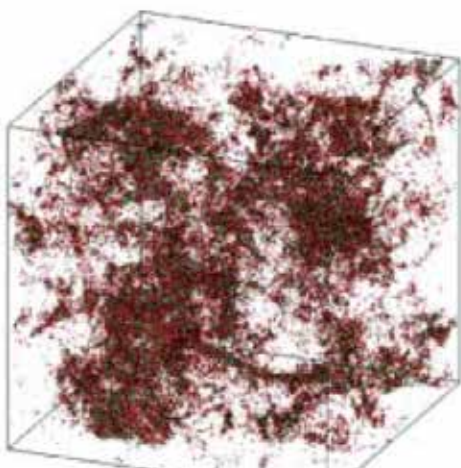


Interstellar Amino Acid



Photosynthesis on Exoplanets

宇宙生命計算科学連携拠点 Computational Astrobiology (CAB)

Hydrodynamic & Magnetohydrodynamic
Turbulence

梅村 雅之
筑波大学計算科学研究センター

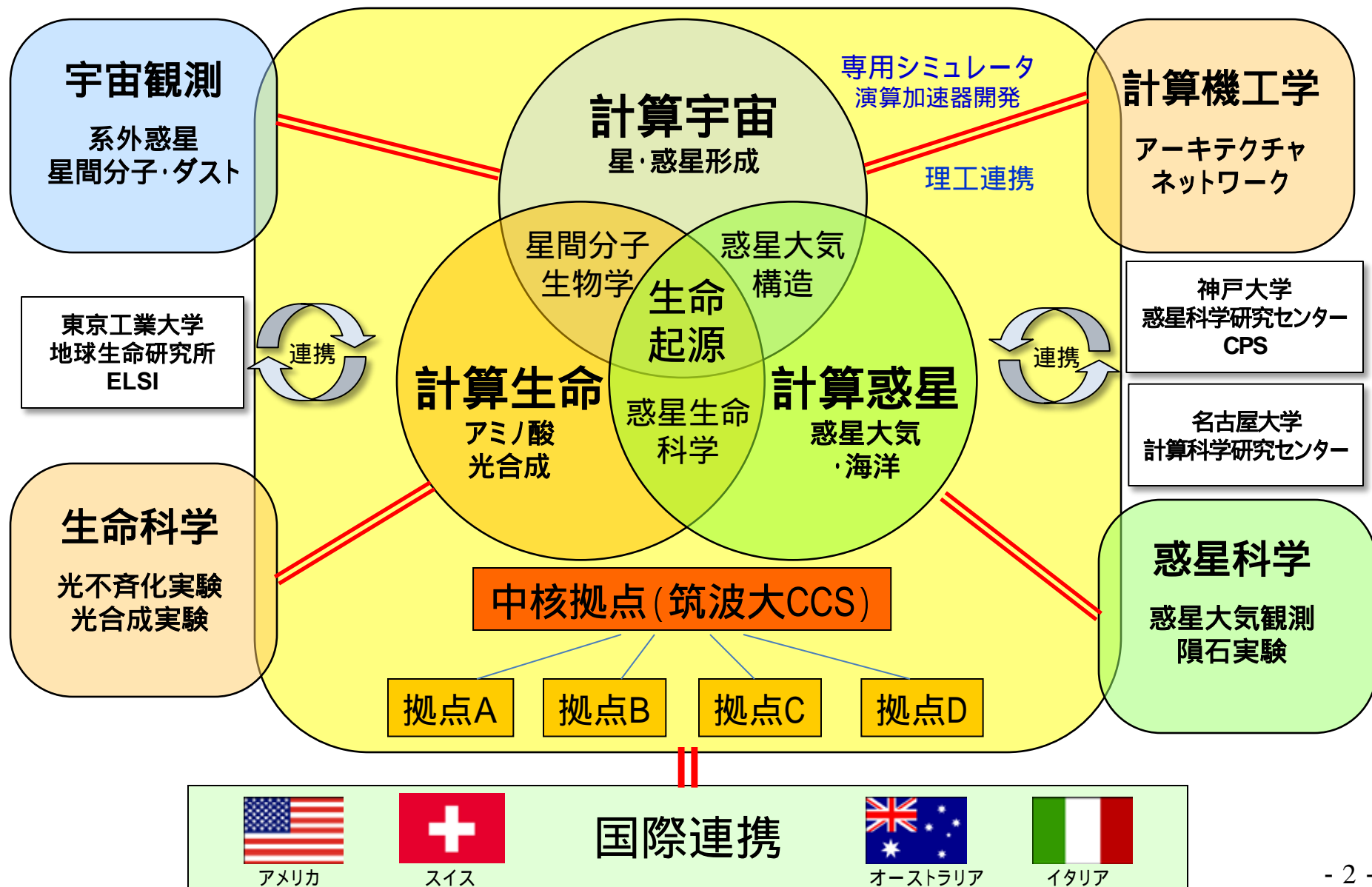
宇宙生命計算科学連携拠点 第2回ワークショップ

日程: 4月27日、28日 (10時から17時)

場所: 筑波大学計算科学研究センター ワークショップ室

宇宙生命計算科学連携拠点

- 宇宙, 生命, 惑星計算科学連携による宇宙における生命起源の探究 -



「宇宙生命計算科学連携拠点」参加協力者

22研究機関, 52名

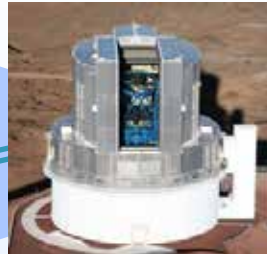
| 分野 | 氏名 | 職名 | 所属 | 専門分野 | email |
|---------|-------------|-------|--|----------------|---------------------------------------|
| 天文・宇宙分野 | 梅村 雅之 | 教授 | 筑波大学 計算科学研究センター | 計算宇宙物理 | umemura@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 相川 祐理 | 教授 | 筑波大学 計算科学研究センター | 星・惑星系形成 | aikawa@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 牧野 淳一郎 | 教授 | 理化学研究所 計算科学研究機構 | 計算宇宙物理 / 計算機工学 | makino@mail.imlab.jp |
| | 松元 亮治 | 教授 | 千葉大学大学院 理学研究科 | 宇宙物理学 | matumoto@astro.s.chiba-u.ac.jp |
| | 富坂 幸治 | 教授 | 国立天文台 理論研究部 | シミュレーション天文学 | tomisaka@th.nao.ac.jp |
| | 小久保 英一郎 | 教授 | 国立天文台 理論研究部 | 惑星系形成 | kokubo@th.nao.ac.jp |
| | 森 正夫 | 准教授 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算宇宙物理 | mmori@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 中本 泰史 | 准教授 | 東京工業大学大学院 理工学研究科 地球惑星科学専攻 | 天文学・惑星科学 | nakamoto@geo.titech.ac.jp |
| | 松本 倫明 | 教授 | 法政大学 人間環境学部 | 天体物理学 | matsu@hosei.ac.jp |
| | 町田 正博 | 准教授 | 九州大学大学院 理学研究院 地球惑星科学部門 | 星・惑星形成 | machida.masahiro.018@m.kyushu-u.ac.jp |
| | 小松 勇 | 研究員 | 筑波大学 計算科学研究センター | 計算宇宙生命 | yukomatsu@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 佐藤 皓允 | 大学院学生 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算宇宙生命 | asato@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 木立 佳里 | 大学院学生 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算宇宙生命 | kkidachi@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 重田 育照 | 教授 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算物質・生命 | shigeta@cheng.es.osaka-u.ac.jp |
| | 白石 賢二 | 教授 | 名古屋大学大学院 工学研究科 計算理工学専攻 | 計算物質・生命 | shiraishi@cse.nagoya-u.ac.jp |
| 生命・物質分野 | 矢花 一浩 | 教授 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算物質 | yabana@nucl.ph.tsukuba.ac.jp |
| | 岡田 晋 | 准教授 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算物質 | sokada@comas.frsc.tsukuba.ac.jp |
| | 庄司 光男 | 助教 | 筑波大学 数理解析研究所 / 計算科学研究センター | 計算生命 | mshoji@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 神谷 克政 | 助教 | 筑波大学 数理解析研究所 物理学域 | 計算物質 | kkamiya@comas.frsc.tsukuba.ac.jp |
| | 栢沼 愛 | 助教 | 筑波大学 計算科学研究センター | 計算生命 | kayanuma.megumi.fw@u.tsukuba.ac.jp |
| | 梅田 宏明 | 研究員 | 筑波大学 計算科学研究センター | 計算物質 | umeda@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 中野 雅由 | 教授 | 大阪大学 基礎工学部 | 計算物質・生命 | mnaka@cheng.es.osaka-u.ac.jp |
| | 岸 亮平 | 助教 | 大阪大学 基礎工学部 | 計算物質・生命 | rkishi@cheng.es.osaka-u.ac.jp |
| | 小林 憲正 | 教授 | 横浜国立大学大学院 工学研究院 | 宇宙生命科学 | kkensei@ynu.ac.jp |
| | 高須 昌子 | 教授 | 東京薬科大学 生命科学部 | 生命科学 | takasu@toyaku.ac.jp |
| | 宮川 毅 | 助教 | 東京薬科大学生命科学部 | 生物物理 | takeshi@toyaku.ac.jp |
| | 平田 聡 | 教授 | イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校化学科 | 理論化学 | sohirata@illinois.edu |
| | Boero Mauro | 教授 | IPCMS - Departement de Chimie et des Materiaux Inorganiques (DCMI) | 計算物質・生命 | mauro.boero@ipcms.unistra.fr |
| | 高橋 淳一 | 特任研究員 | 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター | 生命科学・放射光化学 | jitaka@ba2.so-net.ne.jp |
| | 篠島 弘幸 | 教授 | 久留米高専 一般科目(理科系) | 光エレクトロニクス・計算物理 | shinojima@kurume-nct.ac.jp |
| 惑星科学分野 | 中川 和道 | 教授 | 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 | 放射光物性 | nakagawa@kobe-u.ac.jp |
| | 田中 真人 | 主任研究員 | 産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 | 量子ビーム | masahito-tanaka@aist.go.jp |
| | 篠島 弘幸 | 教授 | 久留米高等工業専門学校一般科目 | 計算生命 | shinojima@kurume-nct.ac.jp |
| | 柴田 裕実 | 特任研究員 | 大坂大学 産業科学研究所附属ナノテクノロジーセンター | 物質科学 | shibadanuki@mac.com |
| | 井田 茂 | 教授 | 東京工業大学大学院 理工学研究科 地球惑星科学専攻 | 惑星物理学 | ida@geo.titech.ac.jp |
| | 中川 義次 | 教授 | 神戸大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 | 惑星形成論 | yoshi@kobe-u.ac.jp |
| | 林 祥介 | 教授 | 神戸大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 | 地球惑星科学 | shosuke@gfd-dennou.org |
| | 高橋 芳幸 | 助教 | 神戸大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 | 地球惑星科学 | yot@people.kobe-u.ac.jp |
| | 田中 博 | 教授 | 筑波大学 生命環境系 / 計算科学研究センター | 地球環境 | tanaka@ccs.tsukuba.ac.jp |
| | 生駒 大洋 | 准教授 | 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 | 惑星科学 | ikoma@eps.s.u-tokyo.ac.jp |
| | 阿部 豊 | 准教授 | 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 | 地球惑星科学 | ayutaka@eps.s.u-tokyo.ac.jp |
| | 河原 創 | 助教 | 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 | 地球惑星科学 | kawahara@eps.s.u-tokyo.ac.jp |
| | 倉本 圭 | 教授 | 北海道大学大学院 理学研究院 宇宙理学専攻 | 惑星科学・惑星大気 | keikei@ep.sci.hokudai.ac.jp |
| | 石渡 正樹 | 准教授 | 北海道大学大学院 理学研究院 宇宙理学専攻 | 気候力学・惑星流体力学 | momoko@ep.sci.hokudai.ac.jp |
| | 小高 正嗣 | 助教 | 北海道大学大学院 理学研究院 宇宙理学専攻 | 惑星気象学 | odakker@ep.sci.hokudai.ac.jp |
| 計算機工学分野 | 石原 卓 | 准教授 | 名古屋大学大学院 工学研究科附属計算科学連携教育研究センター | 流体力学(乱流) | ishihara@cse.nagoya-u.ac.jp |
| | 竹広 真一 | 准教授 | 京都大学 数理解析研究所 | 惑星物理学 | takepiro@gfd-dennou.org |
| | 石岡圭一 | 准教授 | 京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻 | 地球惑星 | ishioaka@gfd-dennou.org |
| | 中島健介 | 助教 | 九州大学 理学府 地球惑星科学専攻 | 地球惑星 | kensuke@geo.kyushu-u.ac.jp |
| | 西沢誠也 | 研究員 | 理化学研究所 計算科学研究機構 | 地球惑星 | seiya@gfd-dennou.org |
| | 佐藤 三久 | 教授 | 理化学研究所 計算科学研究機構 | 計算機工学 | msato@cs.tsukuba.ac.jp |
| | 朴 泰祐 | 教授 | 筑波大学 システム情報系 / 計算科学研究センター | 計算機工学 | taisuke@cs.tsukuba.ac.jp |
| | 児玉 祐悦 | 教授 | 理化学研究所 計算科学研究機構 | 計算機工学 | kodama@cs.tsukuba.ac.jp |
| | 高橋 大介 | 教授 | 筑波大学 システム情報系 / 計算科学研究センター | 計算機工学 | daisuke@cs.tsukuba.ac.jp |
| | 中里直人 | 准教授 | 会津大学 コンピュータ理工学部 | 計算天文学 / HPC | nakasato@u-aizu.ac.jp |

宇宙生命の探究：人類共通の知の創出

地上観測

すばる望遠鏡

原始惑星系円盤の観測
星形成領域の偏光波観測



衛星観測

Kepler

1,707惑星 (1,036主星)
Kepler-186f (2014.4.18) 1.1地球半径, 1.5地球質量



ALMA望遠鏡

原始惑星系円盤観測。糖類分子を発見。星間
有機分子探査。



宇宙実験

はやぶさ2計画

初期太陽系有機物



たんぽぽ計画 (JAXA)

宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟
宇宙塵中有機物分析
微生物採集



TMT計画 (30m光学赤外線望遠鏡)

太陽系外惑星の探査



東京工業大学
地球生命研究所(ELSI)

NINS: 新分野創成センター
NAOJ: アストロバイオロジーセンター

宇宙生命計算科学連携拠点

Computational Astrobiology

太陽系外惑星(第二の地球)の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明

概要・意義・必要性

- (1) 必要性の観点: ポスト「京」で可能になる惑星系形成・進化シミュレーションにより, 多数発見された太陽系外惑星の起源を解明し, 地球を含む**地球型惑星**の形成条件を理解, さらに人類への太陽活動の影響の理解と予測を通して**宇宙防災**を推進する。
- (2) 有効性の観点: 観測・実験と宇宙・地球・惑星科学分野の有機的連携を強化し, 地球型惑星の形成に至る条件を解明すると共に太陽の高解像度全球シミュレーションにより黒点周期と太陽活動の長期変動を再現。地球環境への影響の予測を可能にする。
- (3) 戦略的活用の観点: ポスト「京」により, ダストを含む惑星形成過程の高解像度輻射流体計算, 微惑星成長の粒子多体計算, 黒点周期(11年)より十分長い期間の太陽活動と地球磁気圏の磁気流体・プラズマ計算を世界に先駆けて実現する。

内容の詳細

サブ課題A: 地球と地球型惑星(第二の地球)の誕生条件の解明

宇宙物理学, 惑星科学, 地球科学, 気象学等の研究者, 及び計算科学研究機構等が参画する体制を組み, 微惑星形成過程, 中心星への惑星落下問題, 地球型惑星の表層環境形成を解き明かし, **太陽系及び太陽系外の惑星形成とその大気の起源と進化を解明**する。

サブ課題B: 太陽活動による地球環境変動の解明

100年以上にわたる太陽ダイナモの計算により, 太陽の長期時間変動のメカニズムと地球環境への影響を明らかにすると共に, 衛星観測との連携により, 太陽フレアと太陽風の数値予測を実現し, **「宇宙天気予報」の高度化を推進**。

サブ課題C: 太陽系における物質進化の解明

惑星間ダスト上の分子生成の量子化学計算により, “はやぶさ2”等による太陽系始原物質のデータを理解し, **太陽系における物質進化を探究**すると共に, 磁気乱流中のダスト集積計算によって, **地球型惑星(第二の地球)形成の初期条件**を明らかにする。

ポスト「京」利用の必要性

惑星形成計算において, 「京」で30万粒子の粒子多体計算を実行。ポスト「京」で3次元輻射流体計算を実現。**太陽活動**については, 「京」で $512 \times 1024 \times 3072 \times 2$ の対流層全球計算を実行。ポスト「京」では100年以上の太陽磁場変動の再現と太陽フレア・太陽風予測の高解像度計算を実現。**乱流計算**については, 「京」で 12288^3 メッシュの直接計算を実施。ポスト「京」では, 磁場とダストを考慮した 60000^3 メッシュの計算により**ダスト集積過程**を解明。**量子化学計算**では, 「京」で, 10万原子第一原理計算を実行。ポスト「京」では, 様々な条件下において, 大規模な第一原理分子動力学シミュレーションにより分子進化を解明。

必要な計算資源

惑星形成について, 惑星軌道計算, 輻射流体計算に, 計20日程度。太陽磁場変動と太陽フレア・太陽風の数値予測に計30日間。高精度乱流計算に10日間。惑星間物質の量子化学計算に計10日程度。**合計70日**。

期待される成果・波及効果

- ・太陽系外惑星の観測と**直接比較可能な第一原理計算を実現**し, 地球型惑星(**第二の地球**)の誕生条件を明らかにする。
- ・太陽, 地球磁気圏の衛星観測との連携により, 宇宙天気予報の精度と信頼性が格段に向上し, **宇宙防災**に資することができる。
- ・金星, 火星との比較惑星環境学により, **太陽系惑星気候変動**のメカニズムを解明し, 太陽系スケールでの地球の安定性の理解を深める。
- ・太陽系始原物質の採取・実験と計算との突合せにより, 太陽系の誕生と進化の歴史を明らかにする。