          Type                  type,
                                          bool                  exclusive = true
                                        )
```

測定区間にプロパティを設定.

Parameters

[in]	**label**	ラベルとなる文字列
[in]	**type**	測定計算量のタイプ(COMM:通信, CALC:演算)
[in]	**exclusive**	排他測定フラグ。bool型(省略時true)、 Fortran仕様は整数型(0:false, 1:true)

Note

labelラベル文字列は測定区間を識別するために用いる。 各ラベル毎に対応した区間番号を内部で自動生成する 最初に確保した区間数init_nWatchが不足したら動的にinit_nWatch追加する 第１引数は必須。第２引数は明示的な自己申告モードの場合に必須。 第３引数は省略可

各関数の仕様　start()/stop()

void pm_lib::PerfMonitor::start (const std::string & label)

測定区間スタート

Parameters

[in] **label** ラベル文字列。測定区間を識別するために用いる。

void pm_lib::PerfMonitor::stop (const std::string & label,
double flopPerTask = 0.0,
unsigned iterationCount = 1
)

測定区間ストップ

Parameters

[in] **label** ラベル文字列。測定区間を識別するために用いる。

[in] **flopPerTask** 測定区間の計算量(演算量Flopまたは通信量Byte):省略値0

[in] **iterationCount** 計算量の乗数（反復回数）:省略値1

Note

計算量のボリュームは次のように算出される。
(A) ユーザ申告モードの場合は 1 区間 1 回あたりでflopPerTask*iterationCount
(B) HWPCによる自動算出モードの場合は引数とは関係なくHWPC内部値を利用

出力レポートに表示される計算量は測定のモード・引数の組み合わせで 以下の規則により決定される。

```
/**
(A) ユーザ申告モード
  - HWPC APIが利用できないシステムや環境変数HWPC_CHOOSERが指定
    されていないジョブでは自動的にユーザ申告モードで実行される。
  - ユーザ申告モードでは(1):setProperties() と(2):stop()への引数により
    出力内容が決定される。
  - (1) ::setProperties(区間名, type, exclusive)の第2引数typeが
    計算量のタイプを指定する。演算(CALC)タイプか通信(COMM)タイプか。
  - (2) ::stop (区間名, fPT, iC)の第2引数fPTは測定計算量。
    演算（浮動小数点演算）あるいは通信（MPI通信やメモリロードストア
    などデータ移動)の量を数値や式で与える。

    setProperties()  stop()
    type引数         fP引数     基本・詳細レポート出力
    ------------------------------------------------------
    CALC             指定あり   時間、fPT引数によるFlops
    COMM             指定あり   時間、fPT引数によるByte/s
    任意             指定なし   時間のみ

(B) HWPCによる自動算出モード
  - HWPC/PAPIが利用可能なプラットフォームで利用できる
  - 環境変数HWPC_CHOOSERの値によりユーザ申告値を用いるかPAPI情報を
    用いるかを切り替える。(FLOPS| BANDWIDTH| VECTOR| CACHE| CYCLE)

ユーザ申告モードかHWPC自動算出モードかは、内部的に下記表の組み合わせ
で決定される。

環境変数      setProperties()の  stop()の
HWPC_CHOOSER    type引数         fP引数       基本・詳細レポート出力       HWPC詳細レポート出力
-------------------------------------------------------------------------------------------
NONE (無指定)   CALC             指定値       時間、fP引数によるFlops      なし
NONE (無指定)   COMM             指定値       時間、fP引数によるByte/s     なし
FLOPS           無視             無視         時間、HWPC自動計測Flops      FLOPSに関連するHWPC統計情報
VECTOR          無視             無視         時間、HWPC自動計測SIMD率     VECTORに関連するHWPC統計情報
BANDWIDTH       無視             無視         時間、HWPC自動計測Byte/s     BANDWIDTHに関連するHWPC統計情報
CACHE           無視             無視         時間、HWPC自動計測L1$,L2$    CACHEに関連するHWPC統計情報
 **/
```

各関数の仕様　gather()

void pm_lib::PerfMonitor::gather (void　)

全プロセスの測定結果をマスタープロセス(0)に集約.

Note

以下の処理を行う。 各測定区間の全プロセスの測定結果情報をノード０に集約。 測定結果の平均値・標準偏差などの基礎的な統計計算。 経過時間でソートした測定区間のリストm_order[m_nWatch] を作成する。 各測定区間のHWPCイベントの統計値を取得する。 OTFポスト処理ファイルの終了処理。

各関数の仕様　print()

```
void pm_lib::PerfMonitor::print ( FILE *            fp,
                                  const std::string hostname,
                                  const std::string comments,
                                  int               seqSections = 0
                                )
```

測定結果の基本統計レポートを出力。 排他測定区間毎に出力。プロセスの平均値、ジョブ全体の統計値も出力。

Parameters

[in]	**fp**	出力ファイルポインタ
[in]	**hostname**	ホスト名(省略時はrank 0 実行ホスト名)
[in]	**comments**	任意のコメント
[in]	**seqSections**	(省略可)測定区間の表示順 (0:経過時間順、1:登録順で表示)

Note

ノード0以外は, 呼び出されてもなにもしない

各関数の仕様　printDetail()

```
void pm_lib::PerfMonitor::printDetail ( FILE *  fp,
                                        int     legend = 0,
                                        int     seqSections = 0
                                      )
```

MPIランク別詳細レポート、HWPC詳細レポートを出力。 非排他測定区間も出力

Parameters

[in]	**fp**	出力ファイルポインタ
[in]	**legend**	int型 (省略可) HWPC 記号説明の表示 (0:なし、1:表示する)
[in]	**seqSections**	(省略可)測定区間の表示順 (0:経過時間順、1:登録順で表示)

Note

本APIよりも先にPerfWatch::gather()を呼び出しておく必要が有る HWPC値は各プロセス毎に子スレッドの値を合算して表示する

各関数の仕様　printGroup()

```
void pm_lib::PerfMonitor::printGroup ( FILE *        fp,
                                       MPI_Group     p_group,
                                       MPI_Comm      p_comm,
                                       int *         pp_ranks,
                                       int           group = 0,
                                       int           legend = 0,
                                       int           seqSections = 0
                                     )
```

プロセスグループ単位でのMPIランク別詳細レポート、HWPC詳細レポート出力

Parameters

[in]	**fp**	出力ファイルポインタ
[in]	**p_group**	MPI_Group型 groupのgroup handle
[in]	**p_comm**	MPI_Comm型 groupに対応するcommunicator
[in]	**pp_ranks**	int*型 groupを構成するrank番号配列へのポインタ
[in]	**group**	int型 (省略可)プロセスグループ番号
[in]	**legend**	int型 (省略可)HWPC記号説明の表示(0:なし、1:表示する)
[in]	**seqSections**	int型 (省略可)測定区間の表示順 (0:経過時間順、1:登録順で表示)

Note

プロセスグループはp_group によって定義され、p_groupの値は MPIライブラリが内部で定める大きな整数値を基準に決定されるため、 利用者にとって識別しずらい場合がある。 別に1,2,3,..等の昇順でプロセスグループ番号 groupをつけておくと レポートが識別しやすくなる。

各関数の仕様　printComm()

```
void pm_lib::PerfMonitor::printComm ( FILE *        fp,
                                      MPI_Comm      new_comm,
                                      int           icolor,
                                      int           key,
                                      int           legend = 0,
                                      int           seqSections = 0
                                    )
```

MPI communicatorから自動グループ化したMPIランク別詳細レポート、HWPC詳細レポートを出力

Parameters

[in]	**fp**	出力ファイルポインタ
[in]	**p_comm**	MPI_Comm型 MPI_Comm_split()で対応つけられたcommunicator
[in]	**icolor**	int型 MPI_Comm_split()のカラー変数
[in]	**key**	int型 MPI_Comm_split()のkey変数
[in]	**legend**	int型 (省略可)HWPC記号説明の表示(0:なし、1:表示する)
[in]	**seqSections**	int型 (省略可)測定区間の表示順 (0:経過時間順、1:登録順で表示)

PMlib利用プログラム例(再掲)

- 元のソース

```
int main (int argc, char *argv[])
{
     subkernel(); //演算を行う関数

     return 0;
}
```

PMlib組み込み後のソース

```
#include <PerfMonitor.h>
using namespace pm_lib;
PerfMonitor PM;
int main (int argc, char *argv[])
{
     PM.initialize();
     PM.setProperties(" Kokodayo", 1);
     PM.start(" Kokodayo");
     subkerel();
     PM.stop (" Kokodayo", 0.0, 1);
     PM.gather();
     PM.print(stdout, " Mr.Bean");
     PM.printDetail(stdout);
     return 0;
}
```

ヘッダー部追加

初期設定

測定区間

レポートを出力

前半の資料説明終了