



## 研究背景

- 一般的なアプリケーションソフトウェアに関して、スカラー型並列計算機で高い実行性能と並列効率を達成することは容易でない。
- スカラー型CPUであっても、CPUアーキテクチャが異なれば、同じ最適化で実行効率が常に高くなるとは限らない。
- x86型に最適化されているアプリは、ベクトル型CPUでは高メモリバンド幅を使い切れていないことがある。
- GPUからなるシステムではCPU向けの最適化とは全く異なる最適化が必要となり、GPUを用いた並列計算においても、GPU計算機システムの構成を理解した上で、並列化を施さなければ、高いスケーラビリティは得られない。

## 研究目的

- 本研究では、x86系、SPARC系、POWER系、ベクトル系、GPU系、MIC系といった異なるアーキテクチャのコンピュータシステムを利用し、それぞれのコンピュータシステムの専門家と共同研究により、システムの実性能評価、最適化を行い、アーキテクチャ毎に共通のチューニング手法・共通の並列化手法をまとめることを目標とする。
- 各アーキテクチャ間での最適化手法に類似性があるか明らかにする。

## 研究体制

- 利用計算機システム  
 北海道大学 SR16000/M1 (POWER7)  
 東北大学 SX-9 (Vector)  
 東京工業大学 TSUBAME2.0 (GPU)  
 東京大学 FX10 (SPARC64 IXfx)  
 名古屋大学 FX1 (SPARC64VII)、CX400 (MIC)  
 京都大学 XE6 (OPTERON 6000番台)  
 大阪大学 SX-9 (Vector)  
 九州大学 CX400 (Xeon E5)



SR16000/M1



SX-9@東北大



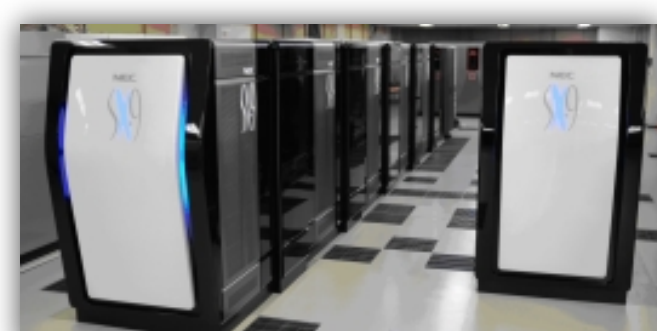
XE6



FX1



CX400



SX-9@阪大



TSUBAME2.0

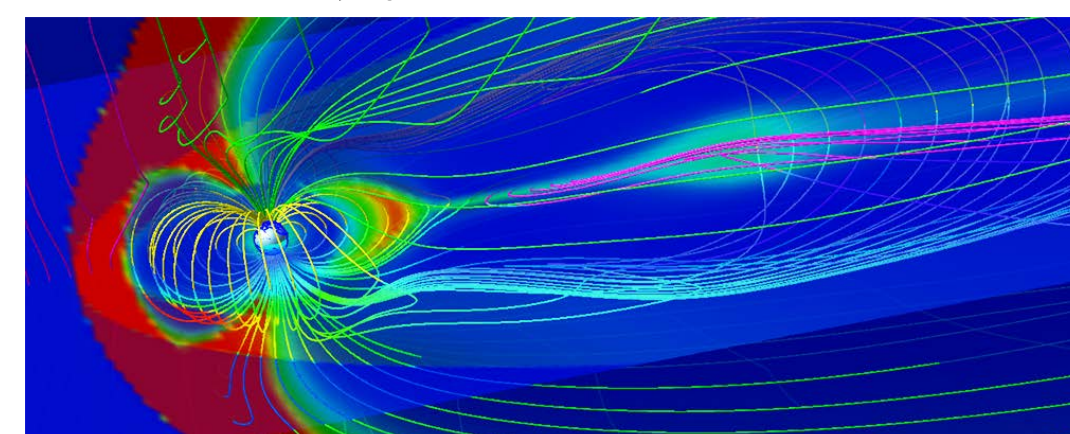
- 共同研究メンバー  
 大宮 学(北大)、江川 隆輔(東北大)、片桐 孝洋(東大)、  
 大島 聡史(東大)、青木 尊之(東工大)、下川辺 隆史(東工大)、  
 荻野 正雄(名大)、岩下 武史(京大)、東田 学(阪大)、  
 加藤 雄人(東北大)、梅田 隆行(名大)

## 研究計画

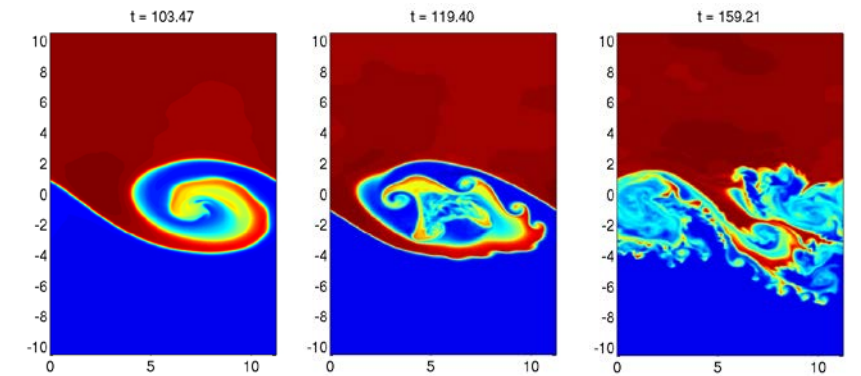
本研究では下記アプリケーションを用いて、さまざまな計算機システムで性能を計測し、最適化を行う。

### ①格子系電磁流体アプリケーション (MHD・Vlasov)

このアプリケーションはシンプルなCartesian格子を用いて、差分計算を行っている。元々はベクトル機向けに開発されたコードでもあるため、スカラー機であるSR16000/M1、FX10、XE6、CX400 (CPU+MIC)を用いて性能評価・最適化を行う。さらに、SX-9ではベクトルキャッシュを考慮に入れた最適化を行う。また、MHDのGPU化を行い、GPUを用いた大規模計算時における最適化を行う。



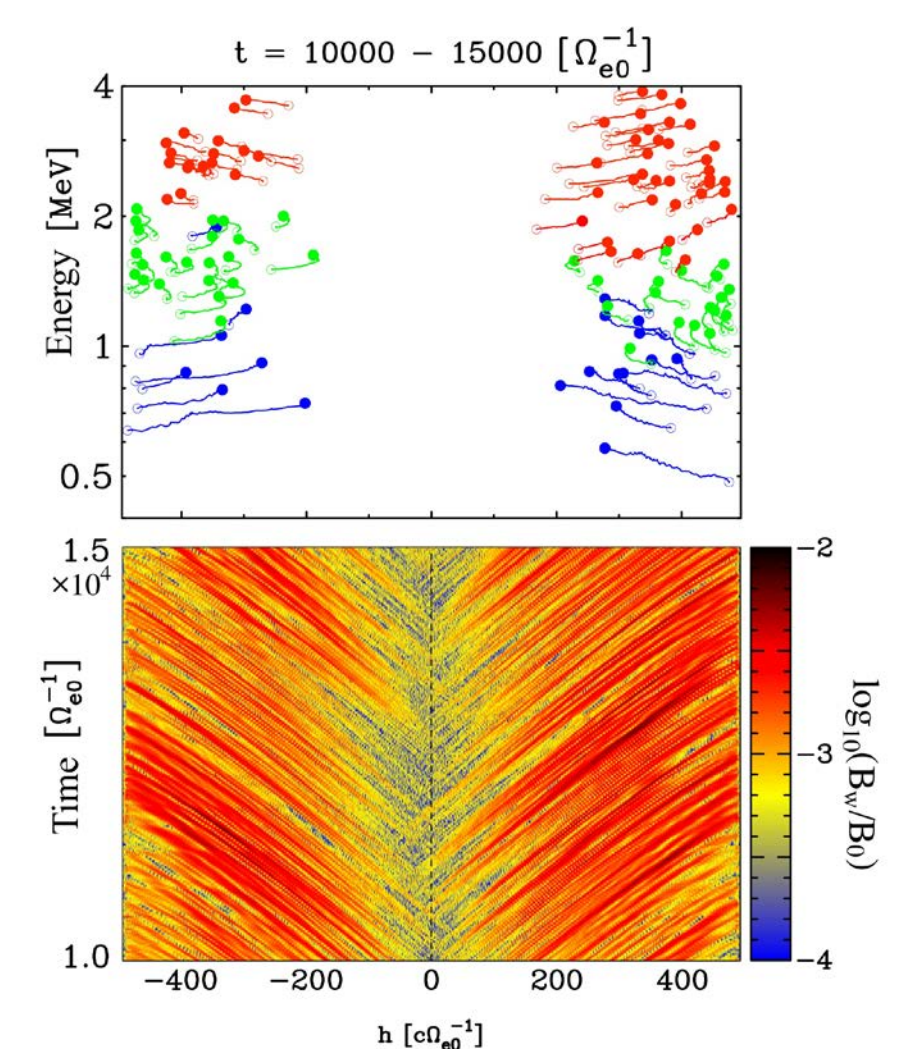
MHD Simulation of magnetosphere



Vlasov Simulation of Kelvin-Helmholtz Instability

### ②粒子系アプリケーション (PIC)

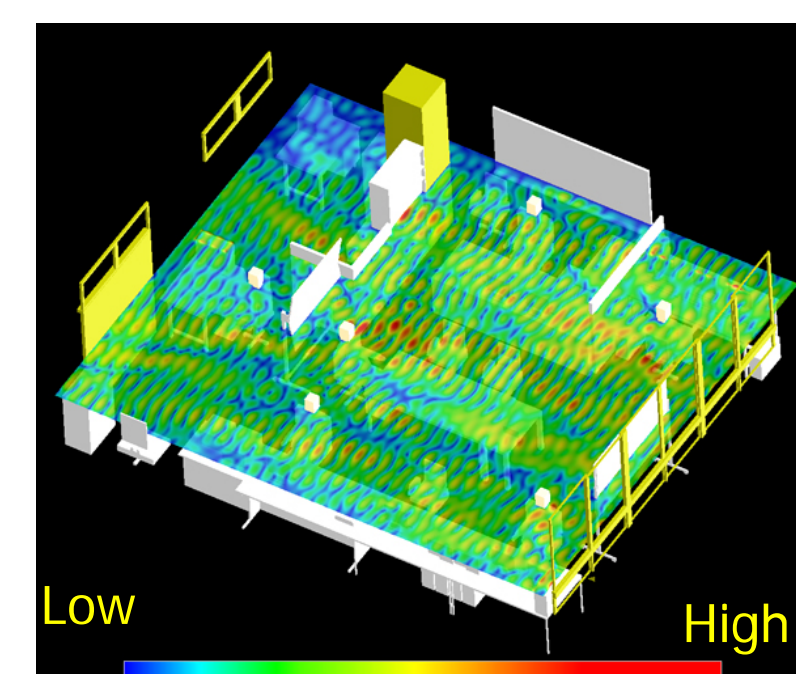
このアプリケーションでは電磁場を格子系で解き、プラズマ粒子をある程度の大きな粒子として近似し、計算を行う。計算ではランダムアクセス、粒子の偏りによるロードバランスの悪さなどが課題であり、まずはSR16000/M1、FX10、XE6、CX400といったスカラー機での性能評価・最適化を行う。



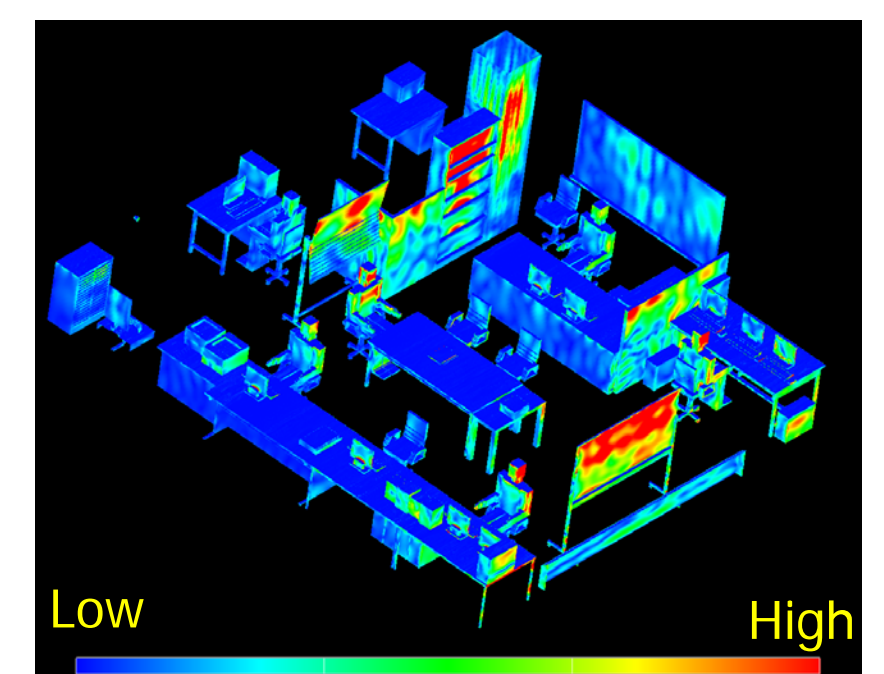
右図：磁気圏赤道領域でのプラズマ粒子の運動と電磁場の時空間発展

### ③Jet FDTD

このアプリケーションでは、マクスウェルの偏微分方程式を中心差分により離散化し、時間領域で電磁界の変化を解析する。計算機シミュレーションには大容量の主記憶装置と多数のコアなど潤沢な計算リソースと長時間の解析が必要である。すでに、SR16000/M1向けのチューニングを行っているが、他のアーキテクチャでの利用実績がないことから、FX10、XE6、CX400、SX-9を利用した性能評価・最適化を行う。



電磁界分布



構造表面の電流分布

## 期待される成果

汎用性の高いアプリケーションを対象としており、アプリケーションを各システムの能力を最大限に活用できるように並列化・最適化し、一般への還元が可能なレベルでの性能最適化手法を公開することを目指す。