

星間水素分子の赤外蛍光現象を追って

長谷川 哲夫*

インタープレイ

「当機は着陸体制に入りました。お座席のベルトをもう一度お確かめ下さい。」

雪をいただいたマウナ・ケア山頂に銀色に小さく輝くドーム群を左の窓に見ながら、私は腰のベルトに手をやった。ヒロ空港に着陸しようとするこの瞬間がくるたびに、私は自分でもおかしくなるくらい、わくわくしているのははっきり感じる。それは、マウナ・ケアの望遠鏡群の高い能力のせいもあるが、むしろ、私のホームグラウンドである電波天文学から少し離れた赤外線天文学という分野で私に何ができるだろうか、という挑戦的な興奮であり、今度はどのような形で赤外線天文学のセンスと電波天文学のそれとのインタープレイが実現するのだろうかという期待である。

英国赤外線望遠鏡 UKIRT. 口径 3.8 m のこの望遠鏡は、マウナ・ケアの天文台の望遠鏡群のなかで最大の口径を持つばかりでなく、赤外線専用の望遠鏡としては世界最大のものである。赤外線専用とすることで思い切ったコストダウンを行い、その一方で大望遠鏡として初めて薄肉ミラーを採用するなど先進的な技術を導入して1980年に観測を開始した UKIRT は、その後も4台の検出器を瞬時に切り替えられる焦点部や4m クラスとしては異常に大きい20" の視野がとれる赤外測光器など、革新的なアイデアの観測機器をつぎつぎに搭載して、名実ともに世界一の赤外望遠鏡となっていた。このUKIRT と野辺山の宇宙電波観測所との協同研究が日英協力としてスタートしたのは1984年。中心になったのは日本側が野辺山の海部宣男助教授(当時)と京都大学の佐藤修二助手(同)、イギリス側はUKIRTの革新的なインスツルメンテーションとサイエンスをリードしていたイアン・ギャトレイ氏である。

赤外線天文学と電波天文学のインタープレイは、日英協力の初年度1984年11月に初めてハワイを訪れた時にすでに始まっていた。割り当てられた観測の前夜、前の観測者の仕事ぶりを見にギャトレイ氏と山頂に上がった大学院生(当時)の林正彦君と私は、偶然UKIRTを後半夜使える好運にめぐりあわせた。ギャトレイ氏は鞆から1編の論文を取り出し、「この見事な電波観測と同じことを、今夜は赤外で試してみよう。」と言った。手に

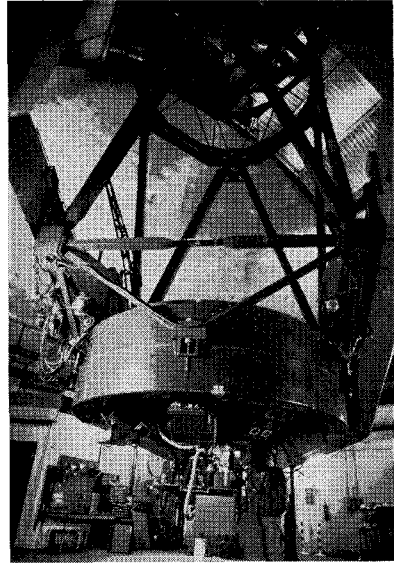


図1 英国赤外線望遠鏡 UKIRT

していたのは、オリオン星雲中の「ブライツバー」と呼ばれる構造の分子ガスとプラズマの分布を45m望遠鏡で観測した面高俊宏さんの論文(文献1)である。その夜私たちは、まるで電波で観測するように、ブライツバーを横切る線に沿って9点、 $2.05\mu\text{m}$ ~ $2.46\mu\text{m}$ のスペクトルを観測し、そこに紫外線と衝撃波で励起された水素分子を検出したのである。そのデータに基づいて林君が帰国後1晩で書き上げた論文は、星間水素分子の赤外蛍光を報告した世界で最初の論文となった(文献2)。

かくれた主役・水素分子

「宇宙は水素でできている！」誰かがこうさげんだとしても、それは90%正しい。原子の数で言えば、宇宙の物質の90%以上が水素から構成されているからである。

その水素も、環境によってその姿を変える。銀河系内の星間ガスの平均的な粒子密度は 1cm^3 当り数個である。そのような状況では、大部分の水素は水素原子(H)になっている(HI領域)。また、星間ガスに近くO、B型星から13.6eVより高いエネルギーの紫外線が照りつけると、水素原子は電離して陽子と電子に分かれプラズマをつくる(HII領域)。水素原子は有名な波長21cmの電波スペクトル線を出すので、電波望遠鏡を天の川に向けると銀河系のいたるところにHI領域が広が

* 東大理 Tetsuo Hasegawa: Infrared fluorescence of interstellar molecular hydrogen

日本天文学会研究奨励賞受賞対象研究

っている様子がわかる。H II 領域からは、赤い H α 輝線をはじめとして可視～赤外～電波にいたる広い波長域で水素の再結合線などが観測される。

星間ガスの中に水素原子密度が 1 cm^3 当り数個を超える濃い部分ができると、星間ダストの表面で化学反応が進みはじめて水素は水素分子 (H_2) になる。水素分子を壊す紫外線が入り込めない暗黒星雲 (密度 10^3 cm^{-3} 以上) になると、宇宙線が H_2 を破壊して作る 1 cm^3 当り数個の水素原子を除いてほとんどすべての水素が分子の形で存在するようになる (分子雲)。最近の観測から、このような星間分子雲が銀河系の星間物質の 50% 以上 (質量比) を占めていることがはっきりしてきた。

ところが、星間分子雲の主成分であるこの水素分子には困った性質がある。普通の状態では「見えない」のである。その理由は 3 つある。第一に、水素分子は H と H が結合してできた等核二原子分子で、電気的な偏りがまったくない (永久双極子モーメントがゼロ)。そのため、回転や振動のエネルギー準位間を遷移する確率が極端に小さくスペクトル線はたいへん弱い。第二に、水素原子が 2 個結合してできる水素分子は最も軽い分子であるために、分子の回転のエネルギー準位の間隔が広いことがある。最もエネルギーの低い基底状態と一つの上の準位の間でエネルギー差が温度に換算して 510K (バラ H_2 の場合) もあっては、普通温度が 10K 程度と極めて低温の星間分子雲中では分子同士の衝突で熱的に励起するのは絶望的だ。それでも場所によっては 100K 程度にはなっている星生成領域の分子雲から出ているはずの水素分子のスペクトル線の観測をはばむ第三の困難は、地球の大気である。一番低いエネルギー準位間の遷移による波長 $28\ \mu\text{m}$ のスペクトル線は、 H_2 自身をはじめとする地球大気のさまざまな分子の吸収バンドに 100% 吸収されてしまう。

このような事情があるために、10K~100K の温度領域にある普通の星間分子雲 (暗黒星雲) 中の水素分子はまだ検出されていない。例外は紫外線観測衛星コペルニクスが大々的に観測した 1000A 付近の電子移遷による吸収スペクトルであるが、それは紫外線で星が透けて見える希薄な星間雲に限られていた。

二つのメカニズム

それでは、密度の高い (10^3 cm^{-3} 以上) 星間分子雲の中の水素分子は全然観測できないという、実は二つの特殊な場合には波長 $2\ \mu\text{m}$ 帯を中心とする近赤外スペクトル輝線が観測されることが期待できる。

第一の場合は、高密度 (10^5 cm^{-3} 以上) の分子ガスが数 1000K という高温になる場合だ。そこでは高速で動き回る水素分子同士の衝突によって回転や振動のエネル

ギー準位が励起される。この熱的励起のプロセスは、誕生したばかりの星からの双極分子流のまわりや超新星と相互作用している分子雲などに典型的に見られる。

第二の場合は、分子雲の表面に波長約 1000 A の紫外線が当たっている場合だ。水素分子は波長 912 A~1108 A のライマン・バンドとワナー・バンドという二つのバンドで紫外線を吸収して電子の励起状態に移る。励起された水素分子は直ちに紫外線を放出して電子基底状態にもどるが、その際に振動励起状態になる。そこから基底状態まで、振動・回転遷移で近赤外線を出しながらカスケードする。このメカニズムは紫外励起による蛍光と呼ばれている。

歴史的には、第二のメカニズム、すなわち紫外励起のほうが先に予言されていた。より厳密に言えば、第一のメカニズムに要求される温度数 1000K の高密度分子ガスが星間空間に豊富に存在するとはだれも想像していなかったのである。したがって、1976 年にオリオンの原始星 KL 天体と惑星状星雲 NGC7027 の方向から検出された波長 $2\ \mu\text{m}$ 付近の数本のスペクトル線が水素分子の振動回転遷移と同定されたときは、まず紫外励起の可能性が吟味され、それが否定された結果、高密度分子ガス中の衝撃波というアイディアが浮上したのである。

水素分子の紫外励起による赤外蛍光を検出する試みは、理論的予測が出された直後の 1960 年代後半に始められた。M. ワーナー、M. ハーウィット、T. ガルらは、まだ出始めたばかりの赤外線分光器を望遠鏡に取り付けてオリオン星雲などに向けて、波長 $1\ \mu\text{m}$ 付近の赤外蛍光輝線を探した。しかし、(今だからこそわかるのだが) 探査した天体・スペクトル線が高い輝度をもっていなかったことと、彼らの観測装置が広がった低輝度の天体の観測に適していなかったことのために、彼らのバイオニア的な努力は報われなかった。

赤外蛍光の発見

オリオン KL と NGC7027 における最初の発見に続いて、数多くの若い星や原始星 (分子流天体)、ハービック・ハロー天体、惑星状星雲などで水素分子の $2\ \mu\text{m}$ の輝線が検出された。そのうちいくつかの天体については、 $2\ \mu\text{m}$ 帯の複数のスペクトル線の強度が測定され、その強度や強度比が衝撃波のモデル計算と一致したため、分子雲中の衝撃波による水素分子の熱的励起という考え方はますます確かなものになった。実際、ほとんどの研究者が (私も含めて) 「水素分子輝線の検出=衝撃波の証明」という公式を信じるようになっていた——1984 年の秋までは。

しかし、この公式は正しくなかったのである。1984 年 8 月に反射星雲 NGC2023 で紫外励起による赤外蛍光輝



図2 オリオン座 ζ 星付近. 上の明るい星雲は H II 領域 NGC2024, 右下は馬頭星雲, その左上隣が反射星雲 NGC2023 (東大木曾観測所撮影).

線が発見され, 11月には冒頭で紹介したようにオリオン星雲のブライトバーでも検出された. そして後で述べるように, 最近の観測ではこれまで衝撃波による励起と信じられてきた惑星状星雲 NGC7027 にさえ蛍光の成分が存在することがわかってきている.

NGC2023 (図2) はオリオン座三つ星の東端の ζ 星のすぐ近く, 有名な馬頭星雲につながる暗黒星雲(星間分子雲)の表面にある反射星雲である. 中心星は生れてまだ数万年しか経っていないB型(B1.5V)の星だ. このNGC2023に水素分子の赤外蛍光輝線が見つかったのは半ば必然の産物であったようだ. ギャトレイ氏は言う.

「我々は, 3.8 m の口径に 20" の視野という組合せで, 広がった淡い天体に対するかつてない高い感度を手にいれた. 水素分子の赤外蛍光は広がっているだろうから, これまでだめだったとしても UKIRT なら検出できる可能性がある. 赤外蛍光を探そうと思ったら, まず水素分子がたくさんあって, そこに硬すぎない紫外線が豊富に当たっている場所を探せばよい. たまたま観測時間が余っていたから NGC2023 に向けたら, ほら, 予想通り受かったというわけ.」

大した自信だと思われるかも知れないが, それは深い洞察と論理に根ざした観測家のセンスに裏打ちされている. まず感度の点. 広がった天体の場合, 赤外線望遠鏡の集光力(検出器に毎秒何個の光子を送り込めるか)は主鏡の口径の2乗と視野(ダイヤフラム)の直径の2乗の積に比例する. 望遠鏡が大きくなってもそれに伴って視野が狭くなるとは表面輝度に対する感度は良くならない. そして天体の選択. 紫外線のエネルギーが高過ぎもせず低過ぎもしないB型星と分子雲の組合せは絶妙の選択と言えるだろう.

UKIRT で取られた NGC2023 の赤外蛍光スペクトル(図3, 文献3)は, 水素分子の赤外蛍光の特徴をよく表している. 特に, ① $v=2-1$ の輝線が強く, 例えば $v=2-1$ S(1) ($J=3 \rightarrow 1$ の遷移)が $v=1-0$ S(1) の半

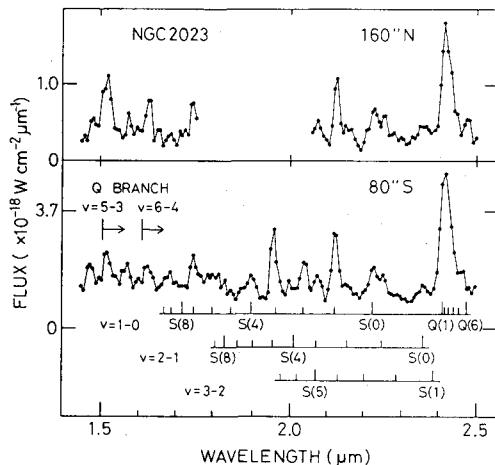


図3 NGC2023 から観測された水素分子の赤外蛍光スペクトル(文献3). スペクトルの下に輝線の同定が示してある.

分近い強度をもっていること(衝撃波の場合は10分の1), ② 1.6 μm 付近に高い振動励起状態(励起エネルギーが数万度相当)の $\Delta v=2$ の遷移が見られること, は理論的予想とも合い, このスペクトルが蛍光によるものであることをはっきり示している. そしてその分布(表紙写真)は, 照明星(座標の原点)を中心にほぼ対称なリング状をしている. H_2 輝線は光学的に薄いから, リング状の構造は, 分子雲の表面にB型星がつくったお碗型くぼみの表面(シェル半分)に対応すると考えられる.

このような構造は, 1985年にA. ティーレンスとD. ホーレンバッハが提出した「光解離領域」のモデルがちょうどよく当てはまる. 水素分子の赤外蛍光をもたらす紫外線はまたその9分の1の確率で水素分子を解離する. その結果, H_2 と H I を分ける解離境界面は星からゆっくりと遠ざかって行き, H_2 の蛍光輝線で観測されるシェルが形成されたのであろう.

新しいソフトは新しいハードに匹敵する

図3のスペクトルは波長分解能($\lambda/\Delta\lambda$)約100のシングルなCVF(circular variable filter)分光器で取られたものである. 図からわかるように, やや大きな表現を使うならば「スペクトル輝線の森」という印象の蛍光スペクトルを観測するには波長分解能が不足している. 実際 $v=2-1$ や, さらに弱い $v=3-2$ のスペクトル線の強度を決めようとする, コンティニウム・レベルの決定精度が問題になる. これだけ輝線が込み合っていると, コンティニウムなのか「輝線の茂み」なのか区別ができなくなってくる. そこで, 私たちはファブリー・ペロ分光器を使った高い波長分解能(分解能=3000)の観

測を計画し、幸いプロポザルが採用されて 1985 年 12 月再びマウナ・ケアを訪れた。

ヒロ空港に迎えに出てくれたギャトレイ氏は、私の顔を見るなりニコニコして「哲夫、君に見せたいものがある」と言った。当時彼は UKIRT の観測およびデータ処理に関するソフトウェア開発の責任者になっていて、概念設計から 1 年たって最初の試用ソフトウェアシステムがリリースされたところであった。彼の設計した観測機器コントロールシステムはマッキントッシュばりのプルダウン・メニュー方式で大変理解しやすい。その中で彼が特に自慢していた機能の一つは、ファブリー・ペロー分光器とそのオーダー分離のフィルター (CVF) を同時にコントロールして、何本ものスペクトル線を次々に拾っていくというものである。それは普通ならやや取っつきにくく、したがって数多くのスペクトル線の観測が億劫になりがちなファブリー・ペロー分光器を、1 年前に使ったシンプルな CVF 分光器のような手軽さで使えるようにしてくれる。

「このシステムで初めて可能になるような H₂ 蛍光輝線の観測をデザインしてみてくださいないか。」

こう言われて私は、 $v=1-0$ 3 本、 $v=2-1$ 4 本、 $v=3-2$ 3 本の合計 10 本を続けてスキャンするシーケンスを定義した。こんなにたくさんのラインの観測はこれまで聞いたこともなかったが、ともあれこれで 6000K から 20000K 近いエネルギー範囲について、水素分子の励起の詳細が完ぺきにわかるはずである。

こうして 12 月 28 日の夜がきた。その夜の観測は、新しいソフトウェアが新しい観測機器に匹敵することを教えてくれた。

ハレ・ポハクでの会話

「 $v=2-1$ の 4 本のラインの強度を見てごらん。J が 2 や 4 からのラインに比べて J が 3 と 5 は極端に弱くなっている。これはいったいどういうことなのだろう。」

12 月 29 日の午後、ここはマウナ・ケア山中腹のハレ・ポハク宿泊所の食堂。グラフ用紙に鉛筆でプロットされた前夜の観測データを前に、私たちは考え込んでしまった。観測されたスペクトル線強度からそれぞれのラインが出るエネルギー準位のポピュレーションを計算し、その対数を準位のエネルギーに対してプロットすると、分子の振動・回転の励起温度が直線になる図ができる。図 4 の (b) に示したオリオン KL の場合、各エネルギー準位のポピュレーションが 1 本のなめらかなカーブの上に乗る、H₂ が 2000K 前後のガス中で熱的に励起されていることを示している。それに対して、(a) に示した NGC2023 のデータは以下の 3 つのきわどい特徴を見せている (文献 4)。

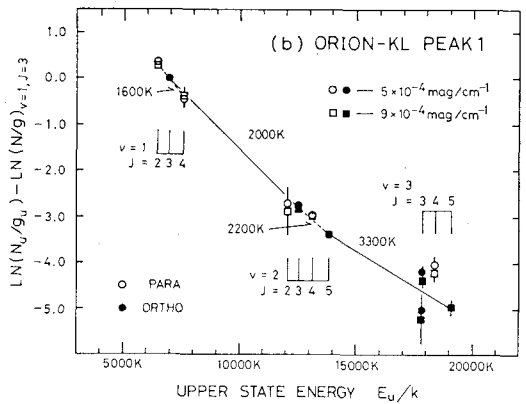
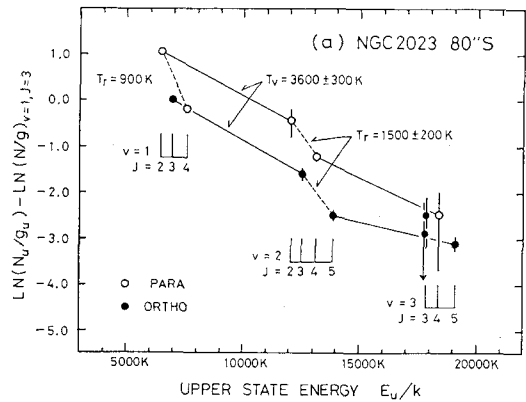


図 4 NGC2023 (蛍光) とオリオン KL 天体 (熱的) の水素分子のポピュレーション (文献 4)。

第一は、レベル・ポピュレーションが J=偶数のパラ水素と J=奇数のオルソ水素の二つのシーケンスに分かれるということである。統計的重みにはスピ多重度 (パラ水素で 1, オルソ水素で 3) が含まれているが、NGC2023 の場合はオルソ/パラ比が 3 : 1 からずれているようだ。

第二の特徴は、同じ振動状態の回転準位間のポピュレーションを表す回転温度 (T_r) と異なる振動準位間のポピュレーションを表す振動温度 (T_v) に有意な差があり、回転温度は低いに対して振動温度は高いということである。これは理論的な予測と良くあっている。

そして第三の特徴は、これらの回転温度、振動温度がパラ水素とオルソ水素では変わらないということである。このことは、各振動レベル内で見られるオルソ/パラ比が、単に励起の効果ではなく、全体の水素分子のオルソ/パラ比を表していることを示唆する。反射星雲 NGC2023 で赤外蛍光輝線で観測される水素分子は、通常のオルソ/パラ比に対してパラ水素が多いのである。

オルソ/パラ比の意味するもの

観測されたオルソ/パラ比は何を意味しているのだから

うか？ オルト水素とパラ水素はそれぞれ水素の核スピードが平行、反平行の場合で、その最低のエホルギー準位はオルト水素の方が170K高い。それらは放射過程では互いに入れ替わることはなく、水素分子が形成されたり、化学反応で核が入れ替わったりするときにだけ、オルトとパラの間の行き来が生じる。では具体的にどのような局面でオルト/パラ比が決まるのであろうか。

オルト/パラ比の変化を星間分子雲の一生の中でたどってみると以下のようになるかもしれない。まず、分子雲の形成の段階で、 H_2 が形成されるダストの物理状態や形成メカニズムの詳細によってオルト/パラ比は確立する。次の暗黒星雲の段階では、宇宙線による H_2 の破壊と再形成によって、オルト/パラ比はゆっくりと変化するだろう。分子雲のなかで星生成が起こると、誕生した星の運動エネルギーや放射エネルギーで分子雲は破壊される。その際、オリオン KL のように分子流による衝撃波が発生したり、NGC2023 のように紫外線による光解離領域ができたりする。衝撃波や光解離領域の中では、 H 、 H^+ 、 H_3^+ などとの化学反応によってオルト/パラ比は変化する。我々が観測するのはこの段階のオルト/パラ比である。

私たちは得られたデータを持って、宇宙科学研究所の高柳教授の研究室を訪ねた。星間分子ガス中の H_2 のオルト/パラ比を初めて測定したデータに対して、私たちは比較すべき理論計算を持っていなかったのだ。高柳先生らは、 H_2 のオルト/パラ比が光解離領域でのダスト上での H_2 形成と気相の化学反応の結果決まるとして観測結果を説明しようと試みた。その結果、生成する H_2 のレベル・ポピュレーションが60K~70Kの「生成温度」のボルツマン分布の場合に観測結果が良く再現できることを見いだした(文献5)。これは、ダスト上の H_2 生成についてのおそらく初めての観測的な制限である。

こうなると次の問題は、他の天体におけるオルト/パラ比である。高柳先生らによる計算では比が光解離領域だけで決まると仮定した。しかし、もし光解離領域が分子雲に進入する速度が大きければ、暗黒星雲中で長い間眠っていた古い H_2 のオルト/パラ比が測れるかも知れない。それは、分子雲形成の段階の物理状態の情報をまだ覚えていないかも知れない。

なにかがコントロールしている

1987年8月、私は再びUKIRTの観測室にいた。野辺山(当時)の田中培生君やハワイのJAC(連合天文センター)の林左絵子さんらと一緒に水素分子の赤外蛍光輝線を示す天体のサーベイをするためである。私たちが観測した天体の中には、反射星雲の他に惑星状星雲、H II 領域、銀河系の中心が含まれていた。

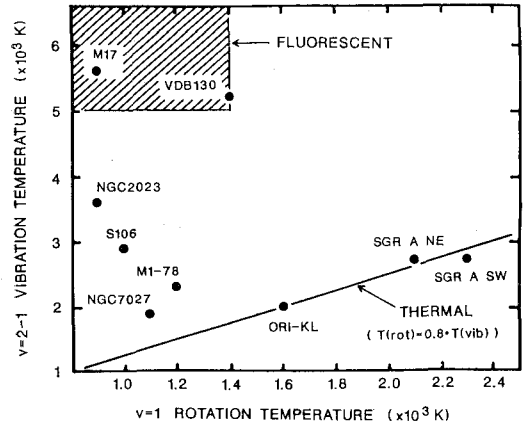


図5 さまざまな天体の水素分子輝線の振動と回転の励起温度。この図によって、天体が熱的か、蛍光か、その中間かを分類できる(文献6)。

観測結果を図4のような形で書いてみると、明らかに蛍光だとわかるもの、熱的だとわかるものの他に、両者の中間に位置するパターンを示すものが見つかった。それを見やすくするのが図5で、縦軸は振動温度、横軸は回転温度を取っている。J. ブラックと E. ヴァン・ディッシュェックが1987年に発表したモデルに基づく「純粋に」蛍光だけの天体(図の斜線の領域)はむしろ少なく、蛍光輝線が初めて検出されたNGC2023も含めて多くの天体が「中間的な」天体ということになる。熱的な励起ではオルト/パラ比が3:1になるので、赤外蛍光で見える水素分子のオルト/パラ比を知るためには、蛍光の成分だけを分離する必要がある。

我々の開発したアルゴリズムで蛍光成分を分離して、そのオルト/パラ比を決定できた天体は、反射星雲NGC2023, vdB130, H II 領域 M17, S106, そして惑星状星雲 NGC7027 の5つである。驚くべきことに、どの天体でも、オルト/パラ比は(1.0~1.8):1の狭い範囲に収まってしまった(文献6)。種類も違い、環境も大きく異なるこれらの天体に共通して、オルト/パラ比をほぼ一定に保つメカニズムとしては、光解離領域における H_2 形成のミクロな条件がもっとも考えやすい。ダストに水素原子が吸着される臨界温度(90K程度と考えられる)はその最有力候補となる。

終わりに

この研究は、日英協力プロジェクトによる国際協力、そして電波天文学と赤外線天文学とのインタープレイがあって初めて可能になりました。プロジェクトの立案・遂行に尽力された日・英双方の方々特に国立天文台の海部宣男教授と佐藤修二助教授に感謝致します。ギャトレイ氏には実に様々なことを教えていただきました。ま

た、林正彦君、田中培生君、大石雅寿君、そして亡くな
った鈴木博子さんを初めとする共同研究者の皆さんにも
感謝致します。今回いただいた日本天文学会研究奨励賞
の名誉をこれらの方々と分かち合いたいと思います。

引用文献

- 1) Omodaka, T., Hayashi, M., and Hasegawa, T. 1984. Astrophys. J. (Letters), 282, L77.
- 2) Hayashi, M. et al. 1985. M.N.R.A.S., 215, 31 p.
- 3) Gatley, I. et al. 1987. Astrophys. J. (Letters), 318, L73.
- 4) Hasegawa, T. et al. 1987. ibid., 318, L77.
- 5) Takayanagi, K., Sakimoto, K., and Onda, K. 1987. ibid., 318, L81.
- 6) Tanaka, M. et al. 1989. Astrophys. J., 336, 207.

お知らせ

新天体に関する情報の受信電話についてお願い

国立天文台（三鷹）では、本年8月1日より構内電話をPBXダイヤルインシステムに更新しました（本誌8月号）。新天体に関する情報の受信電話（留守番電話）の番号も変更になりましたので、今後は新番号により御連絡下さい。

新番号 0422-41-3691

ASTRO Observatory Domes

天文台の建設は青少年の未来の心をはぐくみます

当社は豊富な経験と独自の製作技術により美観、耐久性、堅牢性、経済性は抜群です。ドームの屋根葺きには耐蝕性に優れたステンレススチール、銅板葺きなどがあり、優れた特長を持っております。詳しくはお問い合わせ下さい。

◆主な天体観測ドーム納入先◆

宇宙科学研究所／東京大学教養学部／宮崎大学教育学部／東京学芸大学／埼玉大学／福島大学／川崎市青少年科学館／杉並区立科学教育センター／駿台学園一心荘（北軽井沢）駿台学園高校（東京）／東海大学宇宙情報センター（熊本）／栃木県こども総合科学館（宇都宮）／日原天文台（島根県）／大分市コンパルホール／坂戸市中央児童館（埼玉）／山崎記念天文台（高知）／刈谷市中央児童館／宇美青少年育成センター（福岡）／船橋市立高校／都立九段高校／都立大森高校／慶応義塾高校（横浜）／高知学園等の他全国に150余基の実績。

ASTRO 光学工業株式会社

〒170 東京都豊島区池袋本町2-38-15 ☎03(985)1321

HAWAII

1991年

天文博物館
五島プラネタリウム
東急観光
誠報社の共同企画

感動の皆既日食ツアー

ハワイの晴天率は抜群!!

2年先ですが1991年7月11日に世界の楽園ハワイ島で皆既日食があります。誠報社では五島プラネタリウムをはじめ、ハワイの観光事業に絶大な実績と信頼を誇る東急グループの協力を得て、皆様に満足していただける日食観測ツアーを実施いたします。日食観測のポイントのハワイ島北西部・マウナケア山周辺の同時期・同時刻の晴天率は80~90%です。〈ハワイ観光局調べ〉

安全で最適な観測スペース確保!!

ハワイ島現地にてすでに入念なリサーチを重ね、最適な観測地を確保いたしました。

ハワイ皆既日食ツアー〈20万円積立プラン〉

誠報社にて受付開始!! (ご一報いただければお申し込み用紙をお送りいたします。) あなたの日食ツアー参加をお待ちしております。ツアー費用は便利でお得な東急観光の積立システム「ときめき」でムリなく有利な下記のプランをお選びください。

	積立開始日	1~17回積立額	18回目積立額	お支払い総額	サービス料(利息)	合計
18ヶ月間月払いコース	毎月28日	¥11,100	¥1,855	¥190,555	¥9,445	20万円
一括払いコース	毎月28日	—	—	¥182,232	¥17,768	20万円

※詳しい旅行日程・各コースは順次発表致します。★積み立てに御加入いただきました方には、ハワイ日食ツアーのコースより、御希望のコースに優先的にお入りいただけます。★御指定の銀行口座からの自動引落しのため便利です。★万一長期時、ツアー不参加の場合も旅行券は全国の東急観光各支店において、海外・国内旅行及び航空券・列車・旅館等に御使用できます。 ※「ときめき」の契約は9月20日迄にご返送してください。

太陽キラキラ快適なく4泊6日の旅!!

コース	7/9日	7/10日	7/11日	7/12日	7/13日	7/14日	7/15日
Aコース	成田出発(夕刻)→ホノルル(コナ泊)	自由行動(コナ泊)	皆既日食観測(コナ)→(ホノルル泊)	自由行動(ホノルル泊)	ホノルル出発(午前)	成田到着(午後)	
Bコース	成田出発(夕刻)→ホノルル(コナ泊)	皆既日食観測(コナ泊)	自由行動(ホノルル泊)	自由行動(ホノルル泊)	ホノルル出発(午前)	成田到着(午後)	

フライトは安心と信頼の日本航空、ユナイテッド航空、ノースウエスト航空。宿泊は皆既帯直下の高級リゾートホテル。ダイナミックなオプション・プランで満足度は120%。

利用ホテル ザ・ロイヤル・ワイコロナホテル (ハワイ島 コナ) 日食帯既帯直下
キング・カパハメホテル (ハワイ島 コナ) 日食帯既帯直下
コナ・ヒルトンホテル (ハワイ島 コナ) 日食帯既帯直下
ワイアア・リゾートホテル (オアフ島 ワイキキ) ワイキキビーチ

天体望遠鏡
専門店

株 誠報社

〒101 東京都千代田区三崎町3-6-5 原島ビル2F
TEL. (03)234-1033(代) FAX. (03)234-1038