SS研
ポストペタアプリ性能WG資料

FUJITSU
shaping tomorrow with you

3.3 圧縮流体解析「UPACS-L」tune1コード:プレ処理の性能劣化について

2015年3月17日
富士通株式会社
千葉　修一

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

サマリー（1）

FUJITSU

- 課題

  構造体の変更(tune1)により構造体の初期化処理の性能が劣化

- 対象コード
  - 圧縮流体解析「UPACS-L」
  - viscous-pre（プレ処理：構造体の初期化）
- チューニング
  - 構造体×３次元　→　構造体の各メンバ×３次元
    - type cellFaceType
    - type visCellFaceType

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

サマリー（2）

FUJITSU

■回答

■性能低下の原因

- 配列宣言の変化により並列化される次元が変化
- 並列化された次元が回転数が少なく、ロードインバランスが発生

■対処

- オプションで回転数不足のループを並列化の対象から除外
- 内側の次元を並列化することでオリジナルと同等性能を達成
- ただし最内の回転数が少ないためxfillの効果が低い

区間(sec)	original	tune1	対処済
Viscous_pre	0.51	1.66	0.50

※社内機での実測値

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

分析

FUJITSU

■対象コード

original

```
!omp parallel do private(i,j,k)
 do k=-1,blk%kn
  do j=-1,blk%kn
   do i=-1,blk%kn
    ...
    cface(i,j,k)%nv(:) =0.0
    ...
```

tune1

```
...
cface%nv = 0.0
...
```

doループを
明示的に書いても
性能は変化せず

■性能データ

区間(sec)	original	tune1
Viscous_pre	0.5870	1.720

「宇宙航空研究機構) 高木様 SS研 ポストペタアプリ性能WG 第３回 報告資料」より

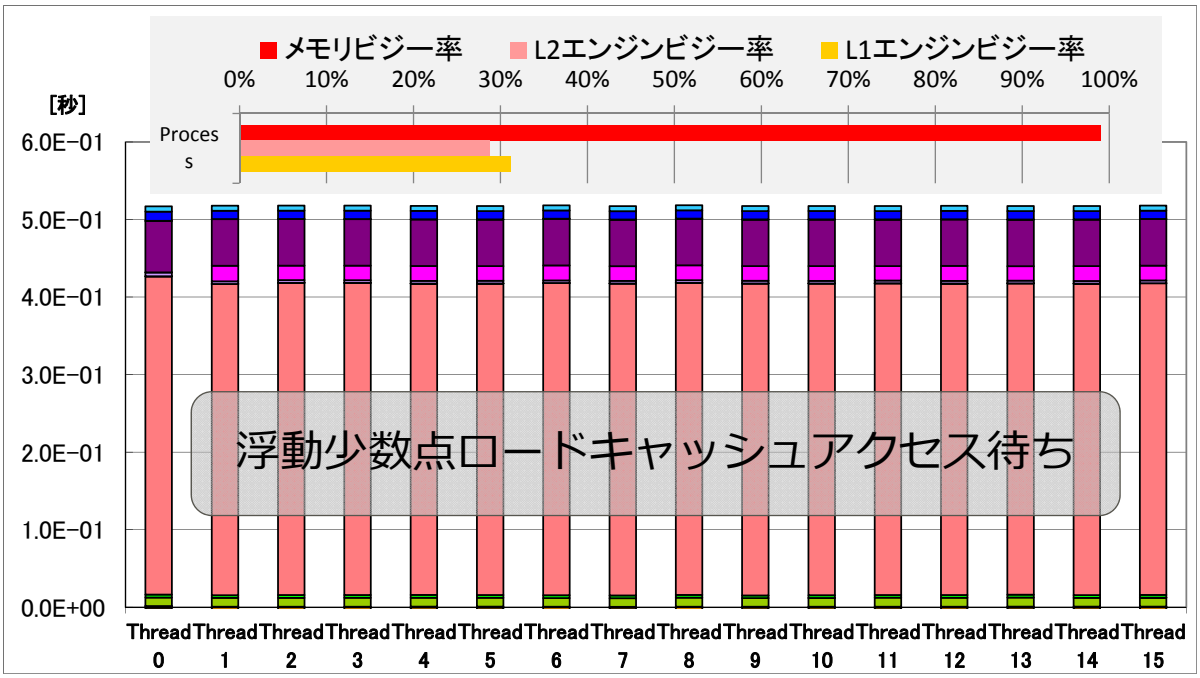
Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

分析（1）

FUJITSU

■originalの詳細PA情報

各スレッドで均等に処理が実行



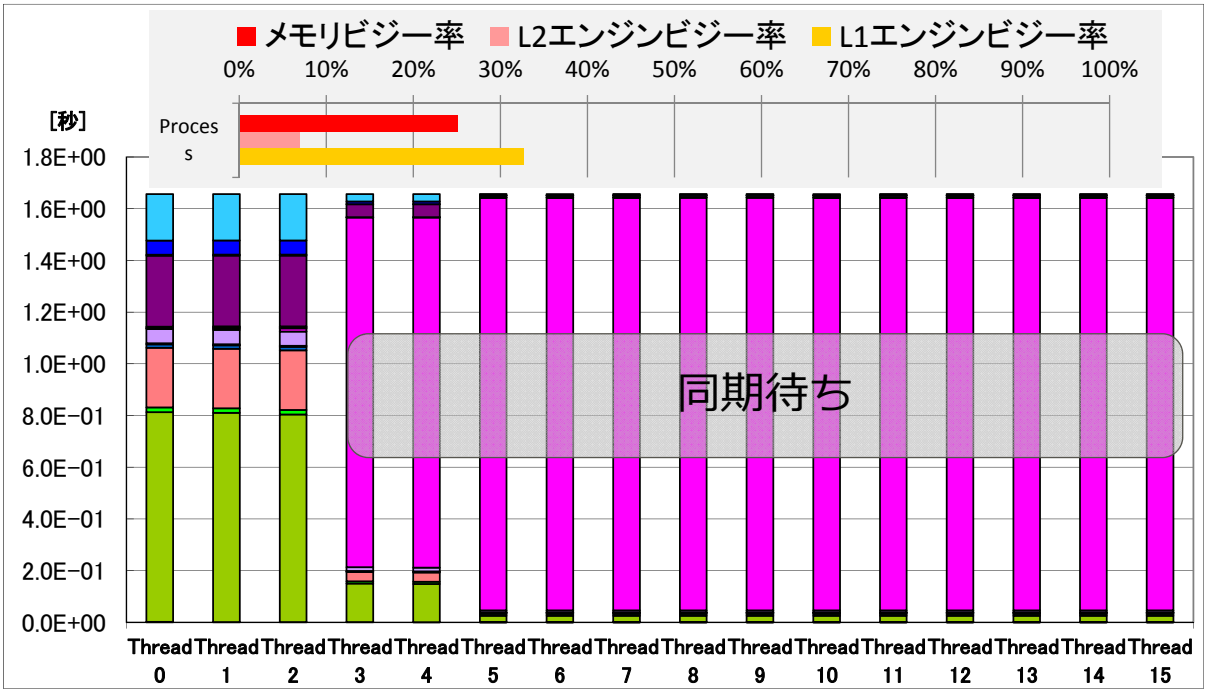
Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

分析（2）

FUJITSU

■tune1の詳細PA情報

ロードインバランスが発生している



Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

分析（3）

FUJITSU

■コードの分析

■1から3次元目までは 161要素

■4次元目以降の最終次元は 3から5要素、特に3が多い

```
type visCellFaceType
  ...
  real(8), pointer, dimension(:,:,:,:)    :: nv
  ...
end type
type(visCellFaceType) :: cface
allocate( cface%area(-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn ))
allocate( cface%nv   (-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn,3 ))
allocate( cface%flux(-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn,5 ))
allocate( cface%mu   (-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn ))
allocate( cface%dTdx(-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn,3 ))
allocate( cface%u    (-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn,3 ))
allocate( cface%dudx(-1:blk%in,-1:blk%jn,-1:blk%kn,3,3 ))
```


Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

分析（3）

FUJITSU

■コードの分析

■最適化情報では並列化を確認

■並列化次元は、イメージコードの最外次元"l"で並列化

```
37                    call start_collection("tune1A")
38      pp    v       cface%dudx = 0.0
39      pp    v       cface%dTdx = 0.0 ; cface%u    = 0.0
40      pp    v       cface%ar                cface%nv   = 0.0
41      pp    v       cface%r      = 0.0 ; cface%flux = 0.0
42                    call st  collection("tune1A")
```

```
pp   do l=1,3
       do k=-1,blk%kn
        do j=-1,blk%kn
         do i=-1,blk%kn
          cface%nv(i,j,k,l) =0.0
          ...
```

1から3スレッドに処理が集中

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

対処（1）

FUJITSU

■翻訳オプション -Kprallel_iteration による対処

```
% fccpx -Kparallel_iteration=16 ...
```

[-Kparallel_iteration=N]
翻訳時にN回転未満のループは自動並列化の対象外とし、内側のループで並列化を行う。

```
pp   do l=1,3
       do k=-1,blk%kn
         do j=-1,blk%kn
           do i=-1,blk%kn
             ...
```

→

```
       do l=1,3
pp       do k=-1,blk%kn
           do j=-1,blk%kn
             do i=-1,blk%kn
               ...
```

■イメージコードでは、内側次元"k"で並列化

■originalコードとほぼ同等の実行時間、1.66 → **0.50**(sec)

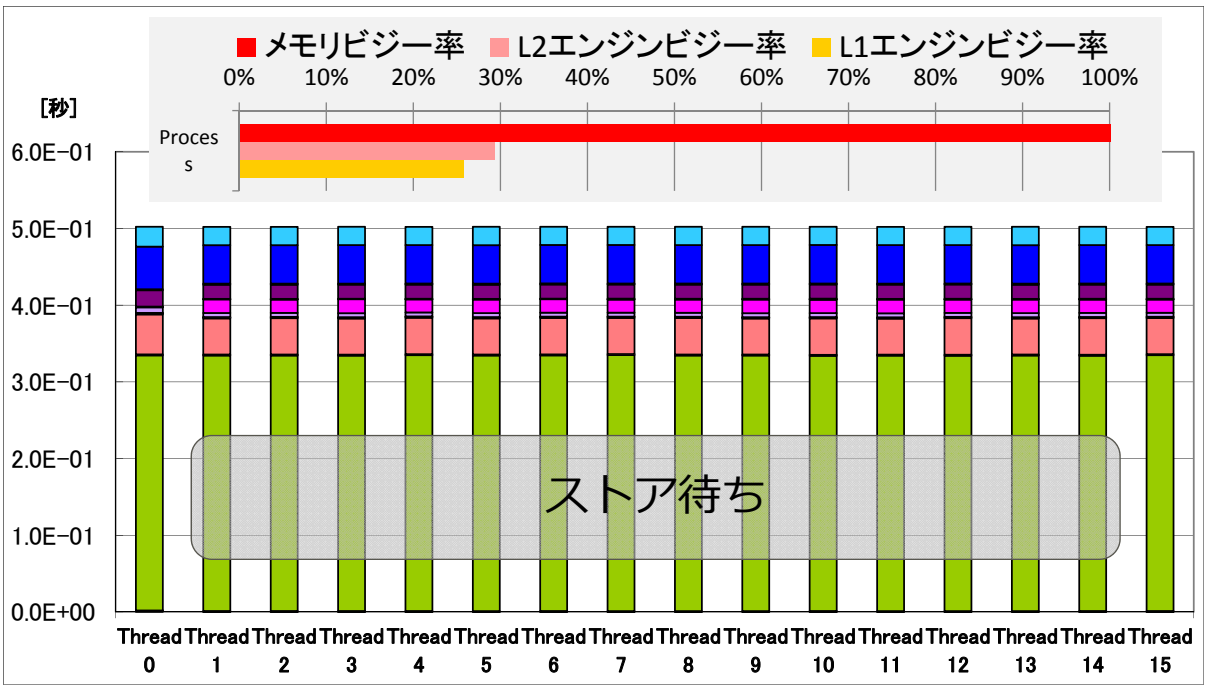
Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

対処（2）

FUJITSU

■-Kparallel_iterationによる性能の変化

回転数が少なくxfillの効果が弱い、ループの一重化などが必要



Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

FUJITSU

shaping tomorrow with you