

# STELLAR No.23 LIGHT

ステラーライト

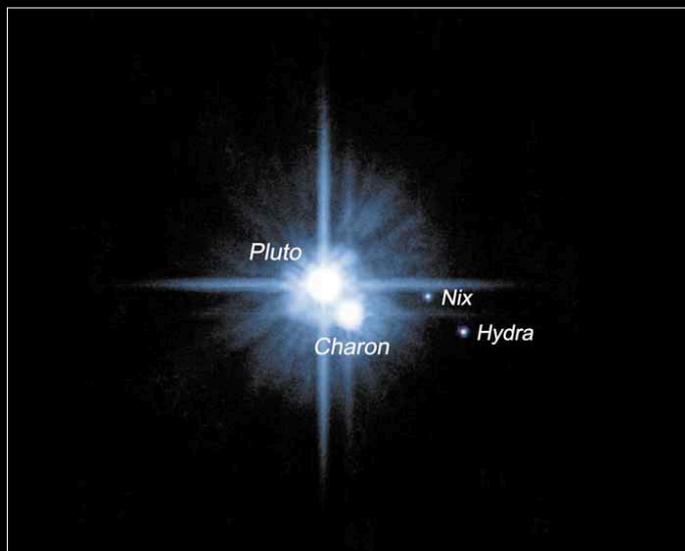


図1：ハッブル宇宙望遠鏡による冥王星<sup>めいおうせい</sup>と3つの衛星「天体列伝」参照

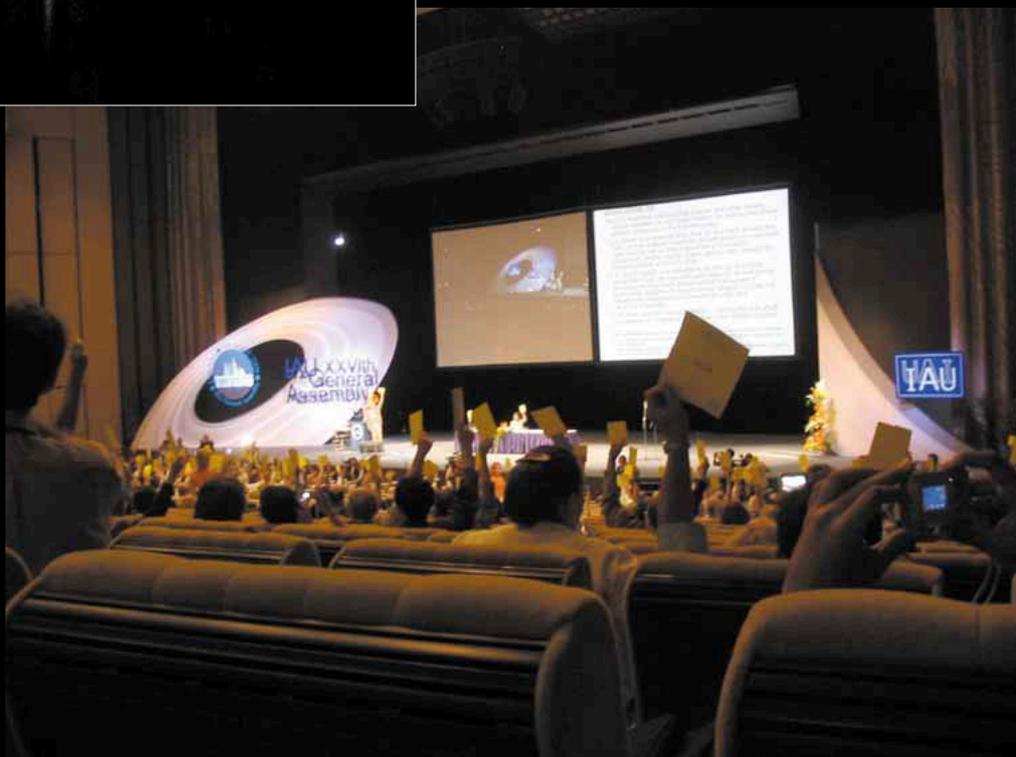


写真1：IAU総会における惑星の定義に関する投票の様子「事業報告(1)」参照

台長室から ～冥王星という天体～

天体観測入門 ～宇宙空間から探る天文学～

天体列伝 ～太陽系外縁部の天体と冥王星～

事業報告(1) ～第26回国際天文学連合 (IAU) 総会参加報告～

事業報告(2) ～平成18年度ふるさとふれあい「ぐんま少年の船」に参加して～

空を見上げてみよう ～オリオン大星雲～

天文台の素朴な疑問 ～望遠鏡3兄弟?～

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

# 台長室から 冥王星という天体

台長 古在 由秀

平成18年夏、冥王星が新聞などでも話題になり、ぐんま天文台にも各方面から問い合わせの電話がかかってきた。というのも、8月半ばからチェコのプラハ市で、国際天文学連合 (IAU) の3年に1度の総会が開かれ、そこで採択された惑星の定義によって、冥王星は惑星ではなくなってしまったからである。

そもそも、惑星は太陽に近いほうから、水金地火木土天海冥と9つあると覚えてきたが、水星から土星までは大昔から知られており、発見者は記されていない。天王星は1781年、イギリスの有名な天文学者ハーシェル (1738～1822年) が発見した。その天王星の動きが予報どおりではないことが分かってきて、それを解決するため、フランスのルベリエ (1811～1877年) がその外側に未知の惑星を仮定し、その惑星の位置を予言した。その予報をもとに、海王星は1846年にベルリン天文台で発見された。

その後、海王星の動きもおかしいことが分かり、ローウェル (1855～1916年) が、さらに外側の未知惑星の存在を仮定し、その位置の予報を計算し、その惑星を探しだした。ローウェルはアメリカ東部の名家の出で、20歳代に日本に滞在し、まだ外国人が訪れたことがなかった能登に旅行している。火星にも興味を持ち、火星人の存在を信じ、帰国後、アリゾナ州にローウェル天文台を設置した。この天文台は現在も、ローウェル財団によって運営されている。

ローウェルはその天文台で、第9惑星を探す仕事に従事したが成功せず、没後、トンボー (1906～1997年) がそれを発見し、1930年3月に発表した。これは惑星として、パーシバル・ローウェルの頭文字を付けてPluto (プルート) と名付けられた。プルートは、ローマ神話に出てくる、<sup>よみ</sup>黄泉の国の神である。冥王星という名前をつけたのは、<sup>のじりほうえい</sup>野尻抱影 (1885～1977年) である。野尻は、星の神話、和名などについての名著を残した英文学者で、作家の<sup>おさらぎじろう</sup>大佛次郎の実兄である。

ところが、発見された冥王星の軌道は、予測されていたものと全く異なり、その質量はほかの惑星よりはるかに小さく、海王星の1万分の1、大きさも月の7割程度しかないことが明らかになった。一方、1992年から、冥王星と同じように海王星の外側を回る天体が発見されだし、そのなかには冥王星より大きいと思われるものも出てきた。これらの天体は、主として火星と木星の軌道の間を動く小惑星と同じ種類とみなされており、海王星の外側に軌道を持ち、小惑星としての確定番号を与えられた天体は1000個ほどになった。そして冥王星は、これら海王星の外側に軌道を持つ天体の代表とみなされるようになった。その後、小惑星全体の数も急激に増え、2000年になる前に登録番号は1万番を超え、現在では15万番に近づいている。

そこで、冥王星を1万番目の、あるいは10万番目の小惑星に登録しようとの試みがあったが、いずれも反対にあって実現しなかった。それが今回のIAUの決議で、134340番という小惑星番号が与えられることになった。

なお、冥王星のごく近い場所を回り、大きさは冥王星の半分ほどのカロンという衛星があり、ほかにも、2つの小さな衛星が発見されている。カロンは黄泉の国への渡し守りである。この衛星と冥王星とを区別できるのは、ハッブル望遠鏡やすばる望遠鏡などだけである。ぐんま天文台の口径150cmの望遠鏡では、衛星も含め一つの天体としてしか観測できないが、2007年の夏から秋にかけて、日が暮れると、14等の明るさの星として観察できよう。



# 天体観測入門

## 宇宙空間から探る天文学

### 赤外線で見える世界

モノを見るとき、我々はヒトの目で見える光、つまり可視光線で見ています。動物によっては、赤外線を感知したりするものもありますが、昼間に活動するヒトの目は太陽が一番多く出している光に合わせるよう発達してきたために可視光線しか感じません。

ところで、この可視光線でモノを見たとき、それがそのモノすべてを表しているでしょうか!? 答えはNO! です。宇宙にあるモノはいろいろな光 (= 電磁波) を出しています。可視光線の他に、紫外線、赤外線、エックス線、ガンマ線、電波、…、広範囲に亘ります。図1 (P4参照) を見ると、このうち可視光線はほんの一部に過ぎないことがわかります。これではモノのちょっとした一面を見ていることにしかならないのです。

では異なる光を使って見た時、モノはどのようにみえるでしょうか!? 例えば人間を見る場合、可視光線では姿、形、色などを認識することができます。これを赤外線で見ると温度の高い、低いが見えてきます。さらにエックス線で見ると…、そう、レントゲン写真です。骨が透けて見えます。このように見る光を変えることでモノの見え方が異なってくるのです。

赤外線は我々が見ている可視光線よりもダストやチリサイズ(サブミクロン～数ミクロン)の物質に対しての透過力が高く、可視光線では見えない暗黒星雲の内部の情報も得ることができます。赤外線を使うと、暗黒星雲の中に生まれて間もない若い星々を見ることができます。また、赤外線は星よりも温度が低く、可視光線では光の放つ事の無い低温度の天体や、星の光によって暖められたダストなどを見るのに適しています。それは赤外線の波長域が低い温度の物質から放射される光の最も強い波長帯にあたるからです。時にはマイナス200度以下の非常に冷たいダストも観測することができます。

また赤外線波長域には連続成分だけではなく、原子、分子レベルのある物理現象に特有の輝線(ライン)スペクトルも多数存在しています。これらの分光観測によって、その輝線が出ている領域の温度や密度といった物理状態を推測することができます。さらに遠い天体になると、もともとは可視光線で一番明るいはずが、赤方偏移(ドップラーシフト)によりそのピークが赤外線領域にずれてきますので、遠い天体を観測するにはその透過力も相まって赤外線が有効な役割を果たします。

### スペースからの赤外線観測

上で述べたように赤外線での天体観測によって、可視光ではわからない色々なことが見えてくるようになりました。では赤外線の観測は、赤外線のどの波長でも観測ができるのでしょうか!? 図2 (P4参照) をご覧ください。この図は宇宙からやってきた電磁波のうち、どの波長の光が地上のどこまで届くかを示したものです。可視光線や電波では地上でも観測ができることがわかります。これに対し、赤外線をはじめ多くの波長では、天体からの光が地上まで到達することはできず、地上からは観測ができないことがわかります。さらに赤外線の部分を括

大してみますと、波長によって透過率が大きく変わっています。赤外線が地上まで届いてくる波長帯は「大気の窓」と呼ばれています。地上からはこの波長域では赤外線の観測を行うことができ、ぐんま天文台をはじめ、世界各地の赤外線の観測ができる施設では、この波長域で観測を行っています。

では、「大気の窓」以外の赤外線では観測を行うにはどうしたらよいでしょうか!? それには窓の外に出る、つまり大気のない宇宙空間から観測を行うしかありません。地上での赤外線観測が困難な理由は、地球の大気自身が赤外線でごうごうと光っていることと、大気中の水蒸気や二酸化炭素が宇宙からの赤外線を吸収してしまうことにあります。宇宙空間には観測に邪魔な大気がないために、すべての波長域で高感度の観測が可能になります。そのためには観測装置をロケットなどに載せ、宇宙空間へ持って行く必要があります。つまり人工衛星です。地球の周りを回って赤外線観測を行う天文衛星は過去にいくつかありましたが、現在はNASAのSpitzer Space Telescope (スピッツァー宇宙望遠鏡) と日本の赤外線天文衛星「あかり」の2つが活躍しています。今回はこのうち「あかり」(図3) を紹介します。

### 「あかり」が拓く赤外線天文学

特定の場所・天体を研究するには、何がそこにあるかを予め知っておかなければなりません。「あかり」の主目的は研究を行うための道標となる「赤外線で見えた全天の地図」を描くことです。赤外線天文衛星IRAS (Infrared Astronomical Satellite) が全天の赤外線地図を初めて作成したのが今から20数年前です。その功績は大きく、その地図を基に多くのサイエンスが展開されてきました。しかし、昨今の天文学の発展により、より遠く、より細かな議論がされるようになり、新しく詳細な地図の作成が重要になってきました。「あかり」はIRASよりも高い検出感度、高い空間分解能で赤外線の地図を作るべく、2006年2月22日、鹿児島県内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられました(図4)。その後順調に飛行を続け、現在もその地図を作り続けています。さらに「あかり」による地図作りは、これまで見つけられなかった多くの天体を見つけてることになり、それぞれのものが新しい世界を切り開くことにもつながるのです。

「あかり」は口径68.5cmの望遠鏡を搭載しています。この望遠鏡は炭化ケイ素で製作され、この大きさでも重さが11kgしかありません。この望遠鏡を含め観測装置はクライオスタットと呼ばれる真空冷却容器の中に納められ、観測系、通信系、制御系すべてを含め、高さ3.7m、太陽電池パネルを開いた時の幅は5.5m、重さは950kgほどになります。観測系の内部は約170リットルの液体ヘリウムでマイナス270度近くまで冷却されるとともに、この冷媒の寿命を延ばすため、機械式冷凍機も世界で初めて積まれました。これにより遠赤外線でおおよそ1年半の観測が可能になります。「あかり」は高度700kmの太陽同期極軌道という特殊な軌道で地球を周回しており、半年でほぼ全天の地図を描く事ができます。「あかり」の主要な観測装

置は、近・中間赤外カメラ (Infrared Camera; IRC) と遠赤外サーベイヤー (Far-Infrared Surveyor; FIS) の2つです。IRCは波長1.7ミクロンから27ミクロンまでを3つのカメラでカバーし、6つの波長帯の撮像やプリズムやグリズムを使った分光を行うことができます。一方FISは60ミクロンから180ミクロンまでの遠赤外を4つのバンドでカバーしており、これが全天サーベイの主要バンドになります。FISはフーリエ分光器を搭載しており、単なる撮像に加えて、この波長域を分光撮像することも可能になっています。「あかり」は地図作り以外にこのように多くの観測モードで特定の天体・領域の観測を行っており、数多くの衝撃的な結果も提供しています。

図5は反射星雲IC4954の画像です。図5.1が「あかり」、図5.2がIRASでの観測結果です。これを見ると一目瞭然に、「あかり」の空間分解能がよいことがわかります。IRASではわからなかった星形成の現場を鮮明に映し出しています。また図6はケフェウス座の散光星雲IC1396です。中心付近は星の最期の超新星爆発によって星間ガスが吹き払われて空洞になり、周辺に掃き寄せられたガスが圧縮されて、新たな星が誕生している様子を捉えました。このような鮮明な画像を提供したのは「あかり」が世界で初めてです。

では今後地上からの赤外線天文学は必要ないのでしょうか!? もちろんそんなことはありません。宇宙空間に観測設備を持つて行くには大変な労力と時間がかかります。また地上の望遠鏡ほど大きなものを持つて行くことは困難で、さらにはメンテナンスができないこともあり、寿命に強い制限があります。赤外線天文学には地上から観測できる波長域があり、望遠鏡の口径の大きさが有効となるサイエンスがたくさんあります。今後宇宙空間と地上とで相補的な観測研究を行っていくことで、更なる天文学の発展が期待されることでしょう。

(主任(観測普及研究員) 高橋英則)

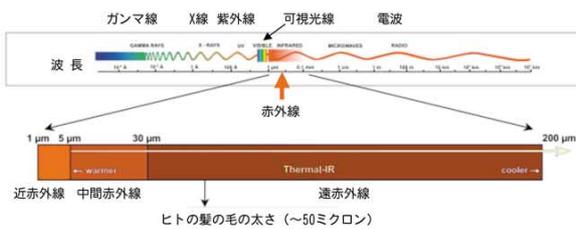


図1: 色々な電磁波と赤外線の波長帯

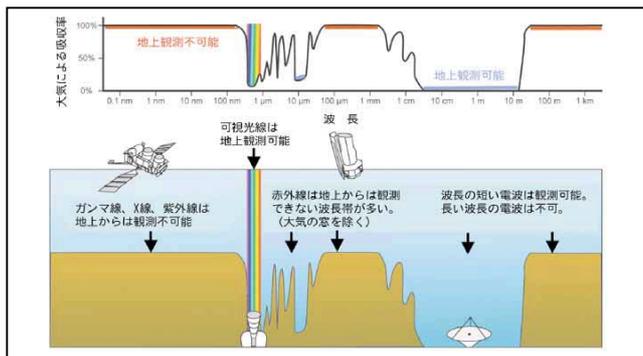


図2: 色々な電磁波の大気による吸収率と観測可能な場所



図3: 赤外線天文衛星「あかり」



図4: M-V-8号機による「あかり」の打ち上げ(2006年2月22日午前6時28分、於鹿児島県内之浦宇宙空間観測所)

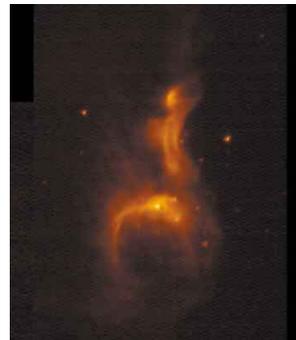


図5-1: 「あかり」による反射星雲IC4954の9ミクロンの赤外線画像

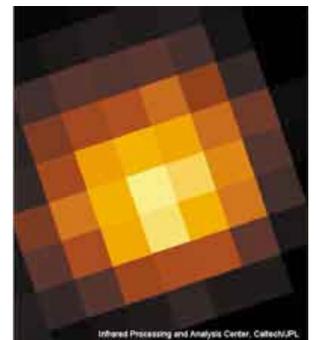


図5-2: IRASによるIC4954の画像

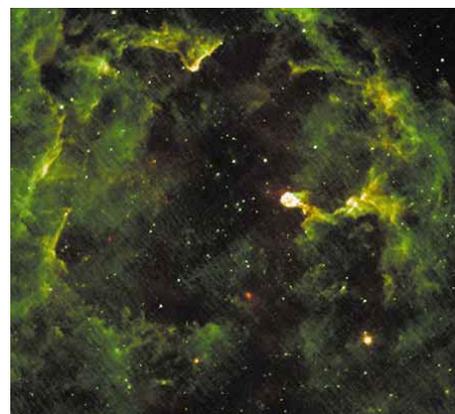


図6: ケフェウス座散光星雲IC1396の9, 13ミクロンの疑似カラー合成画像【画像提供】宇宙航空研究開発機構 (JAXA):図3, 4, 5-1, 6

Infrared Processing and Analysis Center, Caltech/JPL:図5-2



# 天体列伝

## 太陽系外縁部の天体と冥王星

2005年11月、Astrophysical Journalという欧文専門誌に、カリフォルニア工科大学のBrownたちが、“DISCOVERY OF A PLANETARY-SIZED OBJECT IN THE SCATTERED KUIPER BELT”というタイトルの論文を発表しました。パロマー天文台の口径1.2mの望遠鏡<sup>1</sup>によって、冥王星よりも遠くに、冥王星（直径約2300km）よりも大きい天体（推定直径約2400km）を見つけたというのです。メタンの霜か氷が表面にあり、太陽から遠く離れた楕円軌道を巡るなど、冥王星と似た性質をもつこの天体には2003 UB<sub>313</sub>という仮符号が与えられました。この天体こそ、2005年8月に「第10惑星」が発見されたNASAが発表し、欧米や日本のマスコミを賑わせることとなったものであり、2006年夏、チェコのプラハで開催された国際天文学連合総会での「太陽系の惑星の定義」決議で設置された新分類の天体“dwarf planet”の一つとして、2006年9月にEris（エリス）と命名された天体です<sup>2</sup>（図1）。Erisには衛星も1つ発見されています（2005年9月、Brownのグループによる）。なお、発見に結びついた最初の観測は2003年10月に行われたのですが、取得データを処理して検出（発見）するまでに時間がかかり、さらに過去データを検索して軌道を確定し、大きさや表面組成などの物理的性質を探るための追加観測を行い、これらをまとめて成果として世に出すまで、実に2年かかっています。

さて、1992年まで時を遡りましょう。この年の8月末に、ハワイ大学のJewittとLuuがマウナケア山の口径2.2mの望遠鏡で、海王星よりも遠くにある太陽系の天体を初めて発見しました。もちろん、冥王星以外で、です。この天体には1992 QB<sub>1</sub>という仮符号が与えられました。その大きさは直径約400kmと推定され、近日点40.9AU、遠日点46.6AUという楕円軌道を約290年かけて巡っています。惑星が巡る平面（黄道面）とほぼ同じ平面上を動くこの天体こそ、それまで想像上の天体群でしかなかったエッジワース・カイパーベルト天体（Edgeworth-Kuiper Belt Objects, 略してEKBOs）<sup>3</sup>の第1号<sup>4</sup>でした。

エッジワース・カイパーベルト天体というのは、惑星になれなかった天体や、惑星の材料として惑星となる天体に取り込まれなかった小天体が、海王星よりも遠くを今も巡っていると考えられているもので、惑星と同じように、平面状（薄い円盤状）の領域にあるものとされていました。つまり、火星と木星の間にある小惑星帯のように、海王星軌道の外側にも小天体が平たいドーナツ状に分布していると考えられていたのです。そして、そこは惑星が巡る空間を惑星と同じ向きに巡る彗星<sup>5</sup>の故郷とも考えられています。このような一群の天体があると予想したのが、アメリカの天文学者のEdgeworth（1949年）とKuiper（1951年）です。エッジワース・カイパーベルト天体という呼び名はこの二人の提唱者の名前に由来しています。

一旦1992 QB<sub>1</sub>が発見されると、その後はEKBOsの発見が続きました。2006年10月10日現在、その数は1013個にのぼっています。1992 QB<sub>1</sub>の発見以後、推定直径約900kmの2000 WR<sub>106</sub>（Varuna（ヴァルナ）：小惑星番号20000）、推定直径約1150kmの2002 LM<sub>60</sub>（Quaoar（クワオアー）：小

惑星番号50000）、推定直径約1500kmの2003 VB<sub>12</sub>（Sedna（セドナ）：小惑星番号90377）など、冥王星と比べて遜色ない大きさのものもいくつか見つかかり、冥王星を超える大きさのものが見つかることも不思議はないと言われるようになった頃、ついに発見されたのが初めに紹介したErisです。

見つかった大型のEKBOsは、多かれ少なかれ、惑星の軌道と比べるとつぶれた楕円軌道を巡り、黄道面からずいぶん傾いたものもあります。1992 QB<sub>1</sub>、Varuna、Quaoar、Sedna、Erisそして冥王星を比べるために、いくつかの量を表にしておきましょう。

天体名	直径(km)	近日点距離(AU)	遠日点距離(AU)	周期(年)	軌道傾斜角(度)
1992 QB <sub>1</sub>	435	40.9	43.7	289	2.19
Varuna	612-1174	40.9	43.1	283	17.2
Quaoar	989-1346	41.9	44.9	286	7.98
Sedna	1180-1800	76.2	975	1.21×10 <sup>4</sup>	11.9
Eris	2400±100	37.8	97.6	557	44.2
冥王星	2306±20	29.7	49.3	248	17.1

1992 QB<sub>1</sub>、Varunaや冥王星に比べてSednaやErisは公転周期が長く、極端につぶれた楕円軌道を巡っており、Erisはさらに黄道面に対して大きく傾いています（傾きの程度は“軌道傾斜角”を見てください）。Sednaは最も太陽に近づいた時（近日点）でも太陽から76AUの距離にあります。Erisは発見時に最も太陽から遠い位置（遠日点）の近くにありました。EKBOsを見つけるには何枚かの画像を比べて位置が変わっている天体を探すのですが、SednaやErisのように遠いと、動きが小さくて見逃しやすくなります。また、EKBOsは黄道面の近くに見つかると思ってそこを集中的に探す場合が多いので、Erisのような天体はなかなか見つからないことになります。SednaやErisの発見がここ数年でなされたのは、このためです。

もっと小さいEKBOsも、多かれ少なかれ大型のEKBOsのような軌道を巡っています。EKBOsはもともと海王星軌道の外側に平たいドーナツ状に分布していると想定されていましたが、前述のように、観測技術の進歩によって実際に観測されるようになると、外側に向かって厚みが増すドーナツのような分布をしていることが明らかになりました。

こうして海王星の向こう側の様子が見えてくると、冥王星という天体が1000個を超えるEKBOsの代表格であることがわかってきました。このことが、2006年8月の「太陽系の惑星の定義」決議で、冥王星が惑星ではなく“dwarf planet”という新分類の天体に属し、その代表格であるとされた根拠の一つになっています。

さて、その冥王星ですが、表面はメタンとその変成化合物らしきものに覆われ、窒素の薄い大気があることが分かっています。円軌道を巡る衛星が3個あり、冥王星に近い順にCharon（カロン）、Nix（ニクス）、Hydra（ヒドラ）と命名されています（表紙図1）。公転周期はそれぞれ6.39日、24.9日、38.2日で、その比はほぼ1:4:6となっています。Charonの直径は冥王星の半分ほどの1207kmで、衛星としては破格の大きさです<sup>6</sup>。平均密度は1.65g/cm<sup>3</sup>程度で冥王星の密度2.03g/cm<sup>3</sup>に比べると低いため、質量を比べるとCharonは冥王星の10分の1ほどになります<sup>7</sup>。それでも地球と月との組み合わせに比べれば



図1: Eris (Keck天文台による)

衛星や地上の望遠鏡によるものがすべてで、探査機を使った観

Charonは<sup>けたちが</sup>桁違いに大きな衛星であり、冥王星とCharonは重力の綱引きを演じ、互いを結ぶ線上にある共通重心の周りを、にらめっこするように同じ面を向けたまま回っています。他の2つの衛星もこの共通重心の周りを回っており、Charonと同じ平面にあります。

冥王星の観測は、ハッブル宇宙望遠鏡、地球を回る観測

測がありません。太陽系の誕生史を語るであろうEKBOsが続々と見つかり、その探査の重要性が認識された結果、2006年1月、NASAがNew Horizonsという冥王星探査機を打ち上げました<sup>8</sup>。冥王星を探査した後、さらに遠くのEKBOsを直接探査しようという目標を掲げています。この探査機が冥王星に到着するのは2015年です。その頃、EKBOsの発見数はいくつになっているのでしょうか？そして、冥王星より大きな天体ももっと見つかるのでしょうか？

冥王星に代表される太陽系の外縁部は今、太陽系研究の最前線となっています。

(専門員(観測普及研究員) 濱根寿彦)

- <sup>1</sup> この望遠鏡では、冥王星より遠くにあつて、やや小振りな天体である「セドナ」(小惑星番号90377)も発見されています。
- <sup>2</sup> 現在では、136199という小惑星番号がついています。
- <sup>3</sup> カイパーベルト天体 (Kuiper Belt Objects, 略してKBOs)、Trans-Neptunian Objects (略してTNOs)などとも呼ばれてきました。新しい分類ではTNOsが採用されていますが、本稿では対象を明確にするためにEKBOsと表記します。
- <sup>4</sup> 現在では、15760という小惑星番号がついています。

- <sup>5</sup> 太陽から最も遠くなる位置 (遠日点) が木星軌道に近い「木星族」が代表的です。
- <sup>6</sup> 地球の月もそれが回っている惑星 (地球) に比べると格段に大きいのですが、それでも地球の7分の2ほどの大きさです。
- <sup>7</sup> 地球の月の質量は、地球の100分の1程度です。
- <sup>8</sup> 打ち上げ当時は「惑星探査機」でしたが、冥王星が惑星ではなくなった今、「冥王星探査機」と呼ぶのがもっともらしいでしょう。

## 事業報告(1)

### 第26回国際天文学連合 (IAU) 総会参加報告

#### プラハにて

惑星の数が3つ増える。どうやらそんなことになっているらしい。出張先でインターネットの情報から知る。しかも、情報の源、そして話題の中心はプラハで開催されている国際天文連合 (IAU) の総会だと言う。到着したばかりとはいえ、今自分はまさにその総会の会場にいる。少々妙な感じである。

確かに、冥王星の取り扱いに関連する惑星の定義が天文学上の問題になっていることは知っていた。しかし、惑星や太陽系とは専門分野を異にする自分は、この総会において定義を決定する手続きが進んでいることに、お恥ずかしい限りであるが、あまり大きな注意を払っていなかった。また、他の多くの参加者も似たようなものであったようだ。惑星や太陽系に関連した分野を専門とする研究者がIAU会員全体に占める割合は必ずしも大きいものではない。天文学には他にもあまりにも多くの分野があるのだ。少なくとも、門外の参加者にとっては、惑星定義の議論は総会への参加目的の中で最重要な課題ではなかったはずだ。実際到着した時点では、現地でもこの問題が話題になることはまだそれほど多くはなかった。

しかし、一気に惑星が3つも追加されるとなると、どの参加

者にとってもその衝撃は小さなものではなくなった。結果の如何に関わらず、惑星の数の増減が実現すれば、人類にとって歴史的な出来事であることは間違いない。専門分野を異にする研究者も巻き込んで、惑星の定義に関する議論は全ての天文学者の中で次第に大きな関心事となっていく。

ここでは、このような歴史的な出来事の舞台となったIAU総会に参加した報告を兼ね、IAUやその総会の紹介をしてみたいと思う。

#### 国際天文学連合 (IAU)

国際天文学連合 (International Astronomical Union, 略してIAU) は1919年に設立された。科学としての天文学の全側面に対して国際協力を通じた推進と援護を行うことを目的とした組織である。博士号以上の学識を持ち天文学の研究と教育に活躍する全世界のプロの天文学者からなる個人会員 (individual member) と、相応な研究体制を確立し、それぞれの国の天文学者を代表する国家会員 (national member) とで構成されている。2006年8月の時点で、国家会員の数は62カ国、それを含む世界85

万国から選出された個人会員の数は8858人である。日本はIAUの設立時よりこれに参加しており、個人会員の数はおよそ500名である（この数が日本におけるプロの天文学者の数であると言えるだろう）。ちなみに、他国の個人会員の数は、米国は約2400人、英国570人、フランス620人などとなっている。

IAUの総会は、会員を中心にIAUに関連した全世界の天文学研究者と関係者が一堂に会するもので、3年に一度開催される。第26回にあたる今回の総会はチェコ共和国のプラハ市にあるプラハ・ kongress センターで2006年8月14日から25日にかけて開催された。全世界からの参加者はおよそ2500人であった。中世の面影を残すプラハ市はティコ・ブラーエやヨハネス・ケプラー、あるいはアルバート・アインシュタインと言った著名な天文学者や物理学者が活躍した街であり、古くから天文学とのゆかりが深い歴史的な土地である。観光名所としても有名な天文時計をはじめ天文関連の史跡も多い。このような街で開催された現代の総会で、歴史的な決議がなされたのは何かの因縁なのかもしれない。

総会では、天文学の幾つかの研究分野に焦点をあてたシンポジウムと呼ばれる比較的大規模な会合と、それを小規模にした多数のジョイントディスカッションの他、天文学の研究や教育に関連する様々な手法や計画などについて議論される特別セッション、そして各方面に関連する事務的な会合など、分野や目的の異なる大小様々な分科会が開催される。そこは、最先端の研究成果が報告され、次の時代を見据えた展望が議論される場であるのと同時に、教育や発展途上国を含めた各国での天文学の発展を目指した各種の提案や議論を行う場ともなっている。中には、会の運営に関する事項や世界的な規模での関係者の総意が必要とされるような事柄についての議論・決議が行われる全体の会合も開かれ、これを本来の意味での総会と呼んでいる。惑星の定義について最終的な議論と決議がなされたのはこのような全体の総会である。また、総会には家族を同伴する参加者も多く、会期中には観光ツアーやコンサートなどの各種社交イベントも並行して開催されている。

古在会長以下4名がIAUの会員となっているぐんま天文台からは、自分の他、古在会長と衣笠主任が今回の総会に参加した。古在会長は1988年から1991年までIAUの会長 (president) を務めている。日本はIAU創設当初からこれに参加しているが、会長職を努めた経験があるのは古在会長だけである。総会の会期中には、会議に関連した記事が掲載される専門の新聞が毎日発行される。8月22日発行の新聞には、会長時代を回顧した古



写真1: 古在会長の会長時代の回顧録が掲載された8月22日付のIAU新聞

在会長の記事が写真入りで一面に掲載されている (写真1)。また、宇宙空間・高エネルギー天文学を取り扱う分会で会長を務めている奥田前副会長も、IAUの要人のひとりとして総会に参加していた。

## 会議、会議、会議

今回の総会に赴いた最大の目的のひとつが、特別セッション「発展途上国での天文学」において、インドネシアのバンドン工科大学と2002年から続けてきた共同活動の経緯とその成果について報告することである。ぐんま天文台では、設立当初より、本格的な天文学の学術研究とともに、海外の研究者との交流と共同活動の遂行を重要な基本理念として提唱してきた。そして、実際にこの理念に基づき、様々な国々との共同研究や研究・教育の支援などを行ってきた。その中で、最も規模が大きく双方共に力を入れてきたものが、バンドン工科大学との活動である。

ぐんま天文台は、その設立期に研究員として活躍してくれたマラサン氏をはじめ、かねてよりインドネシアとの結びつきは深い。2002年7月1日にはバンドン工科大学との間で、天文学の研究や教育における共同活動に関する協定が締結されている。バンドン工科大学はインドネシアで最も有力な理工系の大学であり、日本であれば東京大学の理科系が独立したような存在である。

協定の締結以来、お互いの人的交流を基本に様々な活動を行ってきた。ぐんま天文台の150cm望遠鏡に設置された高分散分光器GAOESの開発や立ち上げ、それを用いた研究はその一端である。また、その他の観測機器、装置の開発やこれらを用いた共同研究の他、2006年6月18日に行った南天のリモート中継など、この数年間に様々な共同事業を実現し、着実に成果があがりつつある。これをIAU総会の場で報告したわけである。この結果、我々の活動について世界中の多くの人々に理解してもらうことができた。また、GAOESをはじめとするぐんま天文台の優れた観測装置や独特の運用方法についても各方面から興味が示されている。IAUは各国、特に発展途上国における天文学の発展のために非常に大きな関心を持っており、この種の活動に対する評価は決して小さなものではない。

ぐんま天文台が、これまでに共同事業を行ってきた相手はインドネシアだけではない。それ以外の国々とも様々な活動を行ってきた。この会議の出席者の中には、直接・間接的にぐんま天文台と関係がある人達も少なくない。このような海外の仲間たちと会うことができるのもまた国際会議の良いところである。公式な議論だけでなく、時間外の世間話などからさえも新たな展望が開けることが少なくないところが面白い。インターネットなどのメディアが発展した時代であっても、また国や文化が違って、直接顔を合わせて話をする以上に優れた人間同士のコミュニケーションの手段はないのである。

この特別セッションでは、様々な国での天文学の研究・教育に関する報告や議論がなされた。著しい発展をしている国もあれば、学術的な天文学の存在しない国、戦争や紛争で天文学どころではない国など、様々である。これらを紹介するには膨大な紙面が必要となりそうである。残念ながらお伝えするのはまた別の機会にしたいと思う。ちなみに、このセッションで報告された内容は論文を集録した冊子としてケンブリッジ大学出版会より間もなく出版される予定である。

この特別セッション以外にも、天文学教育に関連する特別セッション「天文学教育・学習手法における新機軸」や、自らの研究テーマに深く関連するシンポジウム「天体物理学における対流」、シンポジウム「現代天文学の検証手段としての連星」

などにも出席したが、紙面の都合上、これらについての報告もまた別の機会に譲ることにしよう。

## オンドリエフ天文台

総会とは直接関係ないが、今回の出張で最も期待していたのが、プラハ市の南東30km程のところにあるオンドリエフ天文台への訪問である。チェコの国立天文台で、この国最大の観測所である。もともとは1898年に設置された個人所有の天文台であったが、1928年にプラハのカレル大学に寄付されたことにより国立の天文台となった。この天文台の属するチェコ科学アカデミー天文学研究所はプラハ市内にあり、1722年から観測を開始したクレメンティウムの天文台以来の伝統を直接引き継いでいるということである。



写真2: オンドリエフ天文台  
2m反射望遠鏡と筆者

この天文台の中には様々な望遠鏡と観測施設があるが、最大の望遠鏡が1967年に完成した口径2mの反射望遠鏡である。赤道儀式の架台に載った望遠鏡は口径の割に巨大に見える(写真2)。この望遠鏡の主力観測装置がエッセル回折格子を用いた分光器 Ondrejov Echelle Spectrograph (OES) である。ぐんま天文台のナスミス分光器 GAOESと良く似た特徴を持った観測装置である。望遠鏡の口径の差もあって暗い天体に対してはOESの方がやや有利である

が、GAOESの方が遥かに高い波長分解能を実現している。

その規模や特性が似ていることから、オンドリエフ天文台の2m望遠鏡 + OESとぐんま天文台の1.5m望遠鏡 + GAOESは直接的なライバル関係にある。一方で、この共通した特性は共同研究を行う上で好都合な条件ともなっている。実際、このふたつの天文台は早期型星へびつかい座ゼータ星の共同観測を行い、その結果は既に論文として公表されている。また、現在も別の天体に対して似たような共同観測を継続して行っており、訪問の折に見せてくれたスペクトルはまさにこの天体のものであった。この訪問で判明したオンドリエフ天文台とぐんま天文台の最大の違いは、旨いビールを出す食堂の有無であった。乾杯ならぬ完敗である。

## 惑星の定義に関する決議

8月22日の昼休みには惑星の定義に関する全体の会合があった。ここで24日の総会で決議が予定されている草案が会員に提示された。この総会では、科学的な事項の議決は会員個々の投票によって議決がなされると前の週の総会で決まっている。提案の説明がなされ、草案についての議論が行われた。前の週には、惑星の数を増やす方向での提案が検討されたようであるが、この時点の提案では既に、惑星は海王星までの8個と

し、冥王星は別のグループにする方針となっていた。

しかし、太陽系だけに関する定義なのか、あるいは他の恒星周辺の天体にも関連するのかが曖昧であるとか、区別の根拠に天体力学的な視点が欠如している、あるいは、これまで小惑星として使われてきた“minor planet”の用語の排除は混乱を招くなど、様々な意見が出された。様々な意見もあり、また議長を務めるエッカーズ会長のやや強引な議論の進行に対する反感もあってか、挙手によるこの時の予備調査では、その大半の参加者がこの草案には反対することとなった。また、同時に検討された冥王星類似天体の名称の提案や、衛星の定義についても反対意見が大多数を占めて、やや混乱の様相を示しはじめた。

結局、議論の時間が足りず、その日の午後にも検討は継続され、24日の総会で決議される最終草案に変化していった。例えば、衛星の定義については、決議案自体が消滅している。22日に提案された草案は、最終的に決議された24日の案とともに、資料としてぐんま天文台に展示されているので、その違いを比較してみるのには興味深い。

最後の全体総会は8月24日の午後開催された。もちろん、ここでの最大の課題は、惑星の定義に関する決議についてである。22日の議論をもとにした、決議案がこの日の新聞に掲載され、これについての議論と決議が行われた。詳細あるいは結果についての解説は既に各方面で報告されているのでここでは省略するが、冥王星を「惑星」から除外することになる定義案が賛成多数で可決された(表紙写真1、写真3)。一方、海王星までの惑星を「古典惑星」とし、冥王星以下の矮惑星ともに惑星のサブグループとする修正案は否決された。また、冥王星を海王星以遠天体(TNO)の典型だとする決議案は可決され、このグループに「プルトニアン天体」の名称を与えようとする決議案は僅差で否決された。



写真3: 総会での採決に使われた投票用紙と当日の様子伝える新聞

総会では、決算報告や事業報告および計画、また惑星関連以外の科学的な決議案の採決なども行われた。新入会員を認める議決もあり、この総会では、925人の会員の入会が認められた。学位取得後に研究実績を積み重ねてきた気鋭の天文学者達である。会長以下、次期役員を選出も行われ、チェザルスキー女史が会長になった。また、2003年の総会以後に亡くなられた会員の名前がスクリーンに映しだされ、参加者の全てが起立してその名前を見守り彼らの冥福を祈った。

最後に、次回2009年のリオデジャネイロでの総会が紹介され、閉会宣言がなされた。ちなみに、その次にあたる2012年の総会は北京で開催されることが今回の総会で決議されている。

(専門員(観測普及研究員) 橋本修)



# 事業報告(2)

## 平成18年度 ふるさとふれあい「ぐんま少年の船」に参加して

今年度で18回目を迎える「ぐんま少年の船」には、平成11年度よりぐんま天文台の職員1名が学習係として毎年参加しています。筆者は、今回初めて参加しましたが、その様子の一部を報告いたします。



写真1:思わぬ好天に恵まれた星座観察

ぐんま少年の船は、小学5年生～高校3年生までの約490名が団員として、そして団長以下報道関係者を含め約80名が係役員として参加します。総計約570名の大集団が豪華客船につぼん丸21,903トンに乗り込み、5日間寝食を共にするのです。横浜から一路北海道の釧路を目指し、釧路で上陸活動を行い、その後横浜まで戻ってくるという旅程が組まれています。その間、子どもたちは年齢性別を超えた約10名の班ごとの行動を基本として、自然体験活動、学習会、レクリエーションなど様々な活動を体験します。そうした活動を通して、これからの群馬県を支えてゆく生きる力を培うことを目的にしています。

筆者が担当した学習係の仕事は、歌唱指導に始まり、洋上学習会、星座観察、日の出・日の入り観察の指導、洋上オリンピックやさよならパーティーの運営、北海道上陸体験活動での班別活動の世話人など実に多岐に亘るものです。

出発する随分前から、学習係としてまた天文台職員として、1時間30分の星座観察そして日の出・日の入り観察をどのように行うのか自分なりに考えてみました。最初に少年の船自体が何故毎年行われているのか、またどのような目的で実施されているのかを再確認しました。その趣旨は、「次代を担う少年が、洋上で自然に触れる学習や集団生活、訪問地での地元の子どもたち等との交流や自然・文化・産業等の学習を通して、幅広い視野と社会性を培うとともに、ふるさとを愛する豊かな心を養う」とのことでした。星座観察や日の出・日の入り観察の少年の船での位置づけは、「洋上で自然に触れる学習」ということになります。そこで遠出した洋上で学習ということから、

- ・人工光が少なく、なおかつ、群馬県では体験できない360度空が開けた海の上で、星空を観察する。
- ・群馬県では体験できない、水平線から昇る日の出と、水平線に沈む日の入りを観察する。

の2つの体験を学習内容に設定しました。

また、今回の経験が船の上で終わってしまうのではなく、群馬に戻ってからも日常生活の中で、是非自分から進んで天体を見上げて欲しいという願いも自然と湧いてきました。そのきっかけの1つになればということで星座早見も配布することにしました。

少年の船では団員の学習資料兼記録用のノートとしてスタディノートを作成、配布します。天体観察のページは以下のように問い形式を中心に構成しました。

### ☆日の出・日の入り観察

- 問1「日の出の瞬間っていつ?」
- 問2「日の入りの瞬間っていつ?」
- 問3「なぜ前橋と釧路では日の出・日の入りの時刻が違うの?」
- 問4「なぜ夕日は赤く見えるの?」

### ☆星座観察

- 問1「七夕物語って本当の話?」
- 問2「天の川って何?」
- 問3「北の方向はどうやって見つけるの?」
- 問4「流星はなぜ光る?」

### ☆星座早見盤の使い方

スタディノートに問いに対する解答を安易に載せることは避けました。考えるヒントは情報として提示しましたが、天体観察の1時間30分に集中すると答えが見つかるように配慮してノートを構成しました。



写真2:ようやく夕日を観察することができました

8月17日に前橋の総合スポーツセンターを無事に出発し、横浜港でつぼん丸に乗り込みました。初日の夜に星座観察が予定されていましたが、天気予報は生憎の雨との予報でした。

さて、ぐんま天文台での学校への対応は必ず晴天案と雨天曇天案を計画します。子どもたちは、天候のために大型の望遠鏡を使って星の観察ができないと、とてもがっかりします。大型の望遠鏡を使って星を自分の目で観察するために駐車場から600mの木道を上ってきたのですから当然のことです。また、天文台職員としても、とても残念な気持ちになります。ですが、それが自然と接するということだと思えます。いくらこちら側が万全の準備をし、待ち構えていたとしても思うようにならないのが自然の姿なのです。そして思い通りにならない経験も子どもたちにとって大切だと思っているのです。

そんなこともあり、天候が悪くても、ホールで雨天曇天用のスライドショーを中心とした学習を行う準備はしてありました。



写真3:チームワーク抜群そしてフットワークも軽かった学習係(左から二人目が筆者)

ところが、夕方になると何と天気予報に反して青空が見えてきました。しかし、天気予報では、その後天気がよくなる見込みはありませんでした。相談した結果、とりあえず晴天案を始め、ホール内でスライドショーを行い、スライド

ショーが終了した時点で天気がよく、星が見えるようであれば、デッキ上で星座観察を行うことになりました。

天体観察の開始時間午後7時30分になっても、集合場所であるホールになかなか子どもたちが集まってきません。班ごとに交代で夕食と入浴を行う初めての行動に時間が掛かったのです。予定より20分程遅れてしまったので、スライドショーの内容を適宜取捨選択しました。ようやく全員がホールに集まりスライドショーを始めると、皆真剣に集中して話に聞き入っていました。スタディノートに記載した問いを中心に構成しましたが、小中高生である皆がなぜ今勉強を一生懸命やらなければならないのかという話も交えて進めました。小学校5年生から高校3年生までの幅広い発達段階全てに応じた話をするのは土台無理ですが、興味深く話に集中してくれたのはうれしい限りでした。

無事にスライドショーを終え、心配した天気を確認すると何と星々がきれいに瞬いています。天気予報が見事に外れたのです。早速デッキ上に出て、明かりを消して星空を見上げてみると、うっすらと天の川さえも確認できる程の透明度の高さでした。強力なレーザーポインターを用いて、天の川、夏の大三角、さそり座、ヘルクス座、北斗七星、カシオペア座、木星、北極星などを指し示しながらスライドショーの内容を踏まえて話を進めました(写真1)。群馬県に戻ってからも星空を見上げて欲しいという気持ちから、星座早見についても触れました。最後に、太陽系外の惑星の発見と、子どもたちからの質問で最も

多い宇宙人はいるのかについて話し、無事に星空観察を終えることができたのでした。

日の出観察は、連日朝4時に起きて学習係と総務係で天候判断を行いました。残念ながら水平線から日が昇る様子を子どもたちに観察させることができませんでした。それでも、船上での最後の夕方になる8月20日に、日の入り観察は実施できました(写真2)。残念ながら水平線に沈む夕日ではなく、はるか遠くの陸地に沈む夕日の観察になりましたが、海の方こう側に沈む夕日の美しさにはやはり感じ入るものがありました。

8月21日に予定通り無事に前橋まで戻ってきました。日々緊張の連続でしたが、子どもたちの生き生きとした活動を目の当たりにして、改めて多大なエネルギーをもらいました。解団式の後、子どもたちは班ごとに集まり涙を流して歌い続けたり、ダンスを踊り続けたりして、なかなか帰ろうとはしません。その様子を応援席から見ていた親達が「うちの子にいったい何が起こったの?」といったような顔をしていたのが印象的でした。

今回、学習係として参加させていただきましたが、学習係7名(写真3)のまとまりはすばらしく、指導力の高さと共にその場その場で主張する所と譲る所の切り替えが皆しっかりできていました。筆者自身、他の6名から学ぶことが非常に多く、自分自身の天文台での仕事に生かしていきたいと感じました。

(指導主事 角田喜久雄)

## 空を見上げてみよう

### オリオン大星雲

オリオン座は、ギリシャ神話の狩人オリオンをかたどった冬の星座です(図1)。オレンジ色に輝くベテルギウスや、青白く輝くリゲルをはじめ、明るい星を多く含んでいるため、冬の夜空で大変よく目立っています。

街の灯りから逃れて、空の暗いところでオリオン座を眺めてみると、狩人オリオンのベルトにあたる三つ星のすぐ下に、やや暗い小三つ星が並んでいるのが分かります。この小三つ星、オリオンが腰に下げている短剣なのですが、真ん中の星をよく注意して見てみると、ぼうっと光がにじんで見えます。実は、これがオリオン大星雲と呼ばれる明るいガスの集まりなのです。このオリオン大星雲を望遠鏡で写真に撮ると、まるで火の鳥が翼を広げたような美しい姿を見せてくれます(図2)。

気の遠くなるような長い時間をかけて、星の世界では、新しい星が生まれ、やがては死んでいくというドラマが繰り返されています。そして、このオリオン大星雲は、星が次々と生まれている場所なのです。オリオン大星雲では、宇宙を漂っている

ガスが集まって星たちが集団で誕生し、その周囲のガスが生まれた星からエネルギーをもらって光っているのです。望遠鏡をオリオン大星雲へ向けてみましょう。その中心部には、トラペジウムと呼ばれる4つの青白い星たちが見えます。トラペジウムの星たちは生まれてから数十万年しか経っていないので、星としてはまだ赤ちゃんなのです。

星雲には塵がたくさんあるので、目で見える可視光線はさえぎられて奥の様子はわかりません。一方、赤外線や電波は、塵に吸収されにくく散乱されにくいという特徴があるため、オリオン大星雲の中や向こう側を観測できるので、生まれたての星がたくさん見つかってきました。星がまさに生まれている場面の回転するガスの円盤や、その円盤に垂直な方向に吹き出しているガスのジェットも見える時代になっています(図3)。オリオン大星雲の中には、星のたまごがたくさん眠っているのです。

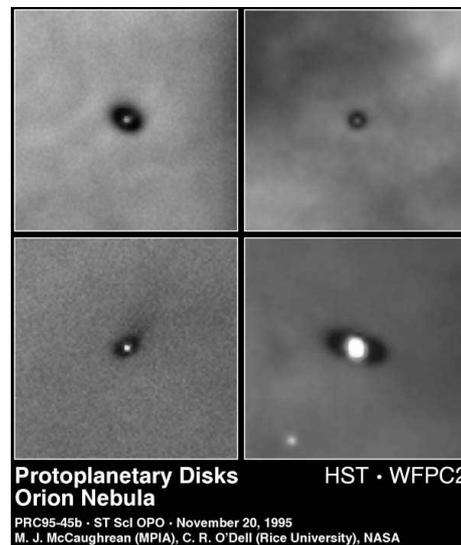
(主任(観測普及研究員) 中道晶香)



図1: オリオンの姿とオリオン座  
(ステラナビゲーターVer.6で作成)



図2: オリオン大星雲  
(トラペジウムは白くつぶれている部分にある)



Protoplanetary Disks HST・WFPC2  
PRC95-45b - ST ScI OPO - November 20, 1995  
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

図3:M42の中で生まれたばかりの星と周りのガス円盤  
(©STScI)

## 天文台の素朴な疑問

### 望遠鏡3兄弟?



ぐんま天文台の65cm望遠鏡には、さらに2本の望遠鏡 (15cm望遠鏡と5cm望遠鏡) が取り付けられていて、合計3本の望遠鏡があります。

「どれを使って見るのですか?」と聞かれることが時々あります。原理的にはどれを使ってもいいわけなのですが、観望会で主に使うのはやはり一番大きい65cm望遠鏡です。「それでは、他の2本は何のためにあるの?」と不思議に思われるかもしれませんが。館内見学の時間には、「小さい望遠鏡は、視準望遠鏡、つまり、ねらった天体を導入するための望遠鏡として使うのです」と説明しています。大きな望遠鏡は見える範囲 (視野) が狭いですから、いきなり目標の天体に向けることは難しいので、まずは小さな、しかし視野の大きな望遠鏡で天体が視野に入るようにし、その後、微調整をして大きな望遠鏡でも天体が入るようにする、というわけです。

もっとも、現代は計算機自動制御の時代ですから、普段は手動で天体を入れるわけではなく、計算機で自動的に向けます。一度こういう導入ができるようにしてしまえば、天球上の位置が事前にわかっている天体ならば、大きな望遠鏡に一気に入れることができます。冥王星などの暗い天体は、望遠鏡で見て周りの星とはっきり区別できるとは限りませんので、精度の高い自動導入はとても重要なことなのです。ただ、そのためには、望遠鏡の極軸 (北極に向く軸) がどのくらいの精度で設置されているかなどをあらかじめ知っておくことが必要ですが、望遠鏡を設置した最初は、これがわからないので、この情報を得るために小さな口径でも視野の広い望遠鏡が活躍したわけです。

いったん、この作業を済ませて自動導入が可能になってしまえば、「もう小さな望遠鏡はいらないのでは? 譲っていませんか?」ということになるのですが、これはお断りしています。地震などで極軸が大きくずれてしまった場合にはまた必要になりますし、観望会でも大きな広がり彗星や二重星団などは、視野の広い望遠鏡で見るとその全容が見やすくなります。例えば、150cm望遠鏡に比べて視野の広い65cm望遠鏡でも月はその一部分しか見えませんが、15cm望遠鏡でみると全体が入ります。15cm望遠鏡で見てから65cm望遠鏡で観察すると、今自分がみている範囲がどこにあたるのかわかるようになるのです。また、5cm望遠鏡では二つ星団が並んだ二重星団も一度に入りますので、こちらで見た後65cm望遠鏡で片方を拡大し、かつ暗い星まで見る、ということが可能になります。5cm望遠鏡や15cm望遠鏡はワンダーアイという観望用の設備がないので、いつも観望会で使うわけではありませんが、そういう楽しみも与えてくれる望遠鏡になっています。

(専門員(観測普及研究員) 長谷川隆)

# 天界四季折々

夜の空気が凜と冴え、一年で星が最も美しく感じられる季節がやってきます。ぐんま天文台のある子持山の尾根は標高880mほどになるため、気温は街中よりも4～5度低く、また、強い風が吹き付ける晩などは寒さもひとしおです。そんな日は観望を行っているドーム内も氷点下で、まるで冷凍庫の中にいるようです。お越しの際には、ぜひ暖かい服装でお願いいたします。

## ★主な観望天体

惑星：天王星

二重星：アンドロメダ座ガンマ星（アルマク）

惑星状星雲：NGC2392（エスキモー星雲）

散光星雲：M42（オリオン大星雲）

## ★イベント・開館情報

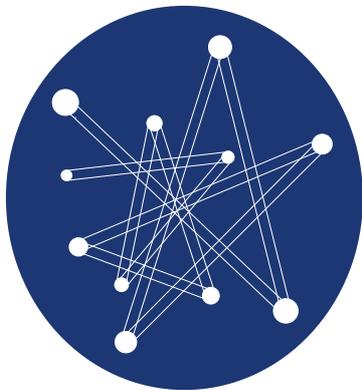
平成18年度 第3回 望遠鏡使用資格取得講習会：12/2(土)～3(日)

ふたご座流星群説明会・観察会：12/13(水)

年末年始休館：12/27(水)～1/4(木)

平成18年度 第5回 天文講話：1/7(日)

平成18年度 第4回 望遠鏡使用資格取得講習会：2/3(土)～4(日)



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日 ■ 2006年11月

発行 ■ 県立ぐんま天文台

電話 ■ 0279-70-5300 FAX/0279-70-5544

所在地 ■ 〒377-0702 群馬県吾妻郡高山村中山6860-86

ホームページ ■ <http://www.astron.pref.gunma.jp/>

※広報誌のバックナンバーは上記ホームページからお取りいただけます。

※広報誌や天文台の利用について、ご意見をお寄せください。

R100 SOY INK

古紙配合率100%再生紙を使用。印刷インキは大豆油インキを使用しています。