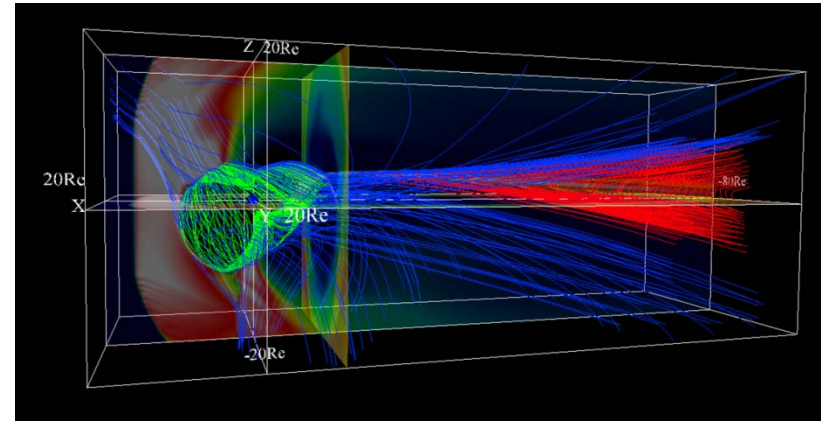


次世代ジオスペースシミュレーション拠点の構築

代表: 荻野竜樹(名古屋大学太陽地球環境研究所)

- 太陽から地球に至るジオスペース環境の変動を理解するためのHPC
- これまでに、超並列磁気流体力学(MHD)で超高効率計算の実績あり
 - 7.4TFLOPS(92%)@旧ES
 - 2.3TFLOPS(19%)@HPC2500
- 目的1: リプレイスされたスパコンにおけるMHDコードの性能評価
- 目的2: 新たに開発した第一原理・超並列ブラソフコードの性能評価



磁気流体力学(MHD)シミュレーションで再現した地球磁気圏構造

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\nabla \cdot (\mathbf{v}\rho) \quad \text{MHD方程式} \\ \text{(3次元} \times \text{8変数)}$$

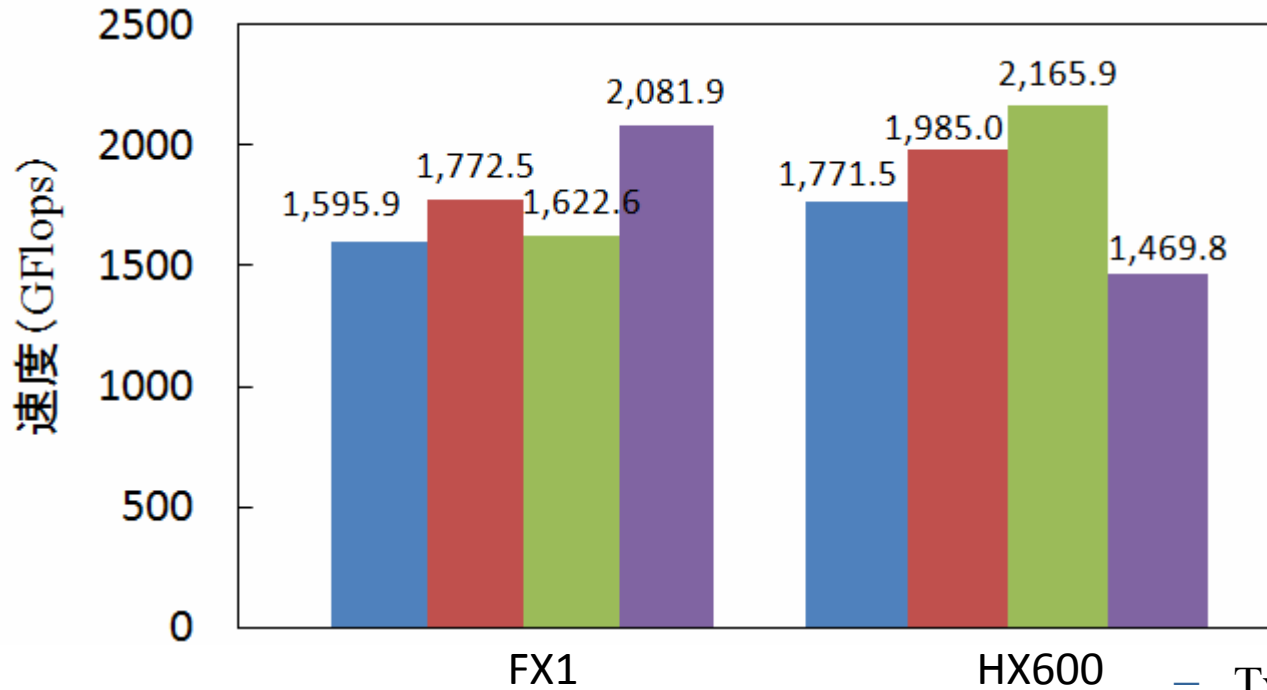
$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} = -(\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \frac{1}{\rho} \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -(\mathbf{v} \cdot \nabla)p - \gamma p \nabla \cdot \mathbf{v} \quad \leftarrow \text{モーメント計算}$$

第一原理
ブラソフ方程式
(6次元)

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \frac{\partial f}{\partial \mathbf{x}} + \frac{q}{m} (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot \frac{\partial f}{\partial \mathbf{v}} = 0$$

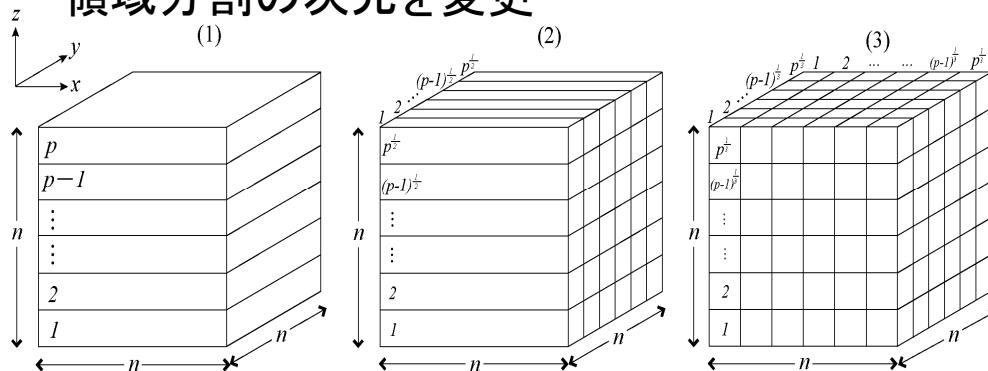
MHDコードの性能評価



1024coreで計測
(理論性能10TFlops)
1coreあたり256MBに設定
(128 x 128 x 64 / core)

- z分割
- yz分割
- xyz分割TypeA
- xyz分割TypeB

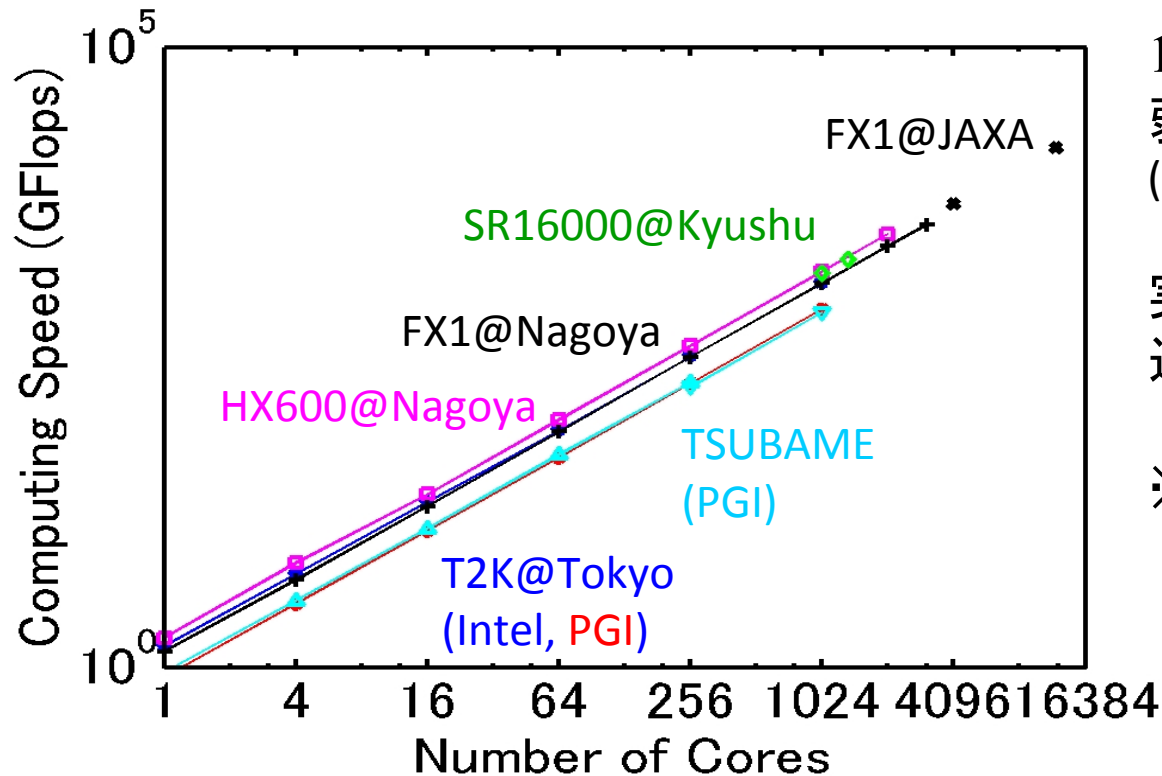
領域分割の次元を変更



- Type A: $f(i, j, k, m)$
 - Type B: $f(m, i, j, k)$
- i, j, k が空間番号、 m が変数番号
⇒ 同じ空間で変数に連続アクセス
HPC2500では有効だった

- FX1はHPC2500と同じ傾向
- HX600はSSEが有効
- 実効性能はどちらも約21%

ブラソフコード性能評価

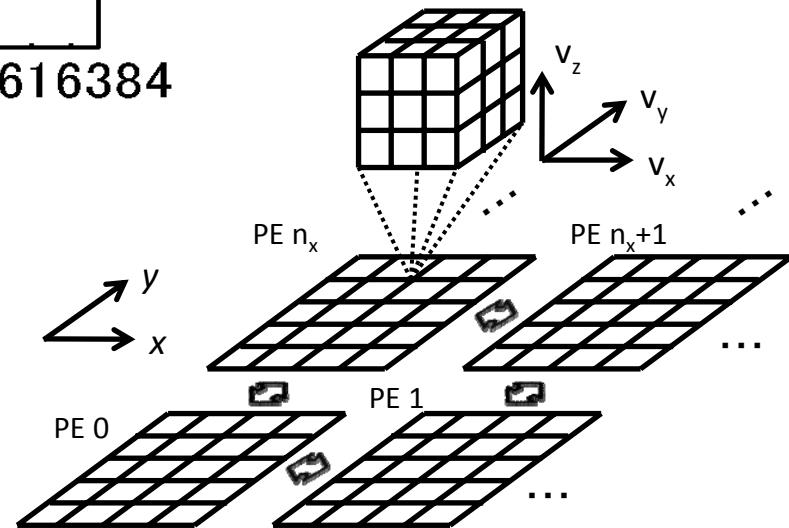


1coreあたり1Gに設定した
弱いスケーリング
(40 x 20 x 30 x 30 x 30 / core)

実空間(x,y,z)をMPI並列
速度空間をOpenMP並列

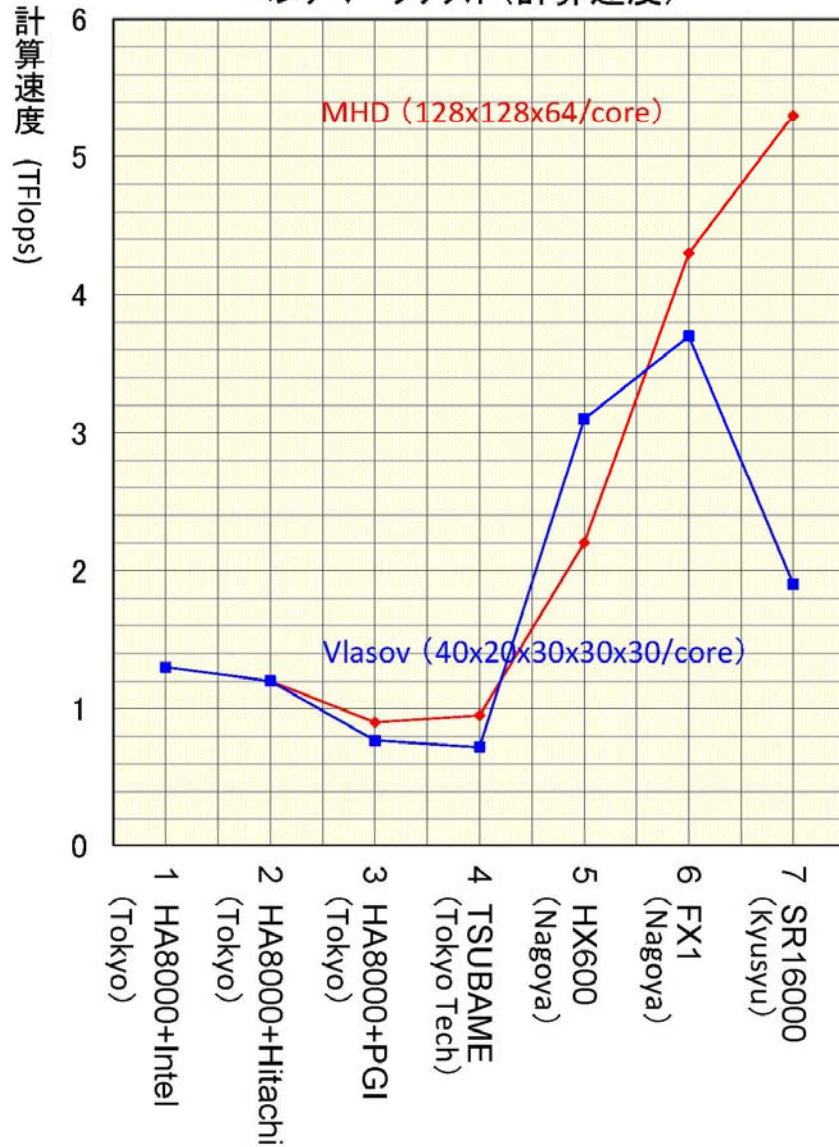
※4096と12032はJAXAで計測

- HX600で実効性能約15%
- FX1では実効性能約12%
- T2K@東大とほぼ同速



MHDコードとVlasovコードでの性能評価

電磁流体力学(MHD)コードとブラソフコードでのベンチマークテスト(計算速度)



電磁流体力学(MHD)コードとブラソフコードでのベンチマークテスト(計算効率)

