

平成 21 年 5 月 27 日

文 部 科 学 大 臣 殿

大学の設置者の所在地	〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1	
大学の設置者の名称	国立大学法人神戸大学	
(職名) フリガナ 代表者氏名	(神戸大学長) フクダ ヒデキ 福田 秀樹 (記名押印又は署名)	
大学名 及び機関番号	神戸大学	14501

平成 20 年度研究拠点形成費等補助金 (研究拠点形成費 (機関補助)) 実績報告書  
( 拠 点 形 成 実 績 報 告 書 )

整理番号	G11	開始年度	20	年度	学問分野	数学、物理学、地球科学	
拠点のプログラム名称	惑星科学国際教育研究拠点の構築		拠点リーダー名	中川 義次		専攻等名 (拠点となる大学)	理学研究科地球惑星科学専攻
連携先の大学名	北海道大学						
事業推進担当者	計 19 名						
フリガナ 氏名 (年齢)	所属部局・職名	現在の 専門・学位	役割分担 (本年度の教育研究実施計画における分担事項) 等				
ナカガワ ヨシツグ 中川 義次 (59歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	惑星科学・理学博士	総括、運営委員会委員長、社会交流CGリーダー				
アイハラ ヨシ 相川 祐理 (38歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・准教授	天文学・博士 (理学)	惑星系の起源に関する化学理論の研究 スクールプログラムリーダー				
イトウ ヨシイ 伊藤 洋一 (39歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・准教授	天文学・博士 (理学)	原始惑星系円盤、系外惑星の観測的研究 実習プログラム				
ムカイ タカシ 向井 正 (63歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	惑星科学・理学博士	惑星系の起源に関する探査・実験的研究 国際連携CGリーダー				
フジモト マサキ 藤本 正行 (61歳)	神戸大学理学研究科惑星科学研究センター協力研究員/北海道大学理学研究院物理学部門・教授	宇宙物理学・理学博士	惑星系始原物質生成、恒星内元素合成の理論的研究 理論・モデル研究プログラムリーダー				
トモカキ カズシゲ 留岡 和重 (57歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	惑星物質科学・理学博士	惑星系始原物質進化の実験的研究 探査・実験プログラムリーダー				
ナカムラ アキコ 中村 昭子 (44歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・准教授	惑星科学・理学 (博士)	惑星系始原物質進化の探査・実験的研究 実習プログラムリーダー				
ヤマモト テツオ 山本 哲生 (59歳)	神戸大学理学研究科惑星科学研究センター協力研究員/北海道大学低温科学研究所雪氷新領域部門 (平成20年10月1日、低温基礎科学部門から改組)・教授	惑星科学・理学博士	惑星系始原物質進化の理論的研究 将来構想CGリーダー				
ハシ ヨシキ 林 祥介 (50歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	地球流体力学・理学博士	惑星大気多様性の理論・数値的研究 基盤CGリーダー				
イノヤマ カズヒロ 岩山 隆寛 (42歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・准教授	地球流体力学・博士 (理学)	惑星大気多様性の理論的研究 教育研究CG				

ト ユウカ 瀬戸 雄介 (31歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・助教	惑星物質学・博士(理学)	惑星系始原物質進化の実験的研究探査・実験プログラム
ヤマカ マサ 山中 大学 (53歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・客員教授/海洋研究開発機構・主任研究員	大気水圏科学・理学博士	惑星大気圏・水圏多様性の観測・理論的研究 エクステンジブプログラム
トフシ ヨウイチロウ 乙藤 洋一郎 (59歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	地球物理学・理学博士	惑星固体圏多様性の解析・モデリング研究 探査・実験プログラム
シマ ノボキ 島 伸和 (48歳)	神戸大学自然科学系先端融合研究環、内海域環境教育研究センター・准教授	海底物理学・博士(理学)	惑星固体圏多様性の探査・実験的研究 探査・実験プログラム
ガンジ ユキオ 郡司 幸夫 (50歳)	神戸大学理学研究科地球惑星科学専攻・教授	理論生命科学・理学博士	惑星多様性に関する理論・室内模擬実験 スクールプログラム
カウ キヨ 加藤 幾芳 (61歳)	北海道大学 理学研究院物理学部門・教授	宇宙核物理学・理学博士	元素合成の理論的研究、核反応データアーカイブ 国際連携CG
コウチ アキラ 香内 晃 (52歳)	北海道大学 低温科学研究所雪氷新領域部門(平成20年10月1日、低温基礎科学部門から改組)	惑星科学・理学博士	惑星系始原物質進化の実験的研究 教育研究CGリーダー
ワタベ シゲト 渡部 重十 (55歳)	北海道大学 理学研究院自然史科学部門・教授	超高層物理学・理学博士	惑星大気圏・磁気圏多様性の探査・実験的研究 エクステンジブプログラムリーダー
クラモト キヨシ 倉本 圭 (42歳)	北海道大学 理学研究院自然史科学部門・教授	惑星科学・博士(理学)	惑星大気圏・固体圏多様性の理論的研究 教育事業統括リーダー

拠点全体の補助金交付額			
直接経費及び間接経費の合計		直接経費	間接経費
①+② (千円)	① (千円)	② (千円)	
253,890	195,300	58,590	
(拠点大学：神戸大学)			
130,247	100,190	30,057	
(北海道大学)			
123,643	95,110	28,533	
拠点大学の直接経費に占める拠点大学で使用した直接経費の割合			(%)
③ / (① + ④) × 100%			51.3
拠点大学の直接経費	連携機関への委託費	拠点大学で使用した直接経費	他の大学の直接経費の総額
① = ② + ③ (円)	② (円)	③ (円)	④ (円)
100,190,000	0	100,190,000	95,110,000

## 教育研究拠点形成実績の概要

本プログラムでは、神戸大学大学院理学研究科に設立された惑星科学研究センター(CPS)を実質化し、企画運営・情報化・国際連携などへの対応力を持ち、国内外の惑星科学研究者やグループによる教育研究活動のネットワーク化を支援するコーディネーションセンターとして確立することを目的とする。コーディネーションセンターとしてのCPSは、惑星科学コミュニティにおける人材育成や研究活動の触媒となり、惑星科学の様々な領域から人々が集い知見情報が集積される場を形成し、惑星科学の広がりを総合的に捉えるための基盤として機能する。本プログラムではこのような場を形成することを介して惑星系の起源・進化・多様性を統合し普遍化した汎惑星系モデルの構築を目指す。

上記目的を達成するために本プログラムでは以下のような事業を計画した。

- **開かれた運営体制の確立**: 惑星科学コミュニティに開かれたCPSの運営体制ならびにCPSの事業をささえる業務支援体制の確立を行う。**コーディネーション機能の形成**: 惑星科学コミュニティにおける様々な教育研究活動のネットワーク化を多面的に支援する5つのコーディネーショングループ(CG)、すなわち、**教育研究CG、基盤CG、国際連携CG、社会交流CG、将来構想CG**を創設する。
- **多様な人材教育**: これらのCGの支援とそれを介しての惑星科学コミュニティによる協力により、**スクールプログラム、実習プログラム、エクステンジブプログラム**からなる教育事業を展開し、惑星科学の知見情報を集積提供し発展させる場を形成する。若手研究者・院生はCGの形成・運営に参画することによって、研究能力のみならず惑星科学の展開に必要とされる企画力、組織力、運営力、基盤構築力などを備えた人材として育成される。
- **汎惑星系モデルの構築に向けた研究の推進**: 研究会等の開催を介して個々の研究活動を促進すると同時に、最先端の知見の集積とその総合化に努める。

本年度の目標と計画ならびにその達成状況は以下のようにまとめられる。

- **「惑星科学研究センター共同利用委員会」の設立**: 全国／海外の惑星科学コミュニティに開かれた運営体制を構築するべく「惑星科学研究センター共同利用委員会」の設立を計画し、これを立ち上げた。
- **基盤整備**: CPSの今後の展開の基礎となる神戸大-北大連携実務支援体制を確立するとともに、基盤CGが中心になり情報基盤の設計と構築整備を行うことにした。これらの実現のため予算の重点的な投資を行い、「連携による相乗効果」の発揮される体制を速やかに実現することを企図した。支援体制の人的配置と基盤CGによる会議システムの導入・講義撮影システムの導入・暫定ネットワークサーバの構築は概ね完了し、機動的な活動を支援するネットワークサーバソフト環境の構築が続けられている。
- **各種CG活動の立ち上げ**: 必要に応じてワークショップ等を開催するなどして、CG活動の立ち上げに向けた詳細設計を開始することにした。国内惑星科学関係研究者との連携、海外研究機関等との連携、企業人との連携などいくつかの試みを開始した。
- **教育実習プログラムの企画と準備**: 教育研究CGでは、高い評価を得てきた国際プラネタリースクールの継承を行うとともに、次年度以後のスクールプログラム・実習プログラムの「ひな形」を形成するべく複数のコースを立ち上げることにした。特に、実習プログラムの実現に必要な実験実習機材等の構築整備と運用システムの設計構築には予算を重点配備することにした。これらは概ね達成され、衝突実験実習は国内関係者の協力を以って実現することができた。また、「汎惑星系モデル構築」(惑星系の起源・進化・多様性)へ向けた各種研究会の開催を企画し、これを実施した。

これらの達成において本補助金は特に次のような経費として大きな役割を担った。

- 拠点の運営を担う事務運営支援員の雇用とそれにとりまなう実務運営体制の構築
- 事業推進の主力となる特命教員ならびに若手研究者(PD)の雇用、および研究活動に必要な

な経費の支援(一人当たり准教授1000千円、助教800千円、PD500千円)。

- 優れた研究遂行能力を持つ若手研究者育成のためのRA経費(後期課程大学院生 一人当たり120千円/月)
- 情報基盤整備、特に、ネットワーク環境の整備、その上に稼働する、講義・セミナーの全国配信や神戸大-北大の連携運営体制の確立のためのネットワーク会議システム、講義・セミナーの撮影システム、講義・セミナー資料や運営資料のアーカイブならびに情報交換のためのサーバーシステムの導入
- 実習環境、特に衝突実験実習と観測実習のための機材整備
- 各種スクール、実習、研究会の運営経費

世界的な観点で見た場合の現状に対する自己評価としては、我々の試みとその動向が内外の識者から評価されていることがあげられよう。ケンブリッジ大学ニュートン研究所における運営レベル研究者との対話においては、このような試みがこれまで日本であまりなかったことにむしろ驚きを表明された。台湾のNCUは我々の試みを重視するとともにアジア域での惑星科学の展開をともにリードするべく連携提案がなされており、これを進める方向で次年度以降活動を行うことになっている。国内においても、関連分野の学識経験者との懇談会を実施し、励ましの言葉をいただいている。

今後事業を遂行していく上での課題・反省点としては、

- コーディネーション概念の重要性に対する認識はひろがりつつあるが、その浸透は未だ不十分である。その必要性には賛同と支持が得られているが、積極的なコミットメントを得られるには至っていない。人と知見の集積する場を持つことが先進国の科学の基盤であり、そのために努力する必要があることを理解してもらうにはさらなる努力が必要である。
- コーディネーション活動を本格的に展開していくためには、CPSが専任教員・職員を擁する共同利用組織として立ち上がることが必須であり、それが本プログラムの最大の目的である。しかし、その実現に至る制度的に整備された道は今のところ存在していない。既存の共同利用研究所群に新たに参入する公開されたルートは整備されておらず、G-COEプログラムにより中核的センターとして機能する組織に立ち上げたあと、これを共同利用研究所(センター)として世界から信頼される恒久的な組織にする方策は、現在まだ模索中である。
- 本プログラムの目標を達成する上でさまざま事務障害(制度矛盾)があり、これをきちんと洗い出して関係各方面に改善を働き掛けていく努力を行う必要がある。  
などがあげられる。

教育研究拠点形成に係る具体的な成果

#### 【拠点形成へ向けての成果】

本事業に関連して、世界的な教育研究拠点形成に向けて以下のような改善・整備等がなされた。

##### ● 研究拠点体制の整備

惑星科学コミュニティに開かれた運営体制を構築するべく諮問組織として**惑星科学研究センター共同利用委員会**を設立し、広く全国の惑星科学関連分野研究者に委員を委嘱した。共同利用委員会メールリストならびにネット会議システムの活用により、全国に分散する委員メンバーによる実質的な諮問活動を担保した。PDならびに特命(特任)教員の人事は共同利用委員会の下に人事委員会を組織して行った。さらに、関連分野の指導的な立場にある委員との懇談会を数回開催し、コーディネーションセンターとしてのCPSの説明を行い、そのような理念の当該コミュニティへの普及の方策を検討するとともに、関連分野での同種の理念を持った活動に関する情報の提供と、今後のコーディネーション活動の展開ならびにCPSの恒久化へむけての助言と提言をいただいた。

拠点の運営を担う事務運営支援員の雇用を神戸大ならびに北大にて順次行い、年度末には体制を概ね完成した。運営支援員には、情報担当・英語担当が含まれており、CPSの機能にふさわしい国際的展開ならびに知見集積への展開を支援する体制を整えることができた。

CPSの具体的なコーディネーション活動を担うべく創設した教育研究CG、基盤CG、国際連携CG、社会交流CG、将来構想CGに関しては以下に詳述する。拠点体制の整備としては、基盤CGを中心に、ネットワーク環境の整備、その上に稼働する、講義・セミナーの全国配信や神戸大-北大の連携運営体制の確立のためのネットワーク会議システム、講義・セミナーの撮影システム、講義・セミナー資料や運営資料のアーカイブならびに情報交換のためのサーバーシステムの導入を行ったことがあげられる。

##### ● 教育研究環境

教育研究CGを中心に、スクールプログラムの整備、実習プログラムの整備を行い、実際にプログラムを運営することによって、運営支援体制の構築を進めた。教育研究CGの項に詳述する。

##### ● 人材確保

CPSの活動を指揮する教員として特命(特任)教員の雇用を行い、神戸大に准教授1、助教1、北大に准教授1を配置した。各CGの運営を担当する人員として、PDを神戸大に3名、北大に3名雇用した。

##### ● 人材育成

広くRAを公募し、神戸大12名、北大8名を採用し、日常の個々の研究活動に加えて、CG活動に参加することにより汎惑星系モデルに至る惑星科学の広がりを実感してもらうとともに惑星科学を展開する上での多様な専門性への導入をOJTとして行った。

##### ● 国際化等の改善・整備状況

21COE プログラムにおいて高い評価を得てきた国際プラネタリースクールを強化し、講義資料および講義のビデオアーカイブをウェブ上で公開した。海外の教育研究期間への院生の派遣、CPSへの海外の研究者の招聘を展開しつつある。

各CGの今年度の成果は以下のとおりである：

## 基盤CG

基盤 CG では以下の情報基盤整備事業に着手した。

1. CPS サーバの導入・構築
2. セミナー・研究会・スクールの講演撮影システムの導入
3. ビデオ会議システムの導入
4. 教育用計算機環境の整備

以下に、それぞれについて概略を述べる。

1. CPS サーバの導入・構築

情報技術を用いた、CPS の全ての活動の支援および活動成果の蓄積・公開のために CPS 基盤サーバを導入し、システムの構築に着手した。CPS 基盤サーバは、情報発信の為にホームページ、情報共有の為に Wiki ページ、情報交換の為にメーリングリスト、プログラムやドキュメント等の管理の為にバージョン管理システム、会議・セミナー・研究会・スクール開催の支援システム、等を提供する。サーバ機器は、北海道大学に2台、神戸大学に1台を導入した。北海道大学の1台をマスターサーバ、残りの2台をバックアップサーバとし、非常時にも対応できる体制とした。システムソフトウェアの実装は、入札を通じて決定した業者に委託し、CPS 基盤サーバの機能に関する綿密な打ち合わせに基づいて実施した。開発したシステムソフトウェアは北海道大学に設置したマスターサーバに導入された。

2. セミナー・研究会・スクールにおける講演撮影システムの導入

各種セミナー・研究会・スクールの講演内容を収録し、その講演資料・映像・音声コンテンツをインターネットを通して公開するために、講演撮影システム p4web を神戸大学および北海道大学に一式ずつ導入した。導入したシステムにより、比較的容易に講演者の様子と講演資料を同時に収録することが可能となる。これらコンテンツを公開することで、セミナー・研究会・スクールの開催後に参加者が自由に復習することができ、かつ参加していない人でも時間と場所を選ばずに内容を視聴することが可能となる。これにより、最先端の研究から若手育成に至るまで様々なレベルで惑星科学研究界の基盤構築に貢献しつつある。今後、本撮影システムは、本プログラム/CPS が直接主催あるいは後援する講演の収録に限らず、他大学・機関所属の研究者による同様の活動へも貸与できるように整備することで、本プログラムの目標である、大学間に開かれた研究基盤とそれを介しての知見集積の場としての CPS に近づくことが期待される。

3. ネット会議システムの導入

近年、ネット会議システムを用いた遠隔会議および遠隔セミナーが頻繁に行われるようになってきている。しかし、これまでは、特に多地点での接続において接続の安定性が低く、遠隔会議・セミナー開催の障害となっていた。グローバル COE プログラムの連携先である神戸大学と北海道大学を含め、全国の惑星研究者間での会議とセミナーを容易かつ安定に開催・運営することを目指し、ビデオ会議システム端末と多地点接続装置を導入した。これらのシステムは、神戸大学—北海道大学のグローバル COE プログラム内に閉じることなく、既に全国の惑星研究に関わる会議・セミナーに使用されつつあり、本グローバル COE プログラムを拠点として、惑星科学研究の発展に大きく寄与しつつある。

4. 教育用計算機環境の整備

上に述べたように、本グローバル COE プログラムでは CPS 基盤サーバを用いて、様々な活動を支援し、活動成果を蓄積・公開することで全国の惑星科学研究の基盤を構築して

いく。このようなサーバを維持し有効に運用していくためには、情報技術レベルを高水準で維持することが必要不可欠である。このために、グローバル COE における、大学院生の情報リテラシー教育を充実させることを目指し、パーソナルコンピュータ 12 セットを導入した。これらのコンピュータは、大学院生への直接的な情報リテラシー教育に用いるとともに、学部学生への初歩的情報教育におけるティーチングアシスタントを大学院生に担ってもらうことによる間接的な教育にも用いる。これにより、今後の CPS サーバの維持と発展のための人材育成の環境を整えることができた。

また、構築惑星科学研究においては、シミュレーションの大規模化および惑星探査データの大規模化に対応して、効率の良い大規模数値モデルの開発・シミュレーション実験や探査データの大量蓄積・高速解析が求められる。そこで、神戸大学の教育研究活性化支援経費により導入された若手研究者用の研究サーバを利用し、これらを効率的に行うための解析・ストレージサーバの導入と構築を行った。本サーバは、2 台の解析サーバと、約 90 テラバイト (RAID6 構成時) のストレージで構成される。機器導入後、サーバに OS および解析に必要なソフトウェアのインストール作業を行った。また、ジョブ管理システム等を導入し、円滑に共同利用するための環境の構築を行い、解析・ストレージサーバとして運用を開始した。

#### ● 国際連携CG

海外の拠点機関と若手研究者の交換を行うエクスチェンジプログラムを実施し、ハワイ大学に神戸大学の大学院生を2ヶ月間派遣、フランスのObservatoire Midi-Pyreneesの研究者を神戸大学に1週間招聘した。本事業が目指す大学連合のモデルケースの視察を行うため、インド天文学大学連合機関に教員を派遣し、大学連合の在り方について視察、また今後の連携について協議した。また、本事業は、CPSがハブとなって、国内・国外の研究機関が結びつくための場を形成することが目的であるが、その一環として、名大の教員をハーバード大学に派遣し協議を行い、お互いの教員・院生の交換を行うエクスチェンジプログラムの実施計画を立案、また台湾中央大学との院生の交換制度についても協議を始めた。さらに、Woods Hole Summer GFD programに今後4年間国内の大学院生を派遣する。また、アジア地域での核データ・センター構築に向けた交流を行い、モンゴルから大学院生を3ヶ月間北海道大学で受け入れ、教育・実習訓練を行った。上記のような、国内、国外の若手研究者の養成活動を行った。

ハワイ大学、Observatoire Midi-Pyrenees、インド天文学大学連合機関との間に研究者の派遣、招へいを行い、今後の継続的な交流について打ち合わせた。また、ハーバード大学と名古屋大学の連携を進めるにあたり、CPSがハブとなって国際連携の場を提供することができた。Woods Hole Summer GFD programに今後4年間、国内の院生を派遣することにより、国内コミュニティの研究者養成、また、台湾中央大学との院生の交換派遣について具体的な協議を始めたことにより、海外の研究者養成についてもCPSが場を提供できるよう、活動を進めている。また、モンゴル原子核研究所の院生の北海道大学への3ヶ月間の受け入れは、研修に来た学生の北海道大学博士課程への入学、また国立モンゴル大学およびカザフスタンの原子核研究所と北海道大学との交流協定の締結について具体的に準備を進めるという発展を見た。

今年度は、時間的な制約により、研究者の派遣・招へいプログラムについて公募を行うことは

できなかったが、次年度以降、公募を行い、よりコミュニティに開かれた活動とするための計画を立案している。

#### ● 将来構想CG

CPSの将来構想を話し合う討論会を東京工業大学において開催し、日本惑星科学会との協力体制の在り方について協議した。コミュニティレベルでの研究環境・基盤の構築の重要性、およびそのために働く人をどう正当に処遇していくかなどについての議論を行った。今後、日本天文学会、地球電磁気・地球惑星圏学会等と同種の討論会を実施していく予定である。

#### ● 社会連携CG

博士修了者のキャリアパスを民間企業に広げる可能性を考察するため、民間企業の就職担当者を招いて懇談会を開催した。社会連携を広範に展開するためにPDを配置し、次年度以降に向けての事業の設計を行いつつある。

#### ● 教育研究CG

本プログラム推進担当者を中心に研究会・スクール・実習の企画を募り、それらを調整のうえ、19件の企画について主催あるいは支援を行った。それぞれの会の内容や実績については別資料に示す。以下に全体についてまとめる。

##### 1. 惑星科学の広範な対象をカバー

惑星科学は、天文学、地球科学、生命科学と接する総合学問分野である。そこで、惑星としての地球、惑星形成環境としての宇宙大構造、生命科学なども含め、狭い意味の惑星科学に限定せずに幅広く先端的対象をカバーし、汎惑星系形成論の確立に向けた研究の促進を図った。

##### 2. 手法トレーニングによる人材育成

今後の惑星科学の発展に必要な手法を身につけた人材養成を図るために、現在人材が手薄となっている探査、実験、観測、数値実験についての実習プログラムを実施・支援し、全国から多数の院生・若手研究者の参加を得た。また実習だけでなく、研究会、スクールの企画運営について、若手研究者や大学院生に参加してもらい、企画力と運営力の養成を図った。

##### 3. アーカイブ

教育研究環境の整備の一環として、基盤CGが整備を進めている収録・公開システムを用いて、すべてのスクール企画5件について講義をマルチメディアコンテンツとして収録し、これらをインターネット上に公開した。

##### 4. 国際的スクール活動

国際的に活躍できる人材養成を図るために、外国人講師陣による大型・中型のスクールをそれぞれ1件ずつ主催・後援した。またそれらの講義録をインターネット上に公開することにより、わが国からだけでなく世界中から惑星科学を学習できる環境の整備に供した。

#### 【研究等によって得られた新たな知見】

本プログラムは、惑星系の起源・進化・多様性を統合し普遍化した汎惑星系モデルの構築を目指し、宇宙における太陽系の普遍性と特殊性に関する考察と理解を深めることを目標としている。この目標においては、モデルの構成要素たる個々の研究の展開を進めることはもちろんのこと、神戸大学と北海道大学の外側に広がる様々な研究活動をも推進し、それらと連携しその成果を集積する構造をつくらねばならない。本プログラムでは、両大学に閉じない様々な活動の連携やそこからもたらされる知見の集積を可能とする**国内外に開かれた研究活動の基盤構築自体を重要な研究活動**として位置づけている。これによって個別研究の単純和にとどまらない真に総合的かつ普遍的な汎惑星系モデルの構築が可能となるからである。その意味において、この活動は汎惑星系



モデルのコア部分を構成すると言える。

研究基盤の構築に関しては以下のような知見が得られた。

- **CPSをネットワーク上に展開・運営する際に必要となる情報基盤環境の構築**  
CPSサーバーの設計に必要となる、惑星科学分野の教育研究活動そのものの情報構造とその大きさを解析し、これを用いてデータスキームの設計、インターフェースの設計につなげた。
- **惑星科学における知見集積**  
惑星科学において集積されるべき知識の情報構造を検討した。特に、論文や教科書になっていない、セミナー等で語られるのみの経験知の構造を検討し、動画映像資料の有用性を検証、効率の良い情報集積への提案と機材の設計調達につなげた。
- **地球惑星科学における科学者集団の構造**  
惑星科学の展開とそれに必要となる人材の姿を考察し、コミュニティとして必要な構造を議論した。これらの考察を人材ネットワークの構築につなげ、惑星科学の将来像を描いていく上で必要となる準備をすすめた。

一方、汎惑星系モデルの要素研究に関しては以下のような知見が得られた。

- **惑星系円盤ダストの物理素過程**  
惑星系円盤ダストの関与する物理素過程の総合的研究を展開し、衝突シミュレーションから従来想定されていたよりずっと低密度の微惑星が形成されることが示唆されたほか、サブミクロン氷粒子からなるアグリゲイトは、数10m/s の高速衝突でも成長できることが示された。また、結晶ダストは非晶質ダストが星の近傍などで1000 K以上に加熱された結果、生成されると信じられてきたが、これに対してずっと低温で結晶化するメカニズムを提唱しそれを実証した。さらに、観測から円盤ダストの成長を知るうえで、そのスペクトルの解析が鍵となるが、衝突シミュレーションから期待される空隙に富むアグリゲイトを考えると、その吸収(または放射) スペクトルはコンパクトな球粒子とは大きく異なることを示し、観測の解釈における注意を喚起した。
- **惑星形成最初期のダスト成長とダスト層の形成**  
惑星形成最初期のダスト成長と赤道面への沈殿を数値計算によって調べた。ダストは、成長しながら赤道面に沈澱しダスト層を形成するが、ダスト層の形成時期は、円盤上空のダストの枯渇によって決定されること、また、ダスト層の構造は、過去に求めた解析解でよく表わされることを示した。ダストの破壊が顕著に起こるときは、マイクロメートルサイズのダストが赤道面に集中した構造になることを示した。
- **原始惑星系円盤ダスト輸送**  
原始惑星系円盤におけるダスト輸送について、高速度衝突時のダストの付着限界を考慮したグローバルモデルを用いると、円盤外縁部では天文観測と調和的な中心からの距離依存性の緩やかなダスト分布が得られ、また内側領域については太陽系や系外惑星系の惑星質量分布から示唆される、より急峻な依存性をもつダスト分布が得られることが分かった。
- **降着円盤内でのタイプI惑星移動**  
原始惑星系円盤中にある惑星の軌道角運動量(トルク)は、円盤ガスとの重力相互作用によって、一般的に惑星の軌道角運動量が失われると考えられている。この過程はタイプI惑星落下問題として知られており、惑星系形成に対して重要な問題となっている。しかし、今までこの問題を扱った多くの研究は、等温の状態方程式を使っていた。最近、断熱円盤と惑星の間の重力相互作用が調べられ、惑星付近におけるエントロピー分布の非対称性により惑星へのトルクのかかり方が変わることがわかってきた。本研究では、惑星が作られた頃より現実的な

状況であると思われる降着円盤を想定して、エントロピーの非対称性の効果の他に粘性進化によるタイプI惑星落下への影響について調べた。我々の結果によると、降着円盤内では惑星は落下しない可能性があることが示唆された。

#### ● 衛星系の起源：周惑星円盤への固体物質供給プロセス

木星・土星など巨大ガス惑星の周りの主な衛星はほぼすべて、軌道が惑星の赤道面付近でかつ円軌道に集中していることから、惑星周りの円盤(周惑星円盤)から形成されたと考えられている。しかし、その円盤の起源および構造は良くわかっておらず、形成される衛星系の姿を理論的に予想できていない。そこで、衛星の材料となる固体物質が周惑星円盤へ供給・捕獲される軌道を解析的に計算し、固体物質の供給率およびその分布を明らかにした。

#### ● プレアデス星団に属する原始惑星候補天体の発見

すばる望遠鏡のステラ-コロナグラフを用い、プレアデス星団に属する若い単独星11天体の周囲を近赤外波長で探査した。その結果、7天体の周囲に10個の暗い点源を発見した。それらのKバンド等級は18等から20等で、数木星質量の天体である可能性がある。中でもV1171 Tauに付随する点源は近赤外から中間赤外域で赤外超過を示し、原始惑星である可能性が高い。

#### ● 分子雲での低温表面原子反応による分子進化

分子雲の微粒子表面で起こる酸素分子と水素原子との反応による水分子の生成過程を詳細に研究し、反応速度の温度依存性、下地(氷)の影響などを測定した。また、生成された氷はアモルファスであることが明らかになった。アモルファス氷表面での水素原子の挙動を解明するために、固体表面の水素原子を直接分析できる実験装置を開発した。アモルファス氷表面での水素原子の表面拡散、脱離過程に関する知見が得られつつある。

#### ● AKARIによる星間氷の観測

赤外線天文衛星「AKARI」を用いて分子雲、原始星エンベロープ、原始惑星系円盤内に存在する氷の吸収バンド観測を行った。スリットレス分光画面からのスペクトル抽出やスペクトル型推定などのデータ解析方法を確立し、近赤外波長域(2.5-5ミクロン)でH<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、COのバンドを検出し氷柱密度を求めた。

#### ● 原始惑星系円盤におけるメタノール輝線

原始惑星系円盤の半径10AU以内の領域における化学組成進化を数値計算によって調べた。この領域は比較的高温( $T > 100\text{K}$ )のため、大型有機分子が昇華しホットコア的な分子組成進化が起こる。メタノールをはじめとするいくつかの有機分子は、昇華後、気相反応により104年ほどで破壊される。よってメタノール輝線は質量降着率の指標となりうることを示した。

#### ● TW Hya周りの原始惑星系円盤におけるHCO<sup>+</sup>、DCO<sup>+</sup>輝線

SMAを用いてTWHyaのDCO<sup>+</sup>、DCN輝線観測を行った。円盤内ではこれら分子の存在比は一定ではない。そこで、原始惑星系円盤の化学組成分布のモデル計算の結果を参照して存在度の鉛直分布を簡単な関数で近似し、円盤内での半径方向の分子分布を観測データから求めた。また、CO、DCO<sup>+</sup>輝線強度から円盤内の電離度の推定を行った。

#### ● 「新惑星仮説」の提案

1200個を超す太陽系外縁天体が発見され、それらの軌道分布に、既知の惑星の摂動では説明できない特異性があることが判ってきた。海王星軌道以遠の氷天体の軌道進化を45億年に渡って数値計算し、これらの特異性を説明するために、地球サイズの「新惑星」が、大きく傾いた軌道上に存在するという仮説を提唱した。世界51カ国で報道され、一般の関心を惹いた(P.S.Lykawka and T.Mukai, Astron.J. 135 (Issue 4), 1161-1200, 2008)。

### ● 多孔質模擬天体中の圧力減衰率

天体の衝突破壊強度を決定づける要因のひとつとして、天体内部を衝撃波が伝わる際の圧力減衰率があげられる。20年度は、固着力を持たないレゴリスの集合体を模擬したガラス粒子層における圧力減衰率を測定した。粒子どうしが互いに焼結で固着して圧縮強度を数～数10MPa持つ場合と減衰率が同じであることを見出した。

### ● 焼結体の引張強度とネックサイズとの関係

粒子どうしの接触点の物理強度を高める過程として、焼結が考えられる。焼結は、原始惑星系円盤内で微粒子が付着成長する現場において、粒子集合体の力学物性を変化させる可能性がある。そこで、まずはガラスビーズ2体を電気炉で焼結させ、焼結部分(ネック)の半径と引っ張り強度の関係を調べた。ネックの見かけの断面積と強度とが、初期焼結においては比例しないことが明らかになった。これは初期焼結において、ネック部分に移動してきた物質がネック内部に均等に拡がっていないため、と推論される。

### ● 水星・月の熱進化

水星および月の熱進化について理論的・数値的な解析を行い、地殻への放射性元素の濃集とマントル中の揮発性物質の欠乏によって、リソスフェアの急速な冷却が促されることを定量的に示した。

### ● 金星地表の放射率分布～カコウ岩地殻の存在を示唆する結果

Galileo 探査機が1990年に金星フライバイをした際に取得したデータを解析して、金星地表面の近赤外線(1.18um)での放射率分布を推定した。その結果、金星の高地は放射率が小さく低地では放射率の大きい傾向のあることが発見された。放射率が小さく高地を形成する可能性のある岩石のひとつとしてはカコウ岩が考えられる。カコウ岩を生成するには水(海洋)と沈み込み(プレート・テクトニクス)が必要と考えられており、この放射率推定の結果は過去の金星に海洋とプレート・テクトニクスがあったことを示唆している。

### ● Planet-C 搭載機器開発と北大光学望遠鏡の設計製作

来年打ち上げ予定のわが国の金星探査機(Planet-C)に搭載の紫外イメージャ(UVI)の開発を完成し、現在、JAXA における種々の試験を行いつつある。科学成果を最大限に引き出すために、探査機と地上光学望遠鏡群との同時観測を実現させる予定である。その1つの重要拠点として、北海道大学が名寄天文台に新設する大型光学望遠鏡が挙げられ、現在この望遠鏡の設計と製作を急ピッチで進めている。

### ● 汎惑星気候モデル(数値シミュレーションモデル)の設計と構築

系外惑星を含む惑星気候の多様性を探求するための基盤的ツールとしての惑星大気シミュレーションモデルの設計と開発に着手した。目標は、既存大気計算技術の汎用化にあり、ソフトウェアは対象物理過程を異にする複数のモデルからなる階層的なモデル群として構成される。開発はネットワーク上の公開開発として実施しており、本年度はソフトウェアコーディングの策定、モデル群全体に共通して利用されるI/Oライブラリの設計と実装などを行った。開発状況は <http://www.gfd-dennou.org/library/dcmmodel/> において自由に参照することができる。

### ● 生物システムにおける不在の意義

構造とその機能、「わたし」と「考えるわたし」のような二つのレベルにまたがる現象一般に対し、特に細胞レベル、人間の意識レベルの二つのレベルで、不在の意義を明らかにした。第一に、生物の行動では一般的に、探索と搾取のジレンマが認められるが、アメーバでは局所的領域で最適な形体を見つける計算(搾取)と、未知の領域を広く効率よく探索すること(探

索)の両義性として、述べられる。我々はオートマトンモデルから、ゆらぎを溜める仕組みが搾取と探索の間のジレンマ解消に有効に働くことを示し、モデルが実際のアメーバの挙動をよく説明することを示した。第二に、人間の身体感覚において、二つのレベルは身体の所有感覚と操作感覚のレベルとして認められる。我々は両者が予め統合されているのではなく、絶えず調整されており、その際、身体部分の不在感が、調整の一助となることを実験的に示しつつある。

#### ● 木星大気の大気対流の直接数値計算

木星大気において生じ得る流れ場の様相と雲構造を掌握することを目的として、 $H_2O$ 、 $NH_3$ 、 $NH_4SH$  の凝結を考慮した雲対流の長時間数値計算を行った。対流の強度と構造は統計的定常状態には至らず準周期的に変動し、その周期が水の存在量に依存することが示された。さらに対流活動の準周期変動に合わせて、存在する雲の種類と雲底高度が大きく変化することも示された。以上の結果は熱力学平衡計算から与えられた従来の雲分布の描像を大きく変えるものである。

#### ● 地球照の偏光分光観測

Stam(2008)のモデル計算によると、系外惑星反射光の偏光分光観測は酸素大気存在を検出する有効な手法となると期待されている。本研究ではこの手法の有効性を確認するために、地球照を偏光分光観測した。地球照は月の暗い面に映る地球の光であり、空間分解されない地球類似惑星の光を模擬するものとみなせる。観測の結果、モデルで予想されたように、波長760nmの酸素吸収帯に偏光度の上昇が導出され、偏光分光観測が有効である可能性が高まった。

#### ● 地球赤道域の循環・対流・雲に関する研究

インドネシア「海大陸」でのレーダー5点観測網の完成、インドシナ半島(ベトナム等)でのオゾンゾンデ観測等の継続実施、フィリピン観測の基礎調査、各種データ解析などを行った。地球の赤道域では、熱容量の小さい陸は地球自・公転に伴う日射変化を反映した日・年周期を大気に強制し、熱容量の大きな海は大気海洋相互作用による季節内・経年変動を生む。地球赤道域の降雨は日周期対流雲生成源に依存するという「海岸線仮説」、日周期生成に雲が本質的に関与する「打ち水効果」、モンスーン・季節内変動・日変化の相乗効果による「コールドサージ豪雨」や「逆転層生成・強化」を示した。また、気象衛星11年連続毎時観測データを周波数スペクトル解析し、赤道収束帯2年・年周期南北振動の経度依存性、季節内変動の「海大陸トンネル効果」等を得た。

#### ● 減衰性2次元乱流における渦度の1点確率密度関数の普遍性に関する研究

減衰性2次元乱流における渦度場の1点確率密度関数(PDF)を数値実験により調べた。Bartello and Warn(1996)によるとPDFは適当なスケーリングのもとで、vortex scaling theoryと無矛盾な普遍的関数形を持つことが示された。しかしながら、本研究ではアンサンブル平均によってBW(96)よりも信頼性の高い解析を行った結果、BW(96)の結果は支持されなかった。むしろ渦度場を秩序領域、非秩序領域に分解したときに、非秩序領域におけるPDFに、BW(96)で指摘された普遍性が存在することを示した。この結果の力学的な解釈を現在行っている。

#### ● 衝撃波を伴う圧縮性流れの数値計算法開発

一般に圧縮性流れの数値計算法では、適切な数値計算法を用いないと数値解は不安定になり非物理的な振動が生じる。特に衝撃波などの解の不連続を含む問題では不安定性が顕

著に現れるため、衝撃波近傍で人工粘性を加えて解の振動を抑制する工夫が必要である。本研究では、リーマンソルバー法とTVD (Total Variation Diminishing) 法を組み合わせ、衝撃波を伴う流れを正確に記述する数値計算コードを構築した。このコードには、惑星重力、粘性の効果、輻射の効果も考慮されており、多くの物理状況に対応することができる。

【本事業によって得られた研究成果等を発表した雑誌論文】

● 論文(査読あり)

- Aikawa, Y., Observations and modeling of gaseous protoplanetary disks, *Physica Scripta*, 130, 014011-01417, 2008.
- Balan, N., F3 layer during penetration electric field, *J. Geophys. Res.*, VOL. 113, A00A07, doi:10.1029/2008JA013206, 2008
- Balan, N., Coupling of solar wind, magnetosphere, ionosphere and upper atmosphere, doi:10.1016/j.jastp.2008.09.015, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 2008
- Barnouin-Jha, O.S., Small-scale topography of 25143 Itokawa from the Hayabusa laser altimeter, *Icarus* 198, 108-124 (2008).
- Durech, J., New photometric observations of asteroids (1862) Apollo and (25143) Itokawa - analysis of YORP effect, *Astron. Astrophys.*, 488, 345-350, (2008).
- Fudeyasu, H., Isotope ratios of precipitation and water vapor observed in Typhoon Shanshan. *J. Geophys. Res.*, 113, D12113, doi:10.1029/2007JD009313 (2008).
- Fujii, Y., Compaction and Fragmentation of Porous Gypsum Targets from Low-velocity Impacts *Icarus*, in press, 2009.
- Fujino, K., High pressure phase relation of MnSiO<sub>3</sub> up to 85 GPa: Existence of MnSiO<sub>3</sub> perovskite, *American Mineralogist*, 93, 653-657 (2008).
- Fujita, K., Development of simultaneous imaging polarimeter for asteroids, *Advances in Space Research*, 43, 325-327 (2009)
- Fukui, T., Oxygen isotopic evolution in the early solar nebula: Validation of the H<sub>2</sub>O transport model. *Proc. 10th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies*, 409-411, 2008.
- Gaskell, R.W., Characterizing and navigating small bodies with imaging data, *Meteoritics & Planetary Science*, 43( Issue 6), 1049-1061 (2008)
- Goto, T., Marine deep-towed DC resistivity survey in a methane hydrate area, *Japan Sea. Exploration Geophysics*, 39, 52-59, 2008.
- Gunji, Y.-P., Abstract heterarchy: Time/ state-scale re-entrant form. *Biosystems*,91(1), 13-33, 2008.
- Gunji, Y.-P., 2008, Life driven by damaged damage. *Prog. Theor. Phys. Supplement* 173, 26-37.
- Gunji, Y.-P., *Journal of Theoretical Biology*, 253, 659-667, 2008.
- Gunji, Y.-P., Lattice derived by double indiscernibility and computational complementarity. *The 4th International Conference on Rough Set and Knowledge Technology*, accepted.

- Gunji, Y.-P., Abstract heterarchy: Time/ state-scale re-entrant form. *Biosystems*,91(1), 13-33, 2008.
- Gunji, Y.-P., Life driven by damaged damage. *Progress of Theoretical Physics Supplement*, 173, 26-37, 2008.
- Hamada J.-I., Differences of rainfall characteristics between coastal and mountainous areas of Sumatera, Indonesia. *J. Meteor. Soc. Japan*, 86, 593-611 (2008).
- Hamilton, K., The mesoscale spectrum of atmospheric motions investigated in a very fine resolution global general circulation model. *J. Geophys. Res.*, 113, D18110, doi:10.1029/2008JD009785 (2008).
- Haruna, T., Wholeness and Information Processing in Biological Networks: An Algebraic Study of Network Motifs. Post-ceedings of the 2nd International Workshop on Natural Computing, accepted.
- Haruna, T. Being Arranged in Advance: Quantum Entanglement and Biological Feedback. *Proceedings of the 11th International Symposium on the Simulation and Synthesis of Living Systems (Artificial Life XI)*, accepted.
- Hashimoto, G. L., Felsic highland crust on Venus suggested by Galileo Near-Infrared Mapping Spectrometer data, *J. Geophys. Res.*, 113, E00B24, doi:10.1029/2008JE003134 (2008).
- Hidaka, H., Stractural effects of ice grain surfaces on the hydrogenation of CO at low temperatures *Chemical Physics Letters*, 456,36-40, 2008.
- Hiraoka, K., Measurement of target compressive and tensile strength for application to impact cratering on ice-silicate mixtures, *J. Geophys. Res.* 113, E2, CiteID E02013 (2008)
- Hirata, N., Surface morphology of the asteroid Itokawa: survey for impact structures *Icarus* , 200, 486-502 (2009)
- Honda, M., Detection of Water ICE Grains on the Surface of the Circumstellar Disk Around HD 142527, *The Astrophysical Journal Letters*, 690, L110-L113 (2009)
- Ishiguro, M., Report on the Kiso cometary dust trail survey, *Adv. Space Res.* 43, 875-879 (2009).
- Itoh, Y., Near-Infrared Coronagraphic Observations of a Classical TTauri Star, *DO Taurus*, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 60, 223-226 (2008)
- Itoh, Y., Near-Infrared Spectroscopy of Faint Companions around Young Stellar Objects Associated with the Taurus Molecular Cloud, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 60, 209-218 (2008)
- Iwagami, N., Hemispheric distributions of HCl above and below the Venus' clouds by ground-based 1.7 um spectroscopy, *Planet. Space Sci.*, 56, 1424-1434 (2008).
- Jutzi, M., Numerical simulations of impacts involving porous bodies: II Comparison with laboratory experiments, *Icarus*, in press.
- Kadono, T., A. Size distributions of chondrules and dispersed droplets caused by liquid breakup: An application to shock wave conditions in the solar nebula, *Icarus*, 197, 621-626, 2008.
- Kadono, T., Impact Vaporization of Rocks using a High-Power Laser In the Proc Fifth

International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications (IFSA2007),  
September 9–13, 2007, Kobe,. Phys. Conf. Ser., 112 042014 (2008)

- Kakinami, Y., An empirical model of electron density in low latitude at 600 km obtained by Hinotori satellite, *Adv. Space Res.*, 41, 1494–1498, 2008.
- Kamiura, M., Generative Pointer: Dynamical System with a Fluctuant Parameter Motivated by Origin of Fraction. *BioSystems*(in press), 2009
- Kazuto S., Heterarchy in biological systems; a logic-based dynamical model of enzymatic reaction system derived from time–state–scalere–entrant form. *BioSystems*, 92,182–188, 2008.
- Kimura, H., Infrared spectra of dust aggregates in cometary comae: Calculation with olivine formed by exothermic chemical reactions. *The Astrophysical Journal*, 690, 1590–1596, 2009.
- Kimura, H., Mid-infrared spectra of cometary dust: the evasion of its silicate mineralogy. *Astronomy and Astrophysics*, 482, 305–307, 2008.
- Kimura, J., Size and compositional constraints of Ganymede’s metallic core for driving an active dynamo. *Icarus*, in press, 2009.
- Kiriishi, M., Northwest Africa 1232—a CO3 carbonaceous chondrite with two lithologies, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 103, 161–165 (2008).
- Kobayashi, H., Ice sublimation of dust particles and their detection in the outer solar system, *Earth, Planets, Space*, 61, 1–5, 2009
- Kobayashi, H., Dust ring formation due to sublimation of dust grains drifting radially inward by the Poynting–Robertson drag: An analytical model, *Icarus*, in press, 2009.
- Kobayashi, H., Dust ring formation due to ice sublimation of radially drifting dust particles under the Poynting–Robertson effect in debris disks, *Icarus*, 195, 871–881, 2008.
- Kolokolova, L., Comet dust as a mixture of aggregates and solid particles: model consistent with ground-based and space-mission results, *Earth Planets Space*, in press, 2009
- Komiya Yutaka, Early–Age Evolution of the Milky Way Related by Extremely Metal–Poor Stars, *Astrophys. J.*, 694, No. 2, 1577–1594, 2009
- Komiya Yutaka, Hierarchical Formation of the Galactic Halo and the Origin of Hyper Metal–Poor Stars, *Astrophys. J. (Letters)*, 696, No. 1, L79–L83, 2009
- Liu, H. Seasonal variation of the longitudinal structure of the equatorial ionosphere: Does it reflect tidal influences from below? *J. Geophys. Res.*, VOL. 113, A08315, doi:10.1029/2008JA013027, 2008
- Lykawka, P.S. Trans–Neptunian Region Architecture: Evidence for a Planet Beyond Pluto. *Advances in Geosciences (Planetary Science Volume)*, in press (2009).
- Lykawka, P.S. An outer planet beyond Pluto and origin of the trans–Neptunian belt architecture, *Astronom. J.*, 135 (Issue 4), 1161–1200 (2008).
- Maeda, M., Early aqueous alteration process in the QUE97990 and Y791198 CM carbonaceous chondrites, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 104, in press (2009).

- Michikami, T., Size-frequency statistics of boulders on global surface of asteroid 25143 Itokawa, *Earth Planet. Space* 60, 13-20 (2008)
- Miyauchi, N., Formation of hydrogen peroxide and water from the reaction of cold hydrogen atoms with solid oxygen at 10 K, *Chem. Phys. Lett.* 456, 27-30, 2008.
- Mueller, N., Venus surface thermal emission at 1  $\mu$ m in VIRTIS imaging observations: Evidence for variation of crust and mantle differentiation conditions, *J. Geophys. Res.*, 113, E00B17, doi:10.1029/2008JE003118 (2008).
- Murakami, S., dependence of eastward-westward asymmetric jets in forced barotropic 2D Turbulence on a  $\beta$ -plane. IUTAM symposium on Computational Physics and New Perspectives in Turbulence. Y. Kaneda (Ed.) Springer, 415-420 (2008).
- Murata, H., Application of Molecular Hydrodynamics to Astrophysical Flows. II---Unconditional Stability and Galilean Invariance---. *Progress of Theoretical Physics*, 120, 347, 2008.
- Myo Takayuki, Systematic Study of  $^{9,10,11}\text{Li}$  with the Tensor and Pairing Correlations, *Progress of Theoretical Physics*, 119, 561-581, (2008)
- Nakagawa, H., UV optical measurements of the Nozomi spacecraft interpreted with a two-component LIC-flow model, *Astronomy & Astrophysics*, 9241-07, 2008
- Nakamura, A.M., Impact process of boulders on the surface of asteroid 25143 Itokawa -Fragments from collisional disruption, *Earth Planet. Space* 60, 7-12 (2008)
- Nakamura, A.M., Collisional Disruption Experiments of Porous Targets *Planet. Space Sci.*, 57, 111-118 (2009)
- Nakano, M., Clustering of Emission-Line Stars in the W5E H II Region, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 60, 739-748, 2008.
- Namekata, D., Mass Supply to Galactic Center due to Nested Bars in the Galaxy. *The Astrophysical Journal*, 691, 1525-1539, 2009.
- Nomura, H., Effects of accretion flow on the chemical structure in the inner regions of protoplanetary disks. *Astronomy and Astrophysics*, 495, 183-188, 2009.
- Okada, Y., Extended calculation of polarization and intensity of fractal aggregates based on rigorous method for light scattering simulations with numerical orientation averaging, *JQSRT* 109, 2613-2627 (2008).
- Qi, C., Resolving the Chemistry in the Disk of TW Hydrae. I. Deuterated Species. *The Astrophysical Journal*, 681, 1396-1407, 2008.
- Sakurai, N., Internal structure of precipitating cloud system migrating with diurnal cycle over Sumatera Island during CPEA-I campaign observations. *J. Meteor. Soc. Japan*, 86, 157-170 (2009).
- Sasai, Heterarchy in biological systems; a logic-based dynamical model of enzymatic reaction system derived from time-state-scalere-entrant form. *BioSystems*, 92, 182-188, 2008.
- Sato, B., Planetary Companions around Three Intermediate-Mass G and K Giants: 18 Delphini,  $\xi$  Aquilae, and HD 81688, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 60, 539-550 (2008)
- Sato, B., Planetary Companions to Evolved Intermediate-Mass Stars: 14 Andromedae,



- 81 Ceti, 6 Lyncis, and HD167042, Publications of the Astronomical Society of Japan, 60, 1317-1326 (2008)
- Seto, Y., Mineralogical characterization of a unique material having heavy oxygen isotope anomaly in matrix of the primitive carbonaceous chondrite Acfer 094, *Geochimica et Cosmochimica*, 72, 2723-2734 (2008).
  - Seto, T.H., Comparison study of lower-tropospheric horizontal wind over Sumatera, Indonesia using NCEP/NCAR reanalysis, operational radiosonde, and the Equatorial Atmosphere Radar. *SOLA*, 5, 21-24 (2009).
  - Sinmyo, R., Partitioning of iron between perovskite/post-perovskite and ferropericlasite in the lower mantle, *Journal of Geophysical Research*, doi:10.1029/2008JB005730 (2008).
  - Sorai, K., "Large-Scale NH<sub>3</sub> Observations toward the Galactic Star-Forming Regions I. W 51 Molecular Cloud Complex", *PASJ*, 60, 1285-1296, 2008
  - Suda Takuma, The Stellar Abundances for Galactic Archeology (SAGA) Database -- Compilation of the Characteristics of Known Extremely Metal-Poor Stars, *Publ. Astron. Soc. Japan.*, 60, No.5,1159-1171, 2008
  - Sugiyama, K., Development of a Cloud Convection Model to Investigate the Jupiter's Atmosphere, Nagare Multimedia, <http://www2.nagare.or.jp/mm/2008/sugiyama/> (online journal) (2008).
  - Suyama, T., Numerical Simulation of Density Evolution of Dust Aggregates in Protoplanetary Disks. I. Head-on Collisions. *The Astrophysical Journal*, 684, 1310, 2008.
  - Suzuki Ryusuke, Continuum Level Density of a Coupled-Channel System in the Complex Scaling Method, *Progress of Theoretical Physics*, 119, 040-063, (2008)
  - Takahashi, T., Rule-following as an anticipatory act: Interaction in second person and an internal measurement model of dialogue. *International Journal of Computing Anticipatory Systems* (in press).
  - Takeuchi, T., Photophoretic Structuring of Circumstellar Dust Disks. *The Astrophysical Journal*, 677, 1309-1323, 2008.
  - Tanaka, K.K., A New Method of Evaluation of Melt/Crystal Interfacial Energy and Activation Energy of Diffusion. *Journal of Crystal Growth*, 310, 1281-1286, 2008.
  - Tanaka, K.K., Analytic model of upper tropospheric clouds in the tropical Hadley cell. *Earth Planets Space*, 60, 219-228, 2008.
  - Tanaka, K., Tectonic deformation around the eastern Himalayan syntaxis: constraints from the Cretaceous palaeomagnetic data of the Shan-Thai Block, *Geophys. J. Int.*, 175, 713-728, 2008.
  - Tanaka, K.K., A new method of evaluation of melt/crystal interfacial energy and activation energy of diffusion, *Journal of Crystal Growth*, 310, 1281-1286, 2008.
  - Tanaka, K.K., Analytic model of upper tropospheric clouds in the tropical Hadley cell, *Earth Planets Space*, 60, 219-228, 2008.
  - Tauchi, Y., Origin of Money : Dynamic Duality Between Necessity and Un-necessity. *International Journal of Computing Anticipatory Systems* (in press).

- Taniguchi, H., Eigen modes of a linear shear flow in shallow water on an equatorial beta-plane. Nagare Multimedia (日本流体力学会電子ジャーナル), <http://www.nagare.or.jp/mm/2008/index.htm> 2008
- Togashi Tomoaki, Description of Nuclear Structures with Brueckner-AMD plus  $J^{\pi}$  Projection Progress of Theoretical Physics, 121, 299-317, (2009)
- Tomeoka, K, Silicate minerals and Si-O glass in Comet Wild 2 samples: Transmission electron microscopy, Meteoritics & Planetary Science, 43, 273-284 (2008).
- Toyota, E., Radial Velocity Search for Extrasolar Planets in Visual Binary Systems, Publications of the Astronomical Society of Japan, 61, 19-28, 2009.
- Uragami, D., Lattice-driven cellular automata implementing local semantics. Physica D: Nonlinear Phenomena, 237, 187-197, 2008.
- Wada, K., Numerical Simulation of Dust Aggregate Collisions. II. Compression and Disruption of Three-Dimensional Aggregates in Head-on Collisions. The Astrophysical Journal, 677, 1296-1308, 2008.
- Watanabe, N., Ice surface reactions: A key to chemical evolution in space, PROGRESS IN SURFACE SCIENCE, Volume: 83, Issue: 10-12, 439-489, 2008.
- Wu, P.-M., The impact of orographically-induced gravity wave on the diurnal cycle of rainfall over southeast Kalimantan Island. Atmos. Ocean. Sci. Lett., 2, 35-39, 2009.
- Wu, P.-M., The formation of nocturnal rainfall offshore from convection over western Kalimantan (Borneo) Island. J. Meteor. Soc. Japan, 86A, 187-203, 2008.
- Wu, P.-M., Why heavy rainfall occurs frequently over the sea in the vicinity of western Sumatera Island during nighttime. J. Appl. Meteor. Climatol., 48, in press.
- Wu, P.-M., Diurnal variation of rainfall and precipitable water over Siberut Island off the western coast of Sumatera Island. SOLA, 4, 125-128. doi:10.2151/sola.2008-32 (2008).
- Yabushita, A., Measurements of energy partitioning in H<sub>2</sub> formation by photolysis of amorphous water ice, Astrophys. J., 682, L69, 2008
- Yabushita, A., Release of hydrogen molecules from the photodissociation of amorphous solid water and polycrystalline ice at 157 and 193 nm, J. Chem. Phys., 129, 044501, 2008
- Yamada Shimako, Tidal Interactions of Red Giants with Environment Stars in Globular Clusters, Astrophys. J., 678, Issue 2, pp. 922-938, 2008
- Yamamoto Kazuyuki, Radiative Capture Cross Section for  $^{16}\text{O}(n, \gamma)^{17}\text{O}$  and  $^{16}\text{O}(p, \gamma)^{17}\text{F}$  below Astrophysical Energies, Progress of Theoretical Physics, 121, 375-390, (2009)
- Yamamoto, S., Comet 9P/Tempel 1: Interpretation with the Deep Impact results, Astrophys. J., 673, L199-L202, 2008
- Yamamoto, S., Collisional process on Comet 9/P Tempel 1: Mass loss of its dust and ices by impacts of asteroidal objects and its collisional history, Earth Planets Space, in press, 2009
- Yamamoto, T., Nonthermal crystallization of amorphous silicates in comets, Earth Planets Space, in press, 2009

- Yamanaka, M.D., HARIMAU radar-profiler network over Indonesian maritime continent: A GEOSS early achievement for hydrological cycle and disaster prevention. *J. Disaster Res.*, 3, 78-88 (2008).
  - Young, E.D., Mass-independent Oxygen Isotope Variation in the Solar Nebula. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 68, 187-218, 2008.
  - Zolensky, M., Comparing Wild 2 particles to chondrites and IDPs. *Meteoritics & Planetary Science*, 43, 261-272, 2008.
  - Zubko, E., Effect of absorption on light scattering by agglomerated debris particles, *J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, in press (2009)
  - 上浦 基,「不完全状態同定と力学系の頑健性」、計測自動制御学会論文特集号 44(1)、86-95、2008.
  - 山中大学, 点を線に, 線を面に一東南アジアの大気観測ネットワーク。「地球環境の心臓 赤道大気の鼓動を聴く」、深尾昌一郎(編), クバプロ, in press.
  - 杉山耕一朗, 広帯域ネットワークを基盤とした大学と公開天文台との連携, 遊星人(日本惑星科学学会誌), 第17巻, 123-129, 2008.
  - 福井 隆,「氷が担う原始太陽系星雲のグローバル物質輸送」、低温科学、66、83-88、2008.
  - 西澤誠也,「気象観測データの長期トレンドの統計解析」、応用数理、第18巻3号、27-38、2008.
  - 郡司 ペギオ-幸夫, 2008, 認知的誤謬の起源: アドホック論理と対称性バイアス. 認知科学 15(3), 442-456 (招待論文)
  - 郡司 ペギオ-幸夫, 2008, 時間の正体. 講談社
  - 郡司 ペギオ-幸夫,「認知的誤謬の起源: アドホック論理と対称性バイアス」, 認知科学 15(3), 442-456, 2008. (招待論文)
  - 門野敏彦,「高出力レーザーを使った弾丸飛翔体加速および衝突実験: 秒速10kmを越える衝突」, 遊星人(日本惑星科学学会誌), in press, (2009)
  - 陶山徹 他, 合体成長過程におけるダスト圧縮過程の数値計算とその定式化, 遊・星・人, 17, 177, 2008
- 論文(査読なし)
- Fukue, T., Numerical Calculation of Polarization State of Scattered Photons by Monte Carlo Method and Its Applications Proc. ISAS Lunar & Planetary Symp. 2008
  - Kikuchi, Y., Analysis on two-neutron correlation through Dalitz plot of Coulomb breakup reaction for  ${}^6\text{He}$ , *International Journal of Modern Physics E17* No. 10 (2008), 2368-2373.
  - Kikuchi, Y., Di-neutron correlations and their dependence on coupling to continuum, *Journal of Physics: Conference Series* 111(2008) 012027
  - Kikuchi, Y., Description of three-body scattering for astrophysics, *AIP Conference Proceedings* 1016 (2008) 445-447.
  - Kitazato, K., Lederer, S.M. and Vilas, F., The effects of space weathering and particle size variations on Itokawa from Hayabusa near-infrared spectrometer, *Asteroids, Comets, Meteors 2008*, #8208, (2008) (poster)
  - Komiya Yutaka; The IMF of Extremely Metal-Poor Stars as Constrained by Data from

the Milky Way FIRST STARS III, AIP Conference Proceedings, Volume 990, pp. 462-466. 2008

- Komiya Yutaka, Near-Field Cosmology with Binary Origin of Matter and Evolution of Galaxies, From the Dawn of Universe to the Formation of Solar System, AIP Conference Proceedings, Volume 1016, pp. 77-82, 2008
- Komiya Yutaka, Galactic archeology with extremely metal-poor stars, Low-Metallicity Star Formation, From the First Stars to Dwarf Galaxies, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 255, p. 330-335, 2008
- Machii, N., Compaction experiments of silica aggregates, Proc. 41th ISAS Lunar Planetary Symp., in press (2008).
- Mori, S., Nocturnal re-development of coastal convection propagated from western Sumatera Island, Indonesia, observed with JEPP/HARIMAU Radars. Proceedings of The 5th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology Conference (ERAD2008), P12.4 (2008)
- Namekata, D., Gas Fueling to the Galactic Center. The Astrophysical Society of the Pacific Conference Series, 396, 373-374, 2009.
- Nishimura, T., Interpretation of Extremely Metal-Poor Stars as Candidates of First Generation Stars, Origin of Matter and Evolution of Galaxies, From the Dawn of Universe to the Formation of Solar System, AIP Conference Proceedings, Volume 1016, pp. 421-423, 2008
- Otuka, N., Development of Experimental Nuclear Reaction Data File for Astrophysics, AIP Conference Proceedings 1016 (2008) 156-161.
- Sakurai, N., Case study on internal structure of westward migratory cloud systems with diurnal cycle observed in the west Sumatera during HARIMAU2006 campaign. Proceeding of The Fifth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2008), (2008)
- Setoh, M., Experimental Study of Stress Wave Attenuation in Porous Sintered Glass Beads Targets, 39th Lunar and Planetary Science Conference, March 10-14, 2008 in League City, Texas. LPI Contribution No. 1391, p.1797 (2008).
- Setoh, M., Impact Experiments of Rubble Pile, Asteroids, Comets, Meteors 2008 held July 14-18, 2008 in Baltimore, Maryland. LPI Contribution No. 1405, paper id. 8039 (2008).
- Suda Takuma, Understanding the Characteristics of EMP Stars as Probes for the Early Universe: Stellar Evolution of Low- and Intermediate-Mass EMP Stars, FIRST STARS III., First Stars II Conference, AIP Conference Proceedings, Volume 990, pp. 276-280, 2008
- Suda, T., The Nucleosynthetic Signatures of the First Star Survivors Among Hyper Metal-Poor Stars with  $[Fe/H] < -4.5$ , The 10th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies, From the Dawn of Universe to the Formation of Solar System, AIP Conference Proceedings, Volume 1016, pp. 43-48. 2008,
- Togashi, T., The study of light nuclei with the Brueckner-AMD, Journal of Physics: Conference Series 111(2008) 012026

- Togashi, T., The description of nuclear structures with the Brueckner-AMD, International Journal of Modern Physics E 17 No. 10 (2008) 2081-2086.
- Yamashita, Y. Experimental study for effect of centrifugal force on collisional disruption of small bodies, Proc. 41th ISAS Lunar Planetary Symp., in press (2008).
- 上米良秀行, 西スマトラにみる降水日変化の地理的分布, 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 114-117 (2008).
- 向井正, 小惑星の衝突, 科学78(4), 416-417 (2008).
- 向井正, 太陽系外縁部に新天体? パラメーター空間が予言するもの, パリティ 24 (no.02), 4-12 (2009).
- 向井正, 登場! 新惑星仮説, ながれ27, 425-430, (2008).
- 向井正, 「新惑星仮説」の誕生, 科学 78(9), 985-989 (2008).
- 妻鹿友昭, 赤道大気レーダーによる対流雲内の鉛直観測. 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 97-102 (2008).
- 山中大学, 赤道域気象学・気象観測の現状と今後. 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 63-72 (2008).
- 山田学, 一番星へ行こう! 日本の金星探査機の挑戦その5~ 紫外イメージャUVI ~, 日本惑星科学会誌Vol.17.No.3,189-192, 2008
- 末吉雅和, 一般化された2次元流体系における平行流の安定性, 京都大学数理解析研究所 講究録 1608, 「オイラー方程式250年: 連続体力学におけるオイラーの遺産」, 189 - 199, 2008.
- 杉山耕一朗, 木星大気の雲対流の直接数値計算, 第9回地球流体力学研究集会「地球流体における波動と対流現象の力学」研究集会報告 19ME-S6, 30-34, 2008.
- 柴垣佳明, 赤道大気レーダー・降雨レーダー観測に基づいた西スマトラ山岳地域における降水活動と下層風との関係. 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 103-107 (2008).
- 植松明久, CloudSat/CALIPSOと赤道大気レーダーで観測された対流雲の解析, 赤道レーダーシンポジウム報告書 (2008).
- 櫻井南海子, 赤道大気レーダー・降雨レーダー観測に基づいた西スマトラ山岳地域における降水活動と下層風との関係, 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 108-113 (2008).
- 濱田純一, スマトラ島周辺の降水特性と対流季節内変動の関連. 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 118-122 (2008).
- 瀬藤真人, 多孔質模擬天体における圧力減衰率測定実験, スペースプラズマ研究会, 平成19年度収録, pp 26 &#8211; 29 (2008).
- 田畑悦和, ポンティアナにおけるラジオゾンデ観測の初期解析結果. 赤道レーダーシンポジウム報告書, 2, 57-62 (2008).
- 福原哲哉, 一番星へ行こう! 日本の金星探査機の挑戦 その4~ 中間赤外カメラ/紫外イメージャ用ステップモータの耐久試験 ~, 日本惑星科学会誌Vol.17.No.2,130-133, 2008
- 高橋隼「中高生との共同による月面衝突発光現象の観測」, 新天体からのサイエンス(第19回西はりま天文台シンポジウム)集録, , 50-52, 2009

● 著書

- 倉本 圭, 第1章 宇宙と地球の誕生, 「地球の生命の進化学 新・自然史科学I」, 沢田健,

綿貫豊, 西弘嗣, 枋内新, 馬渡峻輔編著, 北海道大学出版会, 総272頁, 2008.

- ・ 倉本 圭, '地球のミニチュア, タイタン', 「地球の変動と生物進化 新・自然史科学II」, 沢田健, 綿貫豊, 西弘嗣, 枋内新, 馬渡峻輔編著, 北海道大学出版会, 総280頁, 2008.
- ・ 倉本 圭, 第4章 月および惑星, 「地球化学講座 第2巻 宇宙・惑星化学」, 松田准一, 塚本尚義編, 培風館, 総291頁, 2008.
- ・ 倉本 圭, 第4章 衛星とリング, 「シリーズ現代の天文学 第9巻 太陽系と惑星」, 渡部潤一, 井田茂, 佐々木晶編, 日本評論社, 総298頁, 2008.
- ・ 倉本 圭, 7-1 木星系の特徴(木村淳と共著), 8-1 土星系の特徴, 8-4 土星の小型衛星, 「惑星地質学」, 宮本英昭, 橘省吾, 平田成, 杉田精司編, 東京大学出版会, 総260頁, 2008.
- ・ 郡司 ペギオ-幸夫, 「時間の正体」, 講談社, 2008.
- ・ Takeuchi T., From Protoplanetary Disks to Planetary Disks: Gas Dispersal and Dust Growth, chapter in "Small Bodies in Planetary Systems" eds. I. Mann, A. Nakamura, & T. Mukai, Springer-Verlag GmbH, 1-35, 2009
- ・ 山本哲生, 星間物質と星形成 シリーズ 現代の天文学 6 (福井康雄, 犬塚修一郎, 大西利和, 中井直正, 水野亮 編)日本評論社, 2008 共著 pp. 325

**【本事業で得られた成果に係る特許権等の知的財産権】**

特許等は特にない。CPSサーバ用として開発されたソフトウェアはフリーウェアとして広く一般に公開する予定である。様々な組織・グループでの研究教育用情報基盤の確立に貢献することが期待される。

(注) 本様式は拠点大学のみが記入。交付申請書の「拠点形成の目的・必要性」, 「本年度の教育研究拠点形成実施計画」と対応させて分かりやすく記入すること。