

研究紹介

牧野淳一郎/斎藤貴之

神戸大学惑星学専攻/惑星学科 計算惑星学研究教育分野
(+ 理化学研究所計算科学研究センター)

概要

- 計算惑星学研究教育分野にはどんな人がいるか
- 計算惑星学研究教育分野ではどんなことをしているか

スライド: jun.artcompsci.org/talks/index-j.html にあるはず

牧野はどんな人か

職歴

- 1990/4- 東京大学教養学部情報図形科学教室 助手
- 1994/4- 東京大学教養学部情報図形科学教室 助教授
- 1999/4- 東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 助教授
- 2006/6- 国立天文台理論研究部 教授
- 2011/4- 東工大理学研究流動機構 教授
- 2013/1- 東工大地球生命研究所 教授
- 2014/4- 理化学研究所 計算科学研究機構 エクサスケール
コンピューティング開発プロジェクト
副プロジェクトリーダー
- 2016/3- 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻 教授
(理研と東工大は現在併任)

斎藤はどんな人か

職歴

2004/4-2011/7	国立天文台 ADAC 研究支援員/理論研究部研究員 CfCA 研究員/JSPS fellow/CfCA 専門研究職員
2011/8-2013/3	東工大地球惑星科学科 産学官連携研究員/特任准教授
2013/04-2018/11	東工大地球生命研究所 LT メンバー/特任准教授
2018/12-	神戸大学理学研究科惑星学専攻准教授

どんな研究をしてきた/しているか

- 理論・シミュレーションによる天体物理の研究
- シミュレーションのための数値計算法の研究
- シミュレーションのための(だけでもないが)計算機ハードウェアの研究開発

理論・シミュレーションによる 天体物理の研究

- 「球状星団」の力学進化
- 銀河、特に中心に巨大ブラックホールをもつ銀河
- 惑星形成
- 宇宙論的構造形成
- 銀河形成

観測ではなくて理論・シミュレーションを使った研究

シミュレーション結果の可視化の例いくつか

銀河合体

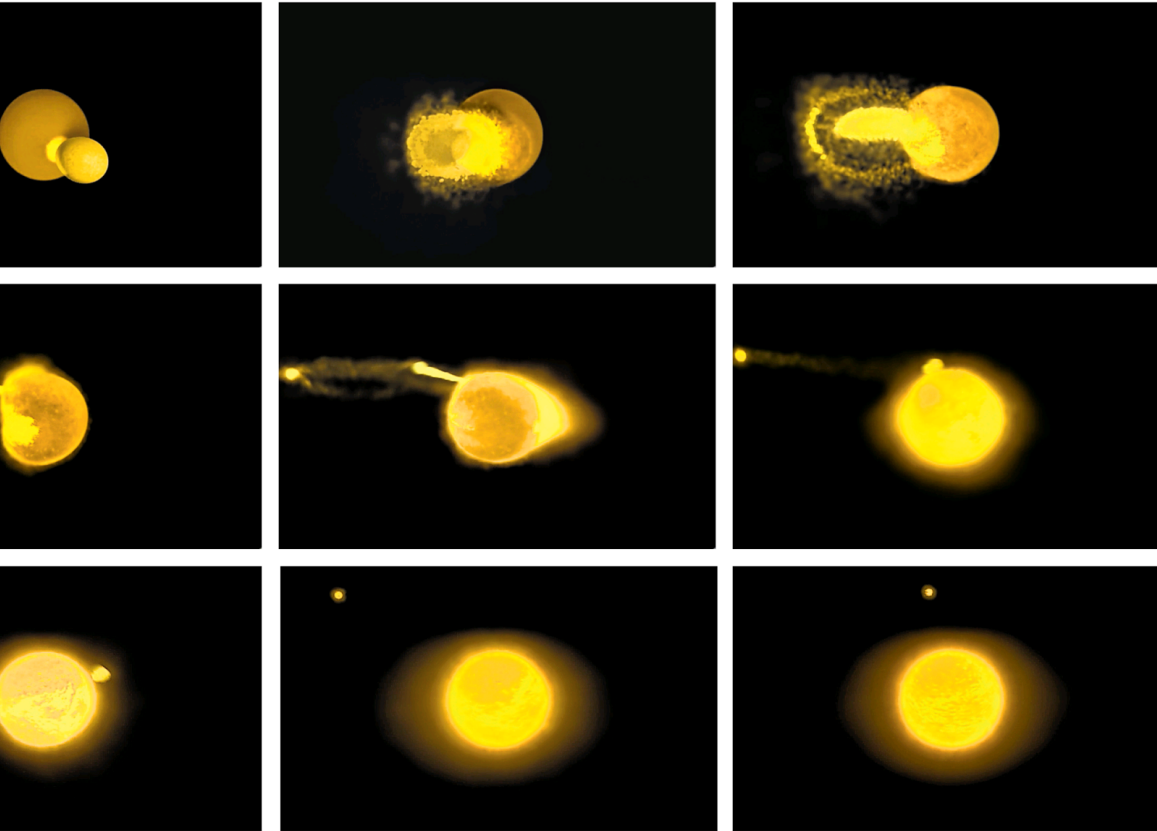
銀河円盤 1 2 3 4

銀河形成

月の形成

Observatory

FINDINGS, EVENTS AND MORE



IMAGES BY NATSUKI HOSONO, HIROTAKA NAKAYAMA, 4DSU PROJECT, NAOJ

LUNAR BABY PICTURES

When the Moon Was Just a (Big) Glint in the Earth's Eye

The moon is far more than a largely dead orb. It is the creator of tides, the catcher of meteors and the only other world in the starry ocean where humanity has set foot. But scientists still aren't entirely clear how it was made. A new study, however, suggests the moon was forged from the fires of an ocean of magma sloshing over baby Earth's surface.

Lunar meteorites and samples collected during the Apollo missions show that the moon and Earth have remarkably similar geochemical fingerprints.

slammed into Earth and sent material into orbit that coalesced into the moon. Computer simulations show this is possible, but there's a problem. Such an impact on a relatively solid Earth would have created a moon made mostly out of Theia, not Earth.

The new research suggests that after Theia's impact, Earth's hot, squishy layer would have violently cascaded into space in huge volumes. This material orbited around the Earth, forming a moon made of about 70 percent terrestrial material, far more than in

A sequence of images simulating an object's collision with an Earth covered in an ocean of magma that might have resulted in the formation of the moon.

理論・シミュレーションによる天文学って？

「大目標」

色々な天体、あるいは宇宙全体が、どのようにして生まれ、現在の形になっているか、さらにこれからどうなるのかを知りたい

もうちょっと実際のところ

観測が進んで見つかる色々なものを「理解」したい

理論研究のやり方

色々なスタイルがある。

- 新しい観測結果に対して説明する理論モデルを作る
- 昔からある大問題に取り組む
- 統一的な理解を構築していく
- その他

どれが良い、というものでもない(ノーベル賞狙いなら最初の)。

シミュレーション研究

シミュレーション：数学モデルの方程式に対して、数値解を与えること

- 利点：解析的に解けない方程式でも答はでる
- 問題点：なんでも解けるほど計算機は速くない。そのために答が間違ってる(信用してはいけないところの答を使っている)ことも多い。

なので、「より信用できる答を出す方法の研究」は極めて重要なテーマになる。

- 研究者個人にとって：他の人と戦うための強力な武器
- 分野全体にとって：確実にできることが広がる有用な成果

というわけで、方法の研究を重視してきた。他の人より良い道具をもっているとできる研究はいくらでもある。

シミュレーションのための 数値計算法の研究

- (球状星団や惑星形成の計算ででてくる) 常微分方程式の数値計算法
- 大規模なスーパーコンピューター (並列計算) に適した計算法
- 銀河形成・惑星形成の研究で必要になる流体計算法

こんなのはもう大昔から研究されていて手法とか確立しているものだが、意外にそうでもない。

特に流体の計算法はまだ問題が多い。

シミュレーションのための(だけでもないが) 計算機ハードウェアの研究開発

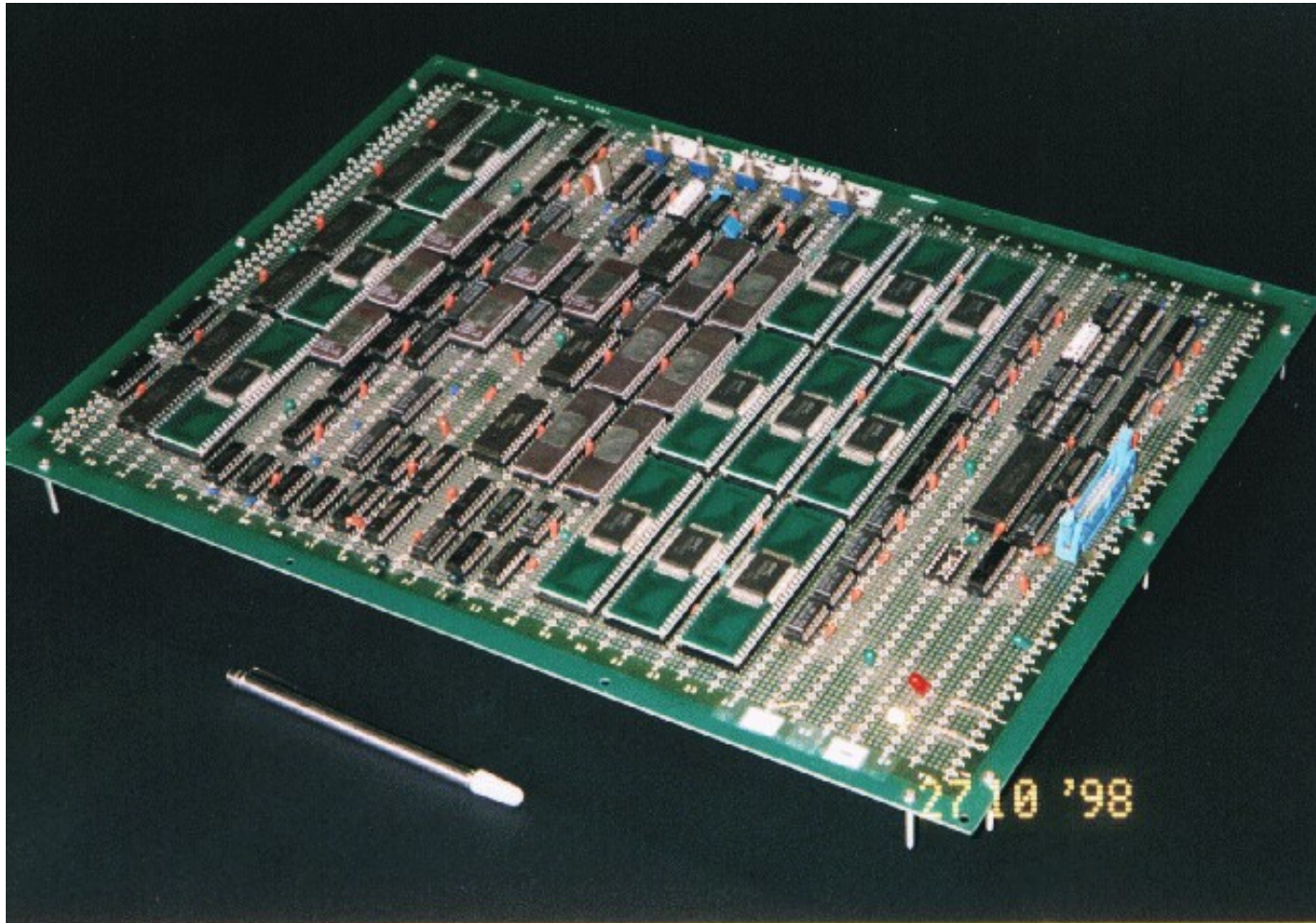
球状星団や惑星形成の計算: 「重力多体問題」

- 1つの「粒子」(恒星だったり微惑星だったりする)は他の「粒子」全てからの重力を受けて運動
- 重力の計算が一番大変

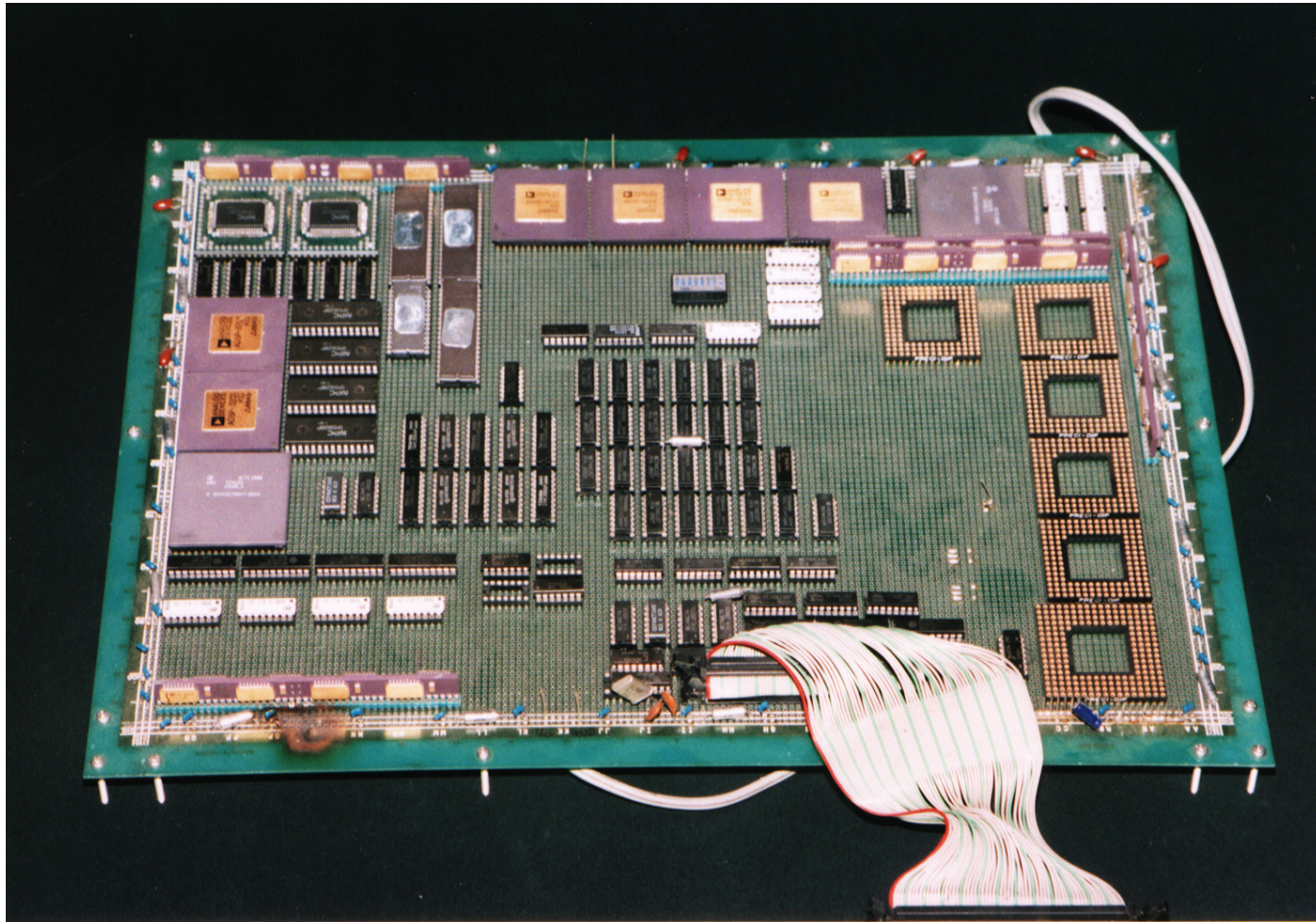
重力の計算だけする「計算機」を作れば計算すごく速くできないか？

- 1989- GRAPE (Gravity PipE):
重力多体問題専用計算機
- 2004- GRAPE-DR : 「汎用」アクセラレータ
- 2012- ポスト「京」プロジェクトに、、、
- 2016- 人工知能とかも。

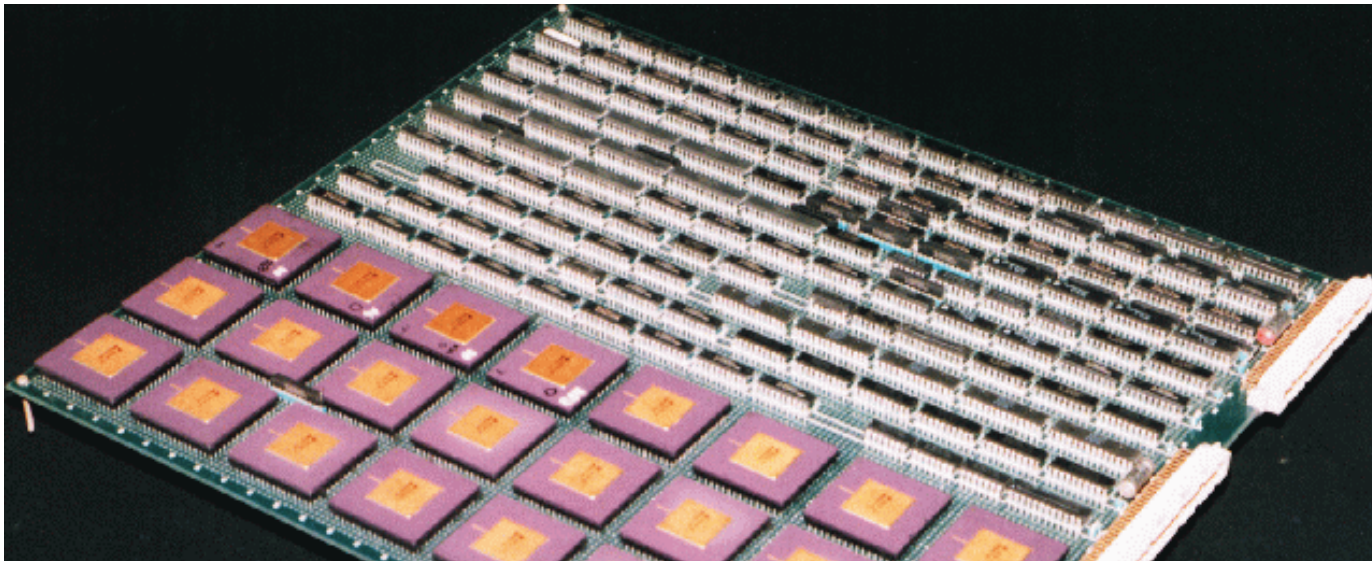
GRAPE-1(1989)



GRAPE-2(1990)



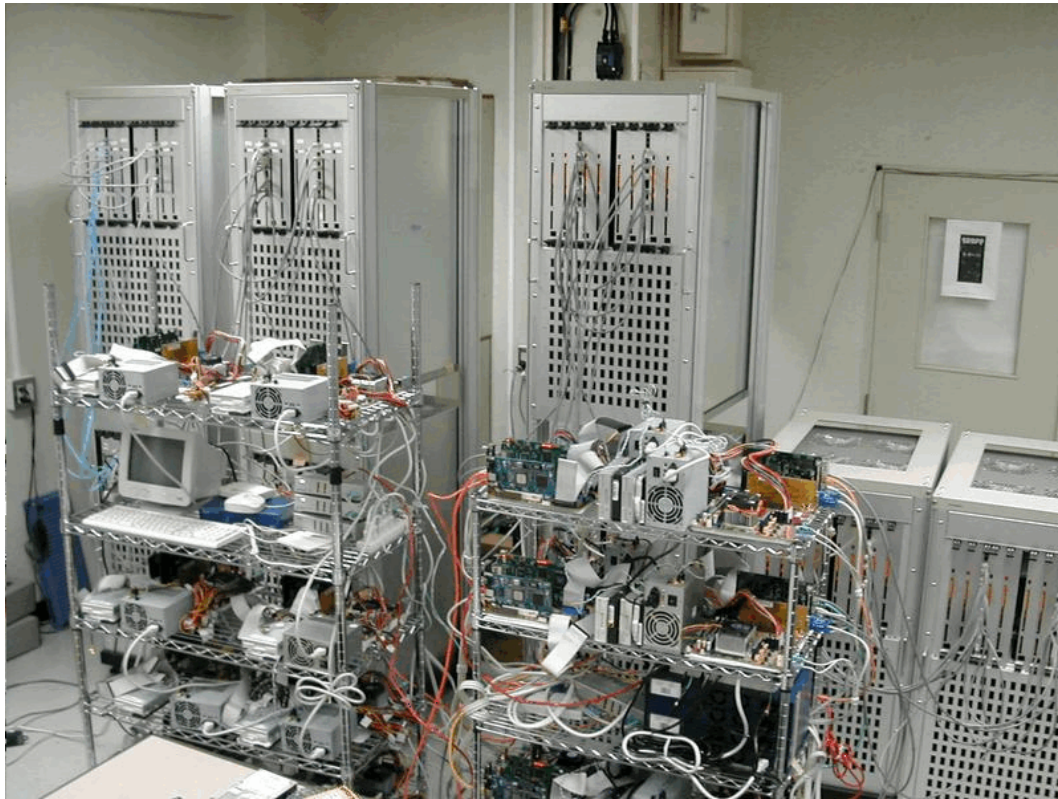
GRAPE-3(1991)



GRAPE-4(1995)



GRAPE-6 system



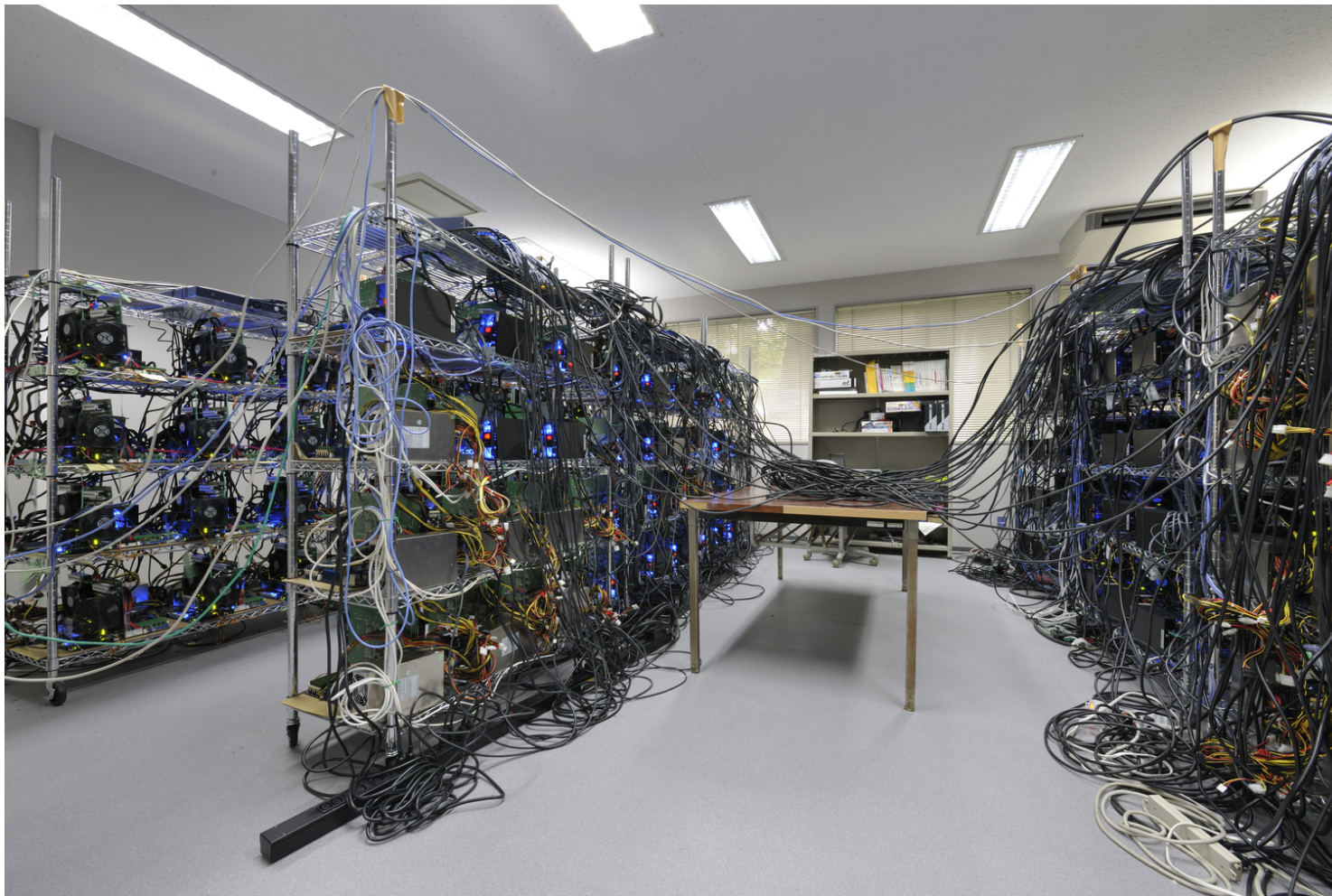
2002年の 64 Tflops システム

4 ブロック

16 ホスト

64 プロセッサボード

GRAPE-DR クラスタシステム

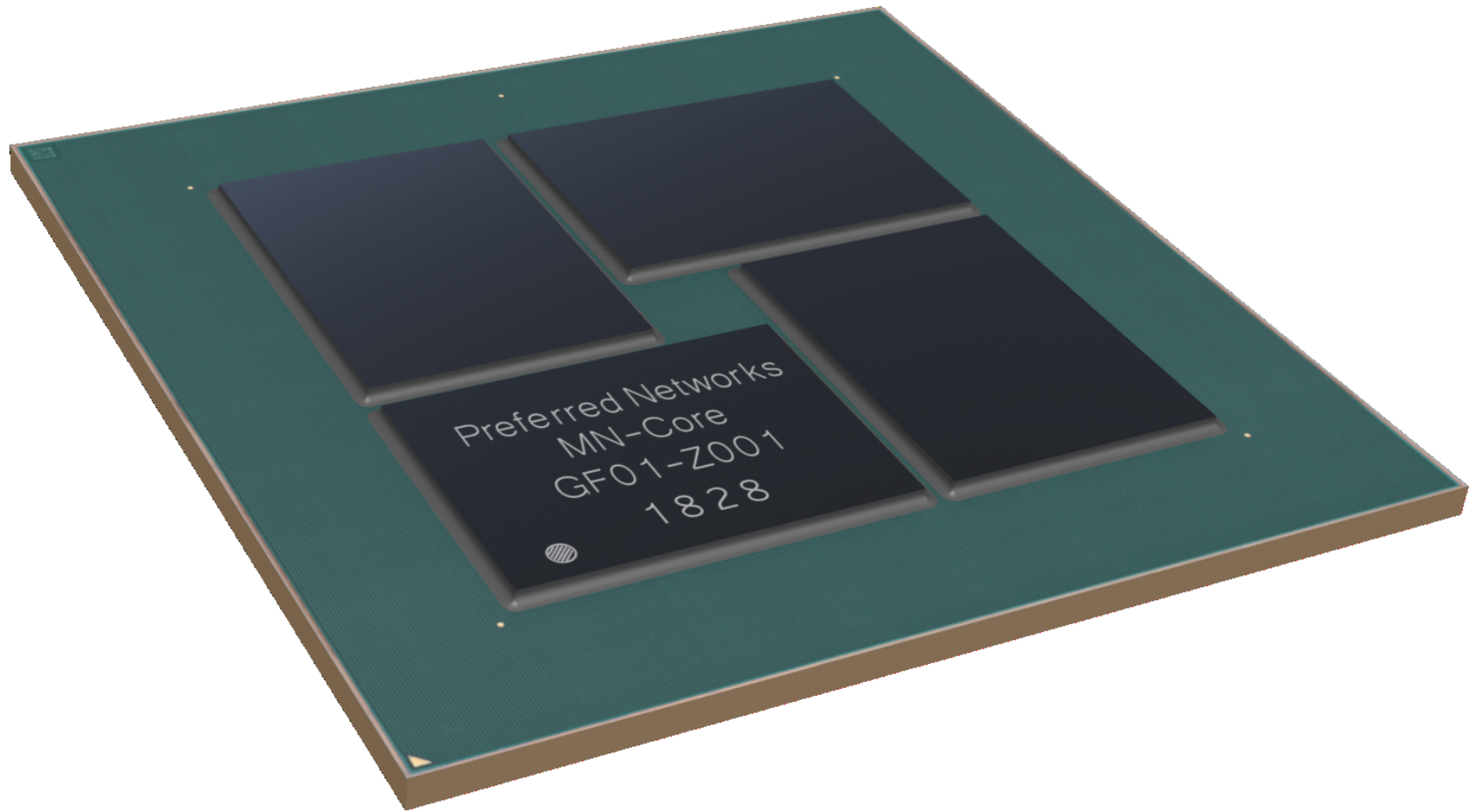


GRAPE-DR のあと

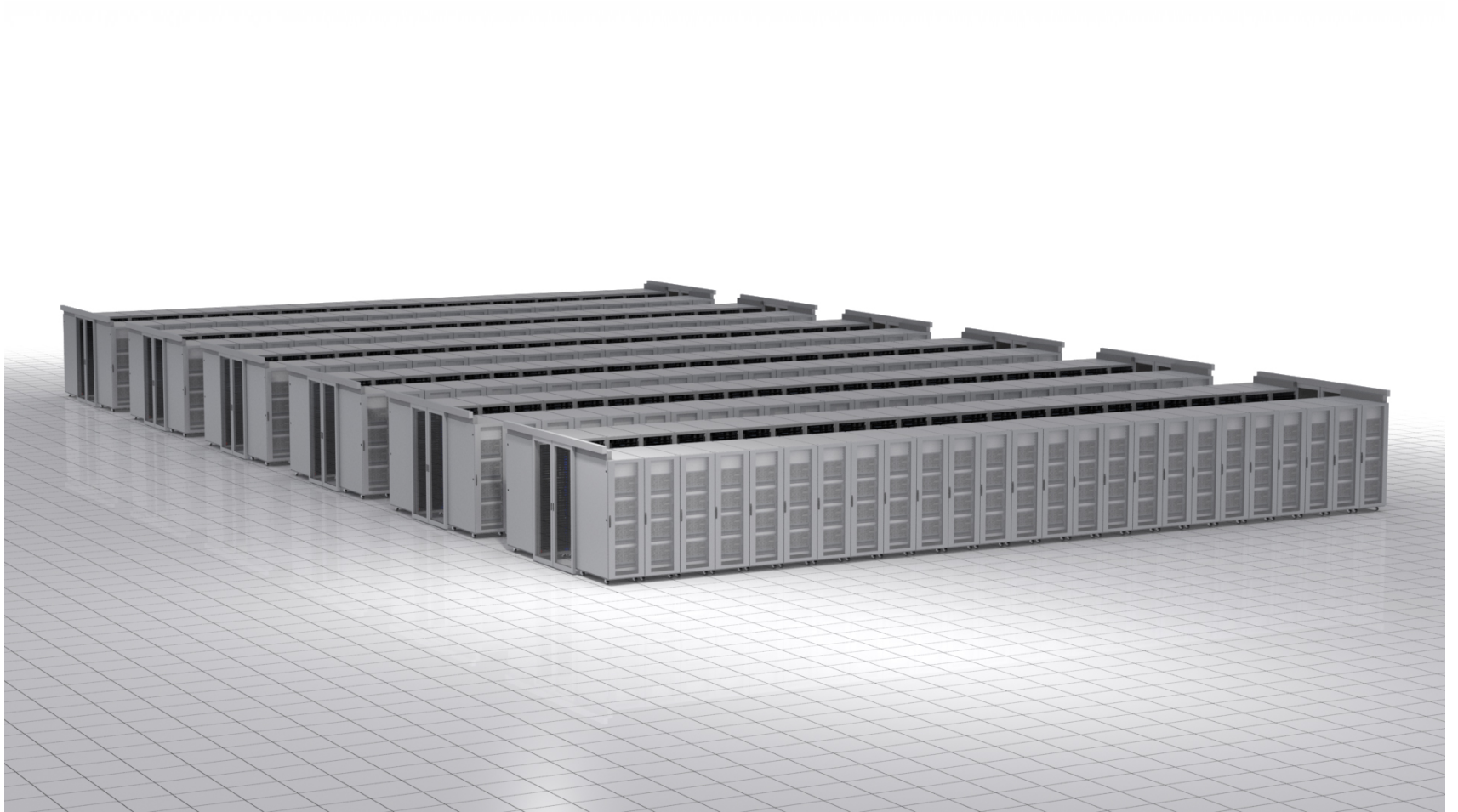
- 国家プロジェクトの「京」コンピュータ、その後継に、、、という話もあった
- 2016 年度から、人工知能ベンチャーのプレファードネットワークと共同で、深層学習むけプロセッサの開発をしている
- 第一世代のプロセッサはできて、現在評価中。
- プロセッサの論理設計からアプリケーションソフトウェアまでについて協力
- 惑星学の色々なシミュレーションにも使う計画
- 次世代プロセッサの開発も開始

紹介ビデオ

MN-Core



MN-3



研究グループ

理研 計算科学研究センター

- 似鳥 啓吾 (研究員)
- 岩澤全規 (特別研究員)
- 行方大輔 (研究員)
- 平居 豊 (理研基礎特研)
- David Michael Hernandez (理研外国人基礎特研)
- 野村 昂太郎

神戸大

- M2: 石橋 佑希・川崎 達也
- M1: 北窪 雛・谷奥 健太
- B4: 塩川 智之・清水 莉緒・中西 正一・橋本 愛鈴・水野 翔

他大学

- 小南淳子 (東工大 PD)
- 石原陽平 (京大 D2)
- 石城陽太 (東大 D1)

研究グループ

ポスト「京」萌芽的課題 (これからできるポスト「京」を使うプロジェクト)
神戸大学その他、筑波大、東大、東工大、名大、京大、岡山大等

国際共同研究

アメリカ・プリンストン高等研究所、オランダ・ライデン大学、中国他色々

学生はどんなことをするか？

基本的には「応相談」
最近の人の例

- 銀河形成シミュレーションコードの開発
- 惑星リングシミュレーション
- 銀河中心ブラックホール近くの星の軌道進化
- 離散要素法による衝突・破壊過程のシミュレーション
- SPH 法 (粒子で流体を表現する計算法) の改良
- 惑星形成過程の新しい数値計算方法の研究
- 衝突による破壊を考慮した惑星形成過程の研究
- マントル対流の新しい数値計算方法の研究
- 巨大衝突の大規模シミュレーション

研究の進め方は？

これも基本的には「応相談」
大体的方針：

- とりあえずテーマ (分野くらい) を決める
 - 関係する基礎的なことの勉強と新しい研究のサーベイを3ヶ月くらいする
 - で、その辺で、もうちょっと具体的にやることを決める
- というような感じ。

牧野・斎藤の部屋:3号館 306

メールアドレス: jmakino@people. saitoh@people.

研究室HP: <http://www.jmlab.jp>

質問・相談はいつでもどうぞ