

プログラム名： 相対論的輻射磁気流体コード

プログラムの概要： ガス降着によるブラックホールの成長と、その活動性を理解する事を目的として輻射、磁場、相対論効果を取り入れた流体計算を行う。

助言、提案の欲しい問題： 多重ループの openmp を用いた並列化について

使用する計算機（予定も含む）： 京、XC30(国立天文台), FX10(東京大学)

用いる言語： FORTRAN,

質問など： 文末に記載してあるような多重ループの openmp を用いた並列化を行っています。多重ループの一番外側を openmp を用いて並列化しているのですが、計算するモデルによっては一番外側のループが小さいため、openmp を用いた並列化の効率が出ません。例えば一番外側のループ長が小さい場合、その一つ内側を openmp で並列化する、というように動的に並列する場所を変更することは可能でしょうか？

```
!$omp parallel do private(i,j)
do k = 1, 3 !<- loop 長が短い
  do j = 1, 128
    do i = 1, 128
      (処理)
    enddo
  enddo
enddo
!$omp end parallel do
```

回答： 方法として、2つ挙げられます。OpenMP のバージョンが 3.0 以上の場合は、collapse 指示節を利用することにより、もう一つ内側のループと融合して大きなループとして考え並列化します(プログラム例 CASE1)。collapse 指示節の変数(integer, parameter:: nest=1 or 2)を nest=2(jとkのループを融合)、nest=1(融合しない)のように設定することにより、問題の規模によって変更可能です。ご使用される計算機(京、XC30(国立天文台), FX10(東京大学))では、どれも OpenMP3.0 に準拠しているようです。もし、それより古いバージョンの場合は、プログラム例 CASE 2のように、手動で3重ループを2重ループにすれば対処は可能です。下記にプログラム例を添付します。どちらの方法でも計算コストは大きくは変わらないようです。

```

program example

implicit none

integer, parameter :: nx=12008, ny=12008, nz=3, nest=2
integer :: i, j, k, kj
real(4) :: data, data2

!! CASE 1 for OpenMP ver. 3.0 or greater
!$omp parallel do private(i,j,k) collapse(nest)
do k = 1, nz
  do j = 1, ny
    do i = 1, nx
      data=log(1.5*i)+(sqrt(1.*j)*nx+i/sqrt(1.*k))**1.5
      data2=log(data)+sqrt(data)+sin(data)+cos(data)
    enddo
  enddo
enddo
!$omp end parallel do

!! CASE 2 if OpenMP ver. 2.?
!$omp parallel do private(i,j,k,kj)
do kj = 1, ny*nz
  j = 1+mod(kj-1,ny)
  k = 1+(kj-1)/ny
  do i = 1, nx
    data=log(1.5*i)+(sqrt(1.*j)*nx+i/sqrt(1.*k))**1.5
    data2=log(data)+sqrt(data)+sin(data)+cos(data)
  enddo
enddo
!$omp end parallel do

end program example

```