

た．これをもとに，惑星間塵の運動に及ぼす太陽風の動圧および抵抗力を求めた．単体の球粒子についての研究を完成させた．これに続いて，より現実的なグレイン集合体（アグレゲート）について，その幾何学を定式化し，それに基づいて運動量輸送断面積を計算する方法を開発した．

II-2-d-120

星間雲内でのダスト表面における分子反応

客員教授	山本哲生	カイロ大学	O. M. Shalabiea	カイロ大学	Z. Awad
		北海道大学低温科学研究所	千貝 健	北海道大学低温科学研究所	香内 晃
		名古屋大学大学院環境学研究所	木村友香	北海道大学低温科学研究所	渡部直樹

星間分子や星間塵表面の氷の生成機構の一つとして，固体表面での反応についての研究を行なった．水と一酸化炭素からなる氷表面における水素付加反応の実験の解析，およびこれをもとにした分子反応定数と水素原子の内部拡散係数の決定を行なった．

II-2-d-121

宇宙塵の結晶化

客員教授	山本哲生	北海道大学低温科学研究所	千貝 健
------	------	--------------	------

近年，多種の天体で，量的にはアモルファス・ダストと比べて少ないものの，結晶質のシリケート・ダストが普遍的に存在することが赤外線天文観測から明らかになりつつある．結晶化ダストはそれが経てきた熱史のプロープとなる可能性がある．プロープの理論的検討をしつつある．

e. 宇宙科学共通基礎研究系

II-2-e-1

原始惑星系円盤に関する観測的研究

助教授	北村良実	国立天文台	川辺良平	東工大・理	塚越 崇
茨城大・理	百瀬宗武	客員助教授	井田 茂	東大・理	黒野泰隆
神戸大・理	横川創造	東工大・理	田中秀和		

太陽系や多様な系外惑星系は，星形成に必然的に伴う若い星のまわりの原始惑星系円盤から誕生すると考えられている．従って，円盤の形成・進化過程を観測的に明らかにすれば，惑星系の多様性の起源や惑星系形成の初期条件を理解することができる．我々のグループは数年間，原始星周囲での円盤形成過程や，Tタウリ型星周囲での円盤進化過程を明らかにする目的で，国立天文台・野辺山のミリ波干渉計を主に用いて，円盤のイメージングサーベイを行っている．本年度の主な成果は以下の通り．1）連星である原始星 L1551 IRS5 の星周ガスは，単独星である原始星 HL Tau の星周ガスに比べ，高速回転していることが明らかとなった．この高速回転が連星を生み出す主要因であるという可能性が示唆された．2）惑星形成直前の段階にあると推定される IQ Tau の星周円盤について，惑星形成過程を大きく左右する面密度分布を明らかにする目的で，野辺山レインボー干渉計を用いて高感度・高分解能イメージングを行った．現在データ解析中である．3）クラス 0 原始星 L1448 C の周囲に，回転落下エンベロープを発見し撮像した．

II-2-e-2

原始惑星系円盤に関する理論的研究

助教授	北村良実	東工大・理	田中秀和
客員助教授	井田 茂	東工大・理	塚越 崇

Tタウリ型星のまわりの原始惑星系円盤内で惑星が形成されるためには，最初に円盤内のダスト微粒子が集積して微惑星にまで成長する必要がある．我々は，円盤内でのダスト粒子の合体成長や沈殿の理論計算に基づき，直接

的な観測量である円盤のエネルギースペクトル分布 (SED) の詳細構造がどのように進化していくかを明らかにし、観測から微惑星形成過程に迫ろうと考えている。この研究は、ISAS/JAXA が打ち上げ予定の「ASTRO-F」を用いた円盤の全天サーベイデータから惑星形成を含む円盤進化を議論する際や、南米チリの高地に建設中の大型電波干渉計 ALMA による円盤イメージを解釈する際に重要な役割を果たす。本年度の主な成果は以下の通り。1) 理論計算から円盤 SED を求め、「ASTRO-F」の検出器の感度と比べた結果、円盤サーベイ観測によって、円盤ダスト成分の進化を月質量程度まで追跡可能であることが明らかになった。これは、「ASTRO-F」によって微惑星形成時期を特定できることを意味する。2) ALMA の超高解像度イメージから、円盤内域と外域でのダスト粒子の成長の違いを検証できることが分かった。

II-2-e-3

分子雲コアの形成・進化に関する観測的研究

助教授	北村良実	国立天文台	宮崎敦史	東工大・理	塚越 崇
国立天文台	砂田和良	国立天文台	澤田剛士	東大・理	黒野泰隆
国立天文台	池田紀夫	名大・理	河村晶子		
国立天文台	梅本智文	客員助教授	井田 茂		

星は分子雲内部の比較的高密度の領域である分子雲コアが重力収縮して形成される。しかし現在までのところ、誕生する星の質量分布や形成領域ごとの違いについてはまだよく理解されていない。特に、キーポイントとなる分子雲コアの起源は、分子雲全体にわたる階層構造の中で考えなければならない。我々は分子雲コアの形成・進化を明らかにする目的で、25マルチビーム (BEARS) を搭載した国立天文台・野辺山の45m 電波望遠鏡を用いて、異なる進化段階にあるいくつかの分子雲の広域・高分解能マッピング・サーベイを行っている。本年度の主な成果は以下の通り。1) 全ての質量の星が形成されているオリオン座分子雲で発見されているコアの物理的性質を詳細に調べた結果、フィラメント状分子雲の芯に位置する大質量コアは、近傍の HII 領域からのエネルギー注入によって速度幅が増大し、従って質量降着率が増加し大質量星を生み出しうるという結論に至った。2) 典型的な低質量星形成領域である、おうし座分子雲の一部 L1551 領域において、星形成の兆候は見られないが、星になり得るコアを新たに発見した。

II-2-e-4

原始星に関する観測的研究

助教授	北村良実	カリフォルニア工科大学	古屋 玲	国立天文台	川辺良平
		ハーバード・スミソニアンセンター	新永浩子	国立天文台	梅本智文

分子雲コアの中心部で誕生したばかりの原始星は、ジェット形で大量の物質を周囲に放出することが知られている。ジェットには、コア物質の余分な角運動量を抜き中心星への落下を促進する一方で、周囲物質を吹き飛ばし星の質量を決めるという重要な働きがある。我々は、水メーザー輝線をプローブとして、VLBI 技術による超高空間分解能観測を行い、原始星ジェットの進化について研究している。さらに、星形成の初期条件を探る目的で、ジェットの活動度に基づき、最も若い段階にある原始星を探し、その母体コアの物理・化学状態を明らかにする研究も行っている。本年度は、我々が発見した、非常に若い段階にある原始星 GF 92 の母体コアについて、野辺山45m 電波望遠鏡と OVRO ミリ波干渉計を用いて詳細観測を行った。主な成果は以下の通り。1) 単一鏡データと干渉計データを有機的に結合するコンバイン手法を開発した。この手法によって、コアの研究に必須の空間スケールレンジの広いイメージが取得できるようになる。2) コンバインされた GF 92 コアデータの詳細解析から、コアの密度分布は理論的な予言よりはフラットであることが明らかになった。

II-2-e-5

原始星バースト現象に関する観測的研究

助教授	北村良実	東大・理	黒野泰隆	国立天文台	齋藤正雄
東工大・理	塚越 崇	国立天文台	川辺良平	神戸大・理	横川創造

原始星は、周囲から動的に降着してくるコア物質の重力エネルギーを解放することで輝いている。その際、コア物質は直接中心星に落下するのではなく、中心星のまわりで形成されつつある原始惑星系円盤に落下し、円盤内を移動して最終的に中心星に落下すると考えられている。しかし、原始星の中には、突然何桁も光度を増大させるバースト現象を起こす FU Ori 型天体と呼ばれるものが存在する。このバースト現象は、コアから円盤、円盤から中心星への定常的な質量降着では説明ができず、一旦物質を円盤内にため込み、円盤の熱的不安定性を起こすことで説明されている。我々は、この非定常な質量降着現象を理解する目的で、従来あまり注目されてこなかった FU Ori 型天体の研究を始めた。本年度の主な成果は以下の通り。1) FU Ori 型天体 PP 13S について、エンベロープとアウトフローの詳細観測から、理論的に予測されている非定常な質量降着の検証に成功した。2) 最近バーストしたばかりの天体 McNeil's Nebula Object についてのミリ波モニター観測から、ディスクバーストモデルが有力であることが分かった。

II-2-e-6

野辺山ミリ波干渉計を利用した金星大気の観測

教授	中村正人	助教授	北村良実	東大・理	佐川英夫
----	------	-----	------	------	------

2004年4月に野辺山ミリ波干渉計を利用した金星大気の電波観測を行なった。観測時の金星視直径25秒角に対して、空間分解能5秒角のデータを取得した。現在、金星上層大気における昼面から夜面への風の場の存在や、夜面半球での一酸化炭素の濃集、あるいは金星雲層高度での大気において輝度温度に昼夜の格差が存在することなどが初期解析から導出されている。雲層高度の大気構造を電波観測した例は海外でも稀であり、本観測で示された輝度温度分布は非常に興味深い結果と言える。

II-2-e-7

金星下層大気の近赤外光学観測

教授	中村正人	助教授	笠羽康正	東大・理	佐川英夫
助教授	今村 剛	東大・教養	上野宗孝		

2004年4～7月に県立ぐんま天文台の近赤外分光撮像装置を利用して金星雲層の光学的厚みの分布、および下層大気中の一酸化炭素空間分布をモニター観測した。金星と地球との公転速度差を利用して、金星ディスクをスキャンしながら分光観測をすることで、波長分解能約1500、空間分解能約2秒角の分光撮像に成功した。その結果、1999年および2002年の観測で得られた雲分布とは異なった構造が見られ、一酸化炭素分布に関しても過去のものとは異なった傾向が示された。この変動を解釈する為に、既存の放射伝達モデルの改良に取り組んだ。

II-2-e-8

衛星搭載用デジタル式磁力計の基礎開発

教授	中村正人	助手	松岡彩子	東大・理	岡田和之
----	------	----	------	------	------

従来、アナログ方式で用いられてきた磁力計のデジタル化についての検討、開発を行なった。デジタルフーリエ変換を利用したデジタル化を検討し、そのサンプリング周波数の最適化を行なった。また応答関数を計算することで任意の性能を有するデジタル式磁力計の設計が可能なることを明らかにし、部分的なアナログ回路およびPC端末を利用した試作磁力計の性能評価では、設計期待値を満足する結果が得られた。本研究に基づく磁力計のデジタル化によって、ダイナミックレンジの増加やリソースの軽減などが実現可能となる。

II-2-e-9

「BepiColombo/MMO」搭載用ファブリペローエタロンの検討

教 授	中村正人	立教大・理	野澤宏大
助 手	吉川一朗	東大・理	亀田真吾

「BepiColombo/MMO」に搭載される水星大気光カメラに用いられるファブリペロー干渉計（以下 FPI）の検討，設計を行った．従来の FPI は MMO に搭載された場合に予想される温度変化（ $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 程度）に対して大きく透過波長が変動する．今年度の検討により，この変動を抑え十分な波長分解能を得るためには高分解能と低分解能のファブリペロー干渉計を重ね，後者を環境温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ の範囲で温度調節することが最適であるという結論に至った．

II-2-e-10

水星ナトリウム大気光の地上観測

教 授	中村正人	助 手	吉川一朗	東北大・理	鍵谷将人
客員教授	岡野章一	東北大・理	三澤浩昭	東大・理	亀田真吾

2005年3月にハワイ・ハレアカラ観測所にて水星ナトリウム大気光の地上観測を行った．観測にはファブリペロー干渉計を半値幅 10pm の超狭帯域フィルタとして用い，ナトリウム大気光と水星地表の連続光を交互に撮像し差し引きを行うことで大気光の強度を得た．初期解析の段階では，水星のナトリウムの尾状構造を初めて1枚の画像で捉えた可能性があり，水星大気の形成過程の特定を行うための貴重なデータが得られていると言える．

II-2-e-11

火星電離圏と太陽風の相互作用領域の研究

教 授	中村正人	IRF	山内正敏
東大・理 大学院生	金尾美穂	IRF	二穴善文

2003年に打ち上げられた ESA の「Mars Express」にはイオンの質量分析器 IMA が搭載されている．このデータを用いて火星の惑星プラズマと太陽風の相互作用領域について研究している．IMA で観測される境界領域 Bow Shock と IMB の3次元的な位置を求め，MGS による MPB の位置と比較した．

II-2-e-12

金星電離圏界面の研究

教 授	中村正人	東大・理 大学院生	金尾美穂	東大・理 助教授	吉川一朗
助教授	阿部琢美	情報通信研究機構	寺田直樹		

Pioneer Venus Orbiter の電子密度データを用いて金星電離圏界面の研究を進めている．磁場データから計算される太陽風対流電場の方向が金星電離圏界面に及ぼす影響を3次元的に調査している．磁場に垂直な平面内では太陽風対流電場と反対方向に夜側の電離圏境界の位置が傾くことが示された．

II-2-e-13

極端紫外光分光撮像用の多層膜回折格子の開発

東大・理 大学院生	村地哲徳	東北大・理 研究員	山崎 敦	教 授	中村正人
東大・理 大学院生	金尾美穂	東大・理 助教授	吉川一朗		

極端紫外光領域で反射率が高まるように設計した多層膜回折格子を設計・製作し，分子科学研究所 UVSOR や ISAS の極端紫外光実験施設で光学特性を調査した．その結果，極端紫外光領域で最も反射率が高い物質の一つである Au や Pt を表面にコーティングした回折格子よりも高い反射率が得られた．

II-2-e-14

極域電離圏の酸素イオン撮像用多層膜ミラーの開発

東大・理 大学院生 村地哲徳 東北大・理 研究員 山崎 敦 教授 中村正人
 東大・理 大学院生 金尾美穂 東大・理 助教授 吉川一朗

極域電離圏の酸素イオンを撮像するため、水素ライマン α 線（波長：121.6nm）の反射率が低く、酸素イオンの光（波長：83.4nm）を強く反射するミラーを作成し、反射率の測定を行った。結果、従来用いていたモリブデンコーティングのミラーよりも水素ライマン α 線の反射率が約 1 桁低いミラーができた。

II-2-e-15

反陽子と原子・分子の衝突による反応素過程の研究

助 手 崎本一博

反陽子と水素分子イオンの衝突による反陽子水素原子（プロトニウム）生成過程について調べた。まず断熱ポテンシャルエネルギー曲面を計算し、このポテンシャル曲面上での反応過程を古典軌道モンテカルロ法を用いて計算した。生成反陽子水素の状態分布、励起状態にある分子からの反応を調べた。これにより反陽子水素原子生成過程がすでになじみのある化学反応と同じに扱えることがわかった。

反陽子と水素分子イオンの衝突による電離過程について調べた。電子の連続状態を数値的に正確に扱い信頼の置ける電離断面積を求めることに成功した。

イオン衝突により反陽子水素原子の角運動量が s 状態に遷移し、反陽子水素原子が対消滅する過程を調べた。

II-2-e-16

高エネルギー化学反応の量子反応動力学の研究

助 手 崎本一博 東京理科大 教授 共同研究員 恩田邦藏

星間雲の主成分である水素分子は、近くの星からの紫外線を吸収し、電子状態が励起されたり、解離する。そのような星間雲の中では、水素分子は振動励起状態にあると考えられる。振動励起状態の放射寿命は長く、星間雲の中で振動励起状態にある水素分子およびそのイオンは、他の原子や分子と衝突し、原子の組み替えや分子の解離が起こる可能性が高い。振動状態が高く励起されている分子の衝突素過程を理論的に研究することは、原子の組み替え反応に加えて、分子の解離過程を考えないといけない。

また、燃焼や衝撃波といった高温あるいは非平衡ガス中でも、高振動状態にある分子の反応や解離反応が重要である。さらに、解離反応の逆過程である三体結合反応は、アルカリ原子のボーズアインシュタイン凝縮などでも知られているように、低温でも重要な過程である。

これらの反応過程を量子力学的に厳密に解くために、波束伝達法による計算プログラムの開発を行っている。

II-2-e-17

第22号科学衛星「SOLAR-B」搭載極紫外線撮像分光装置（EIS）の開発及び製作

客員教授 渡邊鉄哉 国立天文台 原 弘久
 教 授 小杉健郎 「SOLAR-B」チーム

「SOLAR-B」搭載の極紫外線撮像分光装置（EIS）は、特定の極紫外域における高感度を利して、彩層／コロナ／同遷移層の分光診断を、高い時間分解能で行うことのできる観測機器である。この機器の開発・製作は、基本となる日英協力に基づいて進められているが、米国が日米協力を通じて、分光素子及びその駆動機構等の開発・製作を担当し、更にノルウェイが地上支援系、データ解析ソフトの開発等を通じて参加する多国間国際協力により成り立っている。2004年6月までに、単体環境試験を英国内にて実施、望遠鏡のスループットや衛星機軸とのアライメント測定などの較正が行われ、所期の性能が確認された。2004年7月 ISAS/JAXA に搬入され、第一次噛合せに参加、試験を終了し、ISAS/JAXA 内に保管されている。

II-2-e-18

「ようこう」X線画像を用いたコロナ輝点の強度変化と加熱機構の研究

客員教授 渡邊鉄哉 IIAP Kariyappa Rangaiah
教授 小杉健郎 NiCT 研究員 堀久仁子

コロナ輝点 (XBP) は、コロナ中に現われる微小な双極磁場で、太陽周期活動依存性は活動領域ほど顕著ではないことが知られている。その寿命や加熱機構の特徴を調べるため、「ようこう」搭載の軟 X 線望遠鏡 (SXT) 画像データを用いて、XBP 強度の時間変化を調べている。また高空間分解能を有する京大・飛騨天文台のドームレス望遠鏡により XBP 直下の彩層における波動や熱の伝播についてもデータ解析を進めている。2004年10月に SOHO 衛星 CDS (Coronal Diagnostic Spectrometer) との共同観測を行い、目下その解析を進めている。

II-2-e-19

月震活動シミュレータの開発

客員助教授 村上英記 東京大学・地震研究所 竹内 希 月探査ワーキンググループ
東工大・理 小林直樹 助 手 白石浩章

継続して「LUNAR-A」により得られる月震波形の解析のためのソフトウェア群の開発と参照データとなるアポロ月震波形のデータベースの構築と維持管理をおこなっている。「LUNAR-A」計画において効率的に月震観測をおこなうには、事前に得られている唯一のデータであるアポロ計画による月震データを有効に利用し解析する計算機環境の整備をおこなう必要がある。これらの環境を使用し、観測点配置の条件による月震波形データの取得率の変化などについて検討を実施した。

II-2-e-20

惑星大気における惑星規模波動の伝播に関する研究

助教授 今村 剛

高度方向や緯度方向に背景風が大きく変化する場における惑星規模波動の伝播について理論的に考察した。そのような状況下では波は必然的に南北方向に伝播し、南北方向の角運動量再分配をもたらす。この効果は金星大気の高速回転が維持されるために重要な寄与をしている可能性がある。

II-2-e-21

火星探査機の赤外放射データを用いた火星大気中の微細擾乱の統計解析

大学院学生 川崎泰宏 助教授 今村 剛

米国の火星周回機 Mars Global Surveyor に搭載された赤外放射計 TES による大気熱放射データを用いて、波長数 10~1000km 程度の大気擾乱のエネルギースペクトルを火星において初めて求め、その緯度・季節変化から火星大気における擾乱生成機構を探った。

II-2-e-22

火星探査機の赤外放射データを用いた火星の夏の極域における波動の研究

大学院学生 福原哲哉 助教授 今村 剛

米国の火星周回機 Mars Global Surveyor に搭載された赤外放射計 TES による大気熱放射データを用いて、夏の極域に局在した東西波数 1 の定在波動の存在を初めて確定し、その生成・維持のメカニズムを探った。

II-2-e-23

スプライトにおける電子加速と準安定酸素原子 O (1D) の生成

助 手 市村 淳 東北大理 福西 浩
東北大理 平木康隆 情報通信研究機構 笠井康子

雷雲のはるか上空（中間圏）でスプライトと呼ばれる放電発光が観測されている。雷放電に伴って瞬間的（ ~ 1 ms）に強い電場が生じ、それによって電子が加速（ $>10\text{eV}$ ）されることが発光の原因である。この過程は、大気を電離・励起するので、微量気体の化学にも少なからず影響を及ぼす可能性がある。さまざまな大気化学過程の引き金になる準安定酸素原子 O (1D) は、太陽紫外線による酸素分子の解離励起で生成されるが、解離励起は加速電子によっても起こるから、スプライトが夜間における生成源になり得る。この興味で数値シミュレーションを実行し、スプライト・ヘイローにおける O (1D) の生成率を評価した。

II-2-e-24

強い場における分子の多重電離ダイナミクス

助 手 市村 淳 都立高専 山口知子

高強度レーザーや低速多価イオン衝突によって強い場をかけると、分子は解離しながら多価に電離しクーロン爆発を起こす。多中心の電場電離モデルを開発し、強レーザー場中の 2 原子分子（2 中心 2 鞍点系）、直線 3 原子分子（3 中心 3 鞍点系）、多価イオンと 2 原子分子の衝突（3 中心 2 鞍点系）という 3 通りの過程を調べた。強レーザー場では、電子は分子内鞍点に励起してから分子外鞍点を越えて電離するという機構に基づいて、クーロン爆発が起こる結合距離を説明した。多価イオン衝突では、共有結合分子と希ガス 2 量体とで、分子配向依存性や解離イオン対の電荷非対称性が全く異なることを導いた。いずれの過程においても、電子が分子内で原子サイトに局在する仕方に応じて特徴的なダイナミクスが現れるという理解を与えた。

II-2-e-25

イオン・分子衝突における振動・回転励起とエネルギー損失スペクトルの形

助 手 市村 淳 日大理工 中村正人

原子が分子に近づくと強い斥力が働くので、衝突における振動・回転励起において、分子は不可侵の表面を持つように振舞う。この描像に基づいて、エネルギー損失スペクトルの形を分子の形と関係づけて説明する古典力学的モデルを開発した。数十 eV のリチウムイオンと窒素分子の衝突を解析し、スペクトルの衝突エネルギー依存性と散乱角依存性を系統的に説明した。エネルギーが高いほど衝突の瞬間性がよくなるために回転励起に加えて振動励起が関与するようになること、振動励起の効果はピークのシフトとして現れ、分子間力に敏感であることを示した。

II-2-e-26

気体中での陽電子の直接消滅と共鳴散乱

助 手 市村 淳 理 研 山中信弘 東北大理 木野康志

陽電子は気体分子に衝突すると対消滅をするか散乱される。水素原子との衝突において、波束の時間発展を時間依存チャネル結合法によって追跡し、直接消滅過程の断面積が 10eV 付近でピークを取ることを示した。また、ヘリウムイオンによる散乱を同じ方法で計算し、理論的なパズルになっていた 2 つの共鳴の存在を導いた。共鳴では、エネルギーの関数として散乱波束の時間遅れが極大になることを実証し、その極大構造から、ヘリウムイオンの内部励起状態が関与する多チャンネル共鳴としての性質を解析した。これらの研究を通じ、「断面積」や「共鳴」という散乱現象の基本的な概念をめぐる、不注意に定常状態の理論から出発すると混乱を招く問題があり得ること、波束の理論に立ち戻ることがその解決の指針になることを学んだ。

II-2-e-27

彗星からの強 X 線放射の起源について

共同利用研究員 (九大院) 季村峯生 Harvard U. A. Dalgarno
U. Georgia Phil Stancil

1996年10月、百武彗星から異常に強い X 線放射が起きていることが初めて観測され天文研究者の間に衝撃を与えた。この後、今日までに約20個の彗星から X 線が放射されていることが観測データから判った。さらに、この X 線放射現象は彗星からだけに止まらず、木星、金星、さらにこれら太陽系惑星の衛星からも X 線が放射されていることが新たに判り、彗星を含む惑星系からの X 線放射は天体での一般的な現象であると考えられて来つつある。この X 線の起源について様々なモデルが今までに提唱されたが、現在のところ太陽風や宇宙線中に含まれる高価イオンと彗星構成分子との衝突による電子捕獲過程後にイオンからの光放射がもっとも有力な X 線放射の機構と考えられている。我々はイオン-分子衝突による電子捕獲過程について詳細な理論研究を行い、衝突ダイナミックスについての新しい知見を発表して来た。

II-2-e-28

「SOLAR-B」搭載 X 線望遠鏡 CCD カメラの開発

教 授	小杉健郎	国立天文台	常田佐久	国立天文台	下条圭美
助教授	坂尾太郎	国立天文台	鹿野良平	国立天文台	柴崎清登
助 手	松崎恵一	国立天文台	原 弘久	他「SOLAR-B」チーム	

「SOLAR-B」X 線望遠鏡の焦点面 CCD カメラは、(1) 長波長の軟 X 線 (XUV 光) にまで感度を持たせるために裏面照射型 CCD を採用、(2) 放射冷却により軌道上で CCD を $\sim 80^{\circ}\text{C}$ まで冷却可能、かつ CCD のベークイング機能を持つ、(3) 斜入射 X 線光学系の結像特性を活かす焦点調節機構 (CCD 可動機構)、などの特長を持つ。

この CCD カメラは国立天文台との密接な協力のもとに開発しており、今年度、フライト品の組み立て・試験・較正を行ない、8 月に米国へ輸出した。CCD が分子コンタミ、粒子コンタミを極端に嫌うため、組み立てにあたっては各構成部品に対して徹底したベークイングおよび TQCM によるアウトガス測定を行ない、かつ輸出までの全工程をクラス100以下のクリーン環境で実施している。

II-2-e-29

「SOLAR-B」搭載 X 線望遠鏡の開発

教 授	小杉健郎	国立天文台	常田佐久	国立天文台	下条圭美
助教授	坂尾太郎	国立天文台	鹿野良平	国立天文台	柴崎清登
助 手	松崎恵一	国立天文台	原 弘久	他「SOLAR-B」チーム	

国立天文台および米国スミソニアン天文台 (SAO) と協力して、「SOLAR-B」に搭載する X 線望遠鏡 (XRT) の開発を進めている。この望遠鏡は、「ようこう」に搭載された軟 X 線望遠鏡と比べて、太陽コロナ中の100万度程度の低温プラズマにも感度を持つこと、2 倍以上の高空間分解能化 (1 秒角) を図っていること、などの特徴を持っており、日本側は焦点面 CCD カメラの開発を担当している。

本年度はフライト CCD カメラを SAO に輸出し、当地でのフライト鏡筒への結合と電気動作試験、および NASA ゴダード宇宙飛行センター (GSFC) での望遠鏡全体に対する機械環境試験ならびに熱環境試験を日米共同で実施した。

II-2-e-30

第22号科学衛星「SOLAR-B」及び搭載科学機器の開発及び試作

教 授	小杉健郎	助教授	坂尾太郎	国立天文台	常田佐久
客員教授	渡邊鉄哉	助 手	松崎恵一	他「SOLAR-B」チーム	

2006年度夏季の打上げを目指して、「SOLAR-B」フライトモデルの製作を進め、一次噛み合せ試験を実施した。

「SOLAR-B」は、0.2秒角の分解能で光球面のベクトル磁場を測定する可視光磁場望遠鏡 (SOT), コロナの構造とその変動を約1秒角で観測する軟X線望遠鏡 (XRT), コロナ域のプラズマ診断・速度場診断を行う極紫外線撮像分光装置 (EIS) の3つの観測機器を搭載し、コロナと光球とを結びつけて観測することで太陽大気における磁気活動現象の総合的な研究を進め、超高温コロナの形成、太陽磁場コロナ活動の起源、天体プラズマの素過程を解明する。これらの観測機器はいずれも日米または日英米の国際協力で製作している。衛星運用/データ解析には、欧州宇宙機関 (ESA) がノルウェー宇宙センターのスバルバード局を提供して参加することになっている。詳細は「SOLAR-B」プロジェクトチームの項を参照のこと。

II-2-e-31

「ようこう」による太陽フレア観測結果のレビュー

教授 小杉健郎 カリフォルニア大学バークレー校 Hugh S. Hudson

「ようこう」による太陽フレア及び類似の活動現象の観測をレビューし、それに基づいてこれからの太陽観測の焦点、とくに米国の太陽電波研究者が進めている大型太陽電波干渉計計画 FASR で力点を置いて観測すべき事項を論じた。

II-2-e-32

収縮磁気ループ内でのベータトロン加速による太陽コロナ硬X線源の解釈

教授 小杉健郎 客員教授 Marian Karlicky

「ようこう」硬X線望遠鏡が発見したコロナ硬X線源の出現メカニズムに関して、磁気ループのはるか上空で磁気リコネクションが起き、つなぎ変わった磁力線がアルフベン速度で収縮しつつ磁場強度を急速に増大させる状況を想定して、この収縮磁気ループ内で高エネルギー粒子がベータトロン加速機構で再加速されるモデルを提唱した。この過程を数値シミュレーションで検証し、その有効性を示す論文を発表した。

II-2-e-33

「ようこう」が観測した太陽コロナ硬X線源の上昇運動の観測的研究

教授 小杉健郎 モスクワ大学 Sergei A. Bogachev
助教授 坂尾太郎 名大・STE研 増田 智

モスクワ大学 Boris V. Somov

太陽フレアに伴ない磁気ループ上空のコロナ中に硬X線源が出現することがある。この硬X線源がゆっくりと上昇する(秒速10-30km/s)ことを「ようこう」硬X線望遠鏡により観測的に確認した。この上昇運動を磁気ループ上空でのリコネクションの進行に伴う現象と考えると、標準的な磁気リコネクションモデルが要請するアルフベン速度で流れ出すリコネクションアウトフローの速さと一見矛盾するように見える。この矛盾を解消するためには三次元的なリコネクションモデルを導入することが必要だと思われる。本研究は2002年度に客員教授として宇宙研に滞在した Boris Somov 教授を筆頭とするモスクワ大学のグループとの共同研究であり、2004年夏にパリで開催された COSPAR 科学総会においていくつかの成果を発表した。

II-2-e-34

高エネルギー太陽分光撮像衛星 (RHESSI) を用いた太陽フレアの研究

教授 小杉健郎 助手 松崎恵一
助教授 坂尾太郎 総研大大学院学生 宮腰 純

RHESSI 望遠鏡は太陽フレアから放射される硬X線からガンマ線にいたる高エネルギー光子を捉えて分光撮像する回転「すだれ」コリメータ方式の望遠鏡であり、「ようこう」硬X線望遠鏡の後継観測装置である。この RHESSI 望遠鏡の撮像性能を、観測対象である太陽フレア自身を較正源に用いて評価し、引きつづきその成果を踏まえて、これまで詳しい観測的研究ができていなかった太陽フレアのプレーインパルス相の研究を行っている。