

計算基礎科学における人材育成の現状と課題

天文・天体物理分野
共同利用研究所の立場から

国立天文台

理論研究部・天文シミュレーションプロジェクト

富阪幸治

天文シミュレーションコミュニティの共同計算機



Cray XT4 (スカラー型並列計算機) 740 ノード、26 TF、5.7 TB、



Grape6/7 クラスタ
(重力多体問題専用計算機)



NEC SX-9
(ベクトル型並列計算機)
16CPU, 1.6 TF, 1 TB
フロントエンドシステム
4CPU, 128 GB

スカラー計算型
格子系、粒子

ベクトル計算型格子系

様々なシミュレーション法

N体(粒子系)

その他、
データ解析

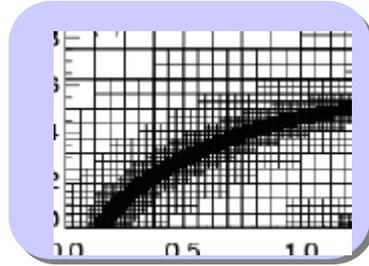


汎用PCクラスタ

天体物理シミュレーションで取り扱う様々な構成要素

- 大きなプログラム

流体力学差分法 (例AMR adaptive mesh refinement)



天体物理学における主なAMR

専門家 格子 磁場 自己重力MHD暗黒物質 輻射

現在、自己重力MHD暗黒物質は多くのAMRに実装されている。

Code name	Author(s)	Main targets	Grid type	License	MHD	Self-gravity	Dark Matter	Radiative transfer
ORION	R. Klein	Star formation	A	Limited	Y	Y	N	Y
Enzo	M. Norman	Cosmology	A	open	Y	Y	Y	Limited
FLASH	ASC/U-Chicago	Any	B	open	Y	Y	Limited	Limited
BATS-R-US	K. G. Powell	Space weather	B	?	Y	Y	N	N
NIRVANA	U. Ziegler	Any	B	open	Y	Y	N	N
RIEMANN	D. Balsara	ISM	A	Limited	Y	Y	N	N
RAMSES	R. Teyssier	Cosmology	C	open	Limited	Y	Y	Coming soon
?	M.A. de Avillez	ISM	B	Limited	Y	N	N	N
VPP-AMR	H. Yahagi	Cosmology	C	Limited	N	Y	Y	N
Athena	J. Stone	Any	Coming seen	open	Y	Coming soon		
SFUMATO	T. Matsumoto	Star formation	B	Limited	Y	Y	N	N

複雑な格子系
多くの物理過程

開発の長期化
開発の専門化

大学院生などの参入が困難

2極化

数値計算は容易に

PCの発展

シミュレーション・スクール

- N体シミュレーションの学校

- 2001年度より毎年1度
- 国立天文台三鷹キャンパス
- 20名程度

- 講義1: 重力多体系の物理の基礎
- 講義2: N体シミュレーションの基礎
- 講義3: 重力多体問題専用計算機GRAPE
 - 実習1: N体シミュレーションプログラムの実装: cold collapse
 - 実習2: GRAPEを用いたN体シミュレーション: 銀河衝突
- 講義4: 高度なN体シミュレーション法

物理学

計算物理学

計算機演習

天文学の問題 → 計算手法 → 計算機
典型シミュレーションごとに

Asian Winter School on Numerical Astrophysics



- Mar. 13-17, 2006
- 受講生41名
 - 国内21名
 - 海外20名(中、台、韓、印、インドネシア、)

差分法による流体、磁気流体計算法講義

- #1 Finite difference methods for 1D scalar equation
- #2 Finite difference methods for nonlinear wave equation
- #3 Upwind scheme for the hydrodynamical equations
- #4 Higher-order accuracy
- #5 Extension to multidimensional problems and MHD

個別講義

- #1 Introduction to vector/parallel
- #2 Global Structure of the ISM in galactic disks and in the central region of galaxies
- #3 Astrophysical Turbulence

プロジェクト課題

- #1 Cloud Collision with the Galactic Disk
- #2 Hot Gas around Moving Clusters of Galaxies
- #3 Magnetic Reconnection (Stability of Craig-Henton Solution)
- #4 Nonlinear Evolution of the Magnetic Buoyancy Instability
- #5 Magnetorotational Instability in Accretion Disks and Jet Formation
- #6 Relativistic Hydrodynamic/MHD Simulation
- #7 Disk Flare Model

CANS パッケージ(千葉大学松元亮治)

高度化した天文シミュレーションを推進する戦略

- 複雑化するシミュレーション
 - 問題から離れてコード開発だけを行うことはできない。
- 開発のインセンティブ
 - 優れた手法、プログラムに資源配分のチャンスを
 - 計算時間、人材
 - 「世界遺産」委員会みたいな
- 天文シミュレーション「教程」
 - 教程1
 - 計算法の原理を理解し、既存パッケージ、ライブラリを用いて、これを組み合わせ(変更)することで天文シミュレーション研究を行うことができる。
 - スクール化。
 - 教程2
 - 新たな計算法を作り、これまで不可能であったシミュレーションを実現する。
 - まだ組織化されていない。
 - 「次世代コン」プロジェクトの中で分野拠点が