

# PLEIADES



月(2.7)・土星・木星・火星

2000年4月7日 18:59:36から7秒間露出 アサヒペンタックスSP 50mm F1.4 2

フジカ-G800 石狩市ムエン浜 撮影：中山正

(解説：15ページ)

## 札幌天文同好会 Sapporo Astronomy Club

### 目次 (No.129 2000年5月)

やさしい天文講座 第4回(後藤榮雄).....	2
南の島に雪が降る(柏倉宏聿).....	5
星座展望台(柴田健一).....	10
例会報告(事務局).....	15
月と惑星の接近(中山 正).....	15
観測地で気象情報収集(柴田健一).....	15
最近の流星電波観測(柴田健一).....	16
編集後記(柴田健一).....	18

## 第4章 暦と時

### 1 年・月・日

・暦は天文と一体のもので、基準となるのは太陽と月の運行です。「こよみ」という言葉はやさしい天文講座「星と宇宙の話」

日(か)を読む「かよみ」が語源といわれています。またカレンダーというのは、昔ヨーロッパで新月になると神官が大声で叫んで市民に知らせていましたが、その「叫ぶ」という意味の「カレンダー」が語源といわれています。

・1日の長さというのは太陽が南中(真南を通過すること)してから次に南中するまでの時間で、これを真太陽日(シタバツツ)といいます。しかし真太陽日の長さは季節によって変わるので、一年を通して平均したものを平均太陽日といい、これが私達が使っている1日です。1日の長さは、秋分の頃平均より22秒短く、冬至の頃は平均より30秒程長くなります。

・地球は公転(天体が他の天体の周りを回ること)しているため1日の長さは自転周期よりも約4分長くなります。天動説で考えると太陽は西から東に1年で天球を一周します。ということは1日に約0.99- (= 360- / 365日) 東に進みます。恒星に対して一回転した地球が更に0.99-余計に回転する時間が約4分です。なお、地球の自転周期は海流や気団の変化によっても僅かですが変わり、季節変化があります。

・月の満ち欠けの周期(朔望月)が暦の「月」の基準です。満ち欠けの周期は平均で29.53059日(29日12時間44分3秒)、最も短いときは29.27361日、最も長いときは29.82986日です。太陰暦では1月の日数を29日(小の月)と30日(大の月)としていました。小の月と大の月を交互に配置すると12ヶ月で354日となり、1年の長さ365.2422日に10.875日不足します。このため3年に1回閏月を挿入して太陽年(太陽が春分点を通過してから次に春分点を通過するまでの時間)に合う(近くなる)ように調整しており、このような暦を太陰太陽暦といいます。

・日本の旧暦は太陰太陽暦ですが、イスラムの暦であるマホメット暦は純粋な太陰暦なので、1年は354日の平年と3年に1度の閏年の355日からなっており、32年経つと太陽暦との差が1年になります。このため、マホメット暦を使っている人の年齢は、32年経つと太陽暦を使っている人より1歳多くなります。

・月の満ち欠けを基準にした太陰暦や太陰太陽暦は月・日と季節が一致しません。これでは農作業に不便なので、太陽の黄経が15-毎に特定な名前の日を設定して、季節の移り変わりを分かるようにしたのが二十四節気(小寒、大寒、立春、雨水、啓蟄、春分、清明、穀雨、立夏、小満、芒種、夏至、小暑、大暑、立秋、処暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至)です。なお、二十四節気の名前は中国黄河流域地方の気象によっているため、他の地方ではずれが生じます。当然北海道の気象とは合いません。

黄経：春分点(太陽が南半球から北半球に移動するときを通過する赤道上的点で、現在うお座にあります)を基準(黄経0-)にして黄道に沿って東回りに測った角度を黄経といいます。太陽の黄経は春分が0-、夏至が90-、秋分が180-、冬至が270-です。

・1年の長さは、太陽が春分点を通過してから次に春分点を通過するまでの時間で、我々の感覚では不変です。

### 2 明治の改暦

・旧暦の太陰太陽暦を現行の太陽暦に改暦したのは明治5年(1872年)で、明治5年11月9日に改暦の詔書が公布され、旧暦(天保壬寅暦)の明治5年12月3日をもって新暦の明治6年1月1日に改めました。

・旧暦の明治6年は1年が13ヶ月の閏年で、役人の月給を13回支払わなければならないため、財政難の政府が急きょ太陽暦に切り替えたといわれています。

なお、江戸時代は月給でなく年俸だったので、

支払われる報酬は閏年でも平年でも変わりませんでした。

### 3 太陽暦と閏年

・現行の太陽暦はグレゴリオ暦といいローマ教皇グレゴリウス13世が復活祭の日の季節が大きく変わらないようにするために導入した暦で、1582年10月から使われるようになりました。それまでの暦はユリウス暦といい4年に1回の閏年(366日)を置くという単純なものでした。この暦の1年の長さは平均して365.25日と真の1年より0.0078日長く、130年で1日のずれが生じます。

・グレゴリオ暦の閏年を置くルールは「西暦年が4で割り切れる(余りがない)年は閏年(366日)とするが、西暦年が100で割り切れる年は100で割った商が4で割りきれない年のみを閏年にする」となっています。これによると西暦2000年は100で割った商20が4で割りきれないから閏年になりますが、西暦2100年、2200年、2300年は100で割った商(21、22、23)が4で割り切れないので平年になります。この方法では、閏年は400年間に97回で、1年間の平均日数が365.2425日となります。真の1年間365.2422日との差は僅か0.0003日ですが、3,000年経つと1日のずれが出ます。



グレゴリウス13世

### 5 現在の月名と月の日数

・一年は1月Januaryから始まって12月Decemberで終わります。10月は英語でOctoberといいます。octというのは8を意味する言葉です(オクターブ、Octopus = 蛸)。同様に11月のnは9を、12月のdecはdecaで10を意味します。1月のJanuary、2月のFebruaryという語は11番目の月、12番目の月を意

味する語が語源となっています。月の名称が2ヶ月ずれたのは、元々市民社会の1年は3月(MarchはMartius 軍神Marsの月)が年の始まりだったのですが、ローマの役所が1月を年度の始めとしていて、それが一般でも使われるようになったのが原因です。したがってヨーロッパの古文書を読む時は注意が必要です。

・7月、8月は大の月が続きますが、これは月の名前から分かるよう皇帝のわがままによるものです。また12月と1月も大の月が続くようになり、これらの影響で当初年末であった2月の日数が削られ平年で28日、閏年で29日と少なくなっていました。

### 5 時刻と時間

・かつて、1秒間の長さは地球の自転が基準であったのですが、科学・技術が進歩するに伴い正確で絶対不変な1秒が要求されるようになり、今はセシウム原子の電子の振動数で定義されています。

昔の定義 : 1秒は平均太陽日の1 / (24 × 60 × 60) である。( ~1955年、1956年 ~ 1966年は暦表時といって地球の公転を基準とした値が使われていました。)

現在の定義 : 1秒はセシウム原子のある状態(詳しい状態は省略)における電子の振動に対応する放射の9192631770周期の継続時間です。(1967年 ~ )

・1日の始まりは深夜の0時で、平均太陽が南中する時刻の12時間前です。日本の標準時は東経135度の時刻で、世界時(UT、旧グリニッジ天文台があった経度0度における時刻)と9時間の差があります。

・私達の生活や社会活動は地球の自転で決まる時刻が基準です。しかし1秒間の長さが原子標準で固定されているため、自転の周期が変わると原子時計の時刻と地球自転の時刻が合わなくなります(自転の周期は徐々に長くなっています)。閏秒はこのずれを修正するもので、両者の差が±0.90秒以内になるように調整しています。閏秒を加えると時刻は、...58秒、59秒、60秒、0秒となり、閏秒を減ざると時刻は...57秒、58秒、0秒となります。これが日常使っている時刻で協定世界時

(UTC、日本は9時間進み)といます。閏秒の調整は、世界時の1月1日0時か7月1日の0時に行われますが、これで調整しきれないときは4月1日か10月1日に行われます。

・1日を24時間に分割したのは、黄道星座の12とか十二支、二十四節気等と関係あるのと、24は多くの数で割り切れるからのようです。

・1時間を60分、1分を60秒としたのは、60という数は100よりも割り切れる数が多い ため、時間を等分するのに便利なためでしょう。角度も同じです。

100を割り切れる数は 2、4、5、10、20、25、50、60を割り切れる数 2、3、4、5、6、10、12、15、20、30。  
[参考]ヨーロッパで10進小数が使われるようになったのはオリエントやインドより遅く16世紀になってからです。それまで、1より小さい数(値)は分数(分数の和)で表していました。

## 6 江戸時代の時刻

・江戸時代も日の切り替えは深夜の子の刻ですが、時刻は「明六つ」、「暮六つ」を基準にして昼と夜の時間をそれぞれ6等分して時刻を決めていました。これを不定時法とといいます(今の時刻は定時法です)。明六つ、暮六つというのは太陽が水(地)平線の下にあって明るい星が幾つか見えており灯火がなくても外で作業が出来る限界の時刻です。時刻は鐘を撞いて市民に知らせていましたが、暮六つはともかく、明六つは太陽が昇る前に鐘を撞くのだから鐘を撞く人は時刻を決定するのが大変でした。実際には寛永寺等中心になる寺で鐘を撞くのを聞いて、鐘を鳴らしていたようです。明六つ、暮六つが基準にすると夏や冬は昼の1刻と夜の1刻で長さが異なり、勤務時間や食事の間隔も季節で変わるなど、生活や仕事は大変だったということです。

・春分・秋分における江戸時代の不定時法と現在の時刻との関係はおおよそ次ぎのようになります。暁九つ=深夜0時、暁八つ=午前1時40分、暁七つ=午前3時40分、明け六つ=午前5時20分、朝五つ=午前7時半、朝四つ=午前9時45分、昼九つ=正午、昼八つ=午後2時15分、夕七つ=午後4時半、暮れ六つ=午後6時40分、夜五つ=午後8時半、夜四つ=午後10時20分

## 7 日出・日没と薄明

・現在の日の出、日の入りは太陽の上縁が地平線に接するときの時刻です。大気による光の屈折もあって、春分の日、秋分の日、昼の長さは夜の長さよりも長くなり、札幌における日の出から日の入りまでの時間は12時間10分ほどです。月の出、月の入りは、月の上縁が見えないときもあるため、月の中心が地平線に接するときの時刻です。

大気による屈折があるため、天体が水平線下34.4 (約0.6°)にあるとき水平線と一致して見えます。

・太陽が地平線下にあつて空がいくらか明るい状態を薄明とといいます。どのくらいの暗さまで(から)を薄明というかは目的によって異なり市民薄明[常用薄明ともいいます]は太陽の中心が地平線下6°までの時間で灯火なしで屋外の活動が出来ます。航海薄明は同じく12°までの時間で水平線が見えます。天文薄明は同じく18°までの時間で、地平線下18°は天頂の6等星が見える限界です。これに対し明六つ、暮六つは太陽の中心が地平線下7-21 40 になる時刻で、今の市民薄明よりも暗い状態です。

## 8 大安と仏滅

・曆に書いてある大安、赤口(しゃっこう)、先勝、友引、先負、仏滅を六曜といい、旧曆の月と日によって必然的に決まるもので、単なる順序に過ぎません。ルールは旧曆の月と日の数の和を6で割り、余りが0なら大安、余りが1なら赤口、以下順に先勝、友引、先負、となり余りが5なら仏滅となります。したがって中秋の名月は旧曆の8月15日なので、 $(8+15)/6=3$ 余り5となり、必ず仏滅になります。

・六曜は旧曆では何ら神秘性がないため、現在のように気にすることはなかったようですが、新曆になってから大安の間隔が変わったりするので、なんとなく運に関係があるような気がして、こだわりが強くなりました。

・六曜は六曜星、六輝ともいい、足利時代に中国から伝わったときには、大安、留連、速喜、赤口、小吉、空亡であったのですが、寛政の頃になって、泰吉、流連、則吉、赤口、周吉、虚亡となり、更

に名称だけでなく順序も変わり現在使われているものになりました。

## 9 13日の金曜日

・現在のグレゴリオ暦は400年間に97回の閏日を置くので、400年後には曜日が $400 + 97 = 497$ 日ずれます。この497は7の倍数なので400年経つと曜日は完全に元にもどります。しかし、400年間に13日という日は $12 \times 400 = 4800$ 回ありますが、4800

は7の倍数でないため13日の曜日は平等ではありません。

・400年間の13日がどの曜日になるか計算した結果は次のとおりで、金曜日が688回と一番多くなっています。日曜日が687回、月曜日が685回、火曜日が685回、水曜日が687回、木曜日が684回、金曜日が688回、土曜日が684回となります。

(つづく)

## 南の島に雪が降る

柏倉 宏 肆

この原稿の筆者柏倉さんは、前北海道放送

(HBC) 常務技術局長(現在顧問)で、私の仕事上の長い友人です。HBCの技術者向けに書いたものですが、「すばる望遠鏡」の見学記なので掲載についてお願いしたところ、快く了解していただきました。別寄稿として紹介いたしますので、どうぞお楽しみ下さい。

(生田 盛)

### 1 . 南の島に雪が降る

「南の島に雪が降る」こんな劇があったことを知っている人はいますか？ もう社内にはいないでしょうね、昭和36年の上演でしたから…。

なんで、今、突然、こんなことを言い出したかという、昨年暮れ、ハワイで大雪に遭ったときにしきりに頭に浮かんだ言葉だったからです。ハワイで雪？本当？と思う人がいそうですね。年末のクソ忙しい時になんでハワイくんだりまで？と思う人もいるでしょう。世界一の望遠鏡「すばる」を見に、です。

昨年夏、ある友人からハワイの4200mの山の上に直径8mの大反射望遠鏡をつけた天文台の話が聞かされました。そして、「見たいか？」というではありませんか。半年前、NHKがこの望遠鏡でのファーストライト(完成後、最初に見る星からの光)の番組を放送したのを見ていて、一度現物を見たいものだと思っていたので、このチャンス逃がすべからず、「是非」と頼んで実現させたわけですがビックリ、マサカ!の連続でした。

### 2 . ハワイ島

ハワイと聞くと、殆ど人はワイキキの白い砂浜とダイヤモンドヘッド、青い海と椰子の木陰のフラダンス、というイメージではないでしょうか。でも、これはハワイの表玄関オアフ島での話。ハワイ島は全く違うのです。コナ空港に着陸姿勢に入った飛行機の窓から見えた地面は墨を流したように真っ黒。「ナンジャ、コリヤ？ここがハワイか？」と思いました。空港の滑走路も、そこから続く道路も黒い溶岩の間を切り開いて作ってあります。真っ黒な溶岩はこの100年以内に噴出した新しいもので、褐色じみているのは200年より古いものだそうです。溶岩は玄武岩だから真っ黒、サラサラしているからすぐ流れて島中を覆い尽くしてしまったというわけです。「白砂青松」ならぬ「黒砂海岸」が観光スポットになっています。なんととってもこの島は今も東南の端で溶岩を吐き出しながら陸地を広げているという、成長しつつある島なのです。黒砂海岸では大きなウミガメが1頭、甲良干ししていました。

ところで、目当ての天文台はハワイ島のマウナケア山という4205mの山頂にあります。40kmほど離れてマウナロアというやはり4170mの山があり、有名なキラウエアはこちらの山腹にあります。富士山よりも高くマッターホルンやユングフラウとほぼ同じ高さですから、険しい峰々が連なるアルプスのような山容かと思うと大違い。どちらも皿を伏せたようなノッペリとした、とても4000mを越す山とは思えません。山が出来立てで浸食が少ないので険しい峰が無いの

でしょう。

### 3. 山頂

マウナケアの山頂には“すばる”のほか、NASA、ジェミニ、CFH（カナダ、フランス、ハワイ大学共同施設）など10ほどの大型天体望遠鏡があります。



マウナケア山頂の「すばる」ドーム

（提供：国立天文台）

山頂付近は科学保護地区としてハワイ大学が管理していますが、年間各1ドルの借地料を払うそうです。そして、各観測施設は年間観測可能時間の20%をハワイ大学に提供し、同校はこれを全世界の研究者に解放しているそうです。

友人とは12月3日に島の西海岸にあるコナ市のホテルで待ち合わせ、昼頃に天文台に登る予定にしていたのですが、山頂付近は数日前からの雪で登れないとのことで延期。翌日も山頂付近道路の氷結で危険ということでまたまた延期。これが最初のマサカ！でした。2日延期して12月5日、日曜日でしたが天文台の方が迎えに来てくれてようやく登ることができました。山に向かったのは友人と私、それに友人が連れてきた若い夫婦と天文台の方の合計5名でした。分厚いダウンの防寒着と熱い紅茶、夜食持参です。

山頂には4輪駆動のワンボックスカーで登りましたが、4200mの山頂まで一気に上がると高山病で意識不明になることもあるとのことで、標高2800m地点、ハレポハクという所にある山頂勤務者のための宿泊施設で40分ほどブラブラして体を高山に慣らしました。一般の人は、隣にあるオニヅカ・センターという施設で時間を過ごします。山頂は気圧が平

地の60%、酸素の量が少ないので脳の発達を阻害するおそれありということで16才未満は登山禁止だそうです。監視者はいませんが…。自動車はエンストしやすいそうです。

オニヅカ・センターというのは1986年、チャレンジャー1号の打ち上げ事故で亡くなった日系のオニヅカ大佐がコナ市出身であることから、親御さんと当時のアリヨシ知事の働きかけで民間出資で作られた建物です。あまり大きい建物ではないのですが、山頂施設に関する解説や観測結果などが展示してあるし木曜日曜の夜は50cm程度の反射望遠鏡を無料で貸してくれるそうで、ここに来るだけでもいっぱしの天文マニアの「フリ」は出来そうです。限定販売の天文台グッズを買うことも出来ます。

山頂勤務者用の休養施設には山頂にある各天文台の事務室の他、専門図書室、宿泊室、休養室、食堂、談話室などがありちょっとしたホテル並みです。

ここで休んでいるうちに、山頂では急に動いてはダメ、急に立ち上がると貧血を起こして転倒するからゆっくり立て、息は短く吸ってゆっくり吐け、苦しいときは水を飲め、それでも苦しいければ酸素吸入器を借りろ等々、いささか心細くなる注意がありました。

山頂に近づくにつれてなるほど雪が積もっています。40~50cmはあるようでした。近くの斜面にはスキーの跡があったし、小型トラックに雪を積んでいる人が10人ほどいました。

山頂、一番手前のドームの前で黄色の救急ヘリコプターで運ばれる人を見ましたが、ハレポハクでの気圧慣らしを手抜きした人だろうとのことでした。

### 4. すばる望遠鏡（ドーム）

“すばる”は国立天文台に属する施設ですが、11月末に業者から引き渡されたばかりです。台長は海部宣男東大教授、海部元総理のイトコだそうです。

山頂には望遠鏡本体と観測制御棟だけで、殆どの業務は東海岸のヒロ市にある本部で行います。山頂の望遠鏡と本部の間を光回線で結んで、星の可視光画像や赤外線画像の観測、スペクトル分析などのほか、望遠鏡の操作や巨大なレンズ群の交換まで遠隔制御で行うそうです。とはいっても望遠鏡や付属施設の整備のため、山頂には整備担当者が殆ど常駐しているようです。

“すばる”は山頂にある大小様々なドームの中でひときわ目を引く形をしています。というのは、他のドームが皆おなじみの半球型をしているのに、“すばる”は丸くなく、筒状なのです。半球形にすると地表を伝って来た空気がドームに沿って上昇し、レンズ前面の空気を揺らして画像を乱してしまうのでドームの横を流すように考えた結果だそうです。それも単に筒状のブツ切りでなく、少し潰した楕円筒にし、同時にドームの中に外気を取り入れてコンピュータで流れを制御することによって望遠鏡周辺の空気の流れを打ち消すような工夫もしてあります。それでも取り切れない空気の揺らぎに対しては、空気の流れに合わせて副反射鏡を細かく動かして修正する装置もつける予定だそうです。

ドームは高さが44mというのですから、わが社の本社ビルが30mであることを考えるとその大きさがわかるでしょう。中に入るにはまず、ドームより10mほど低いところに建てられた観測制御棟に入ります。広い応接室でゆったりとソファに座って紅茶を飲みながら、オリオン座大星雲やアンドロメダ星雲の写真など、最新の観測結果を聞きながら説明を受けます。高山病対策の仕上げです。

ドームが銀色に輝いて非常に綺麗だったので、ドームに入る前に写真を撮っておこうと、全景の見るところまで、少し早足で歩いて行ったら、たかだか30mほどだったのに、胸はドキドキ、息はゼーゼー、おまけに真っ昼間にお酒を飲んだときのようにフワフワした感じで仲々シャッターを押せませんでした。これは高山病の症状とわかりましたが、こういう環境で高所作業をしながら建設した作業員の頑張りに敬服します。

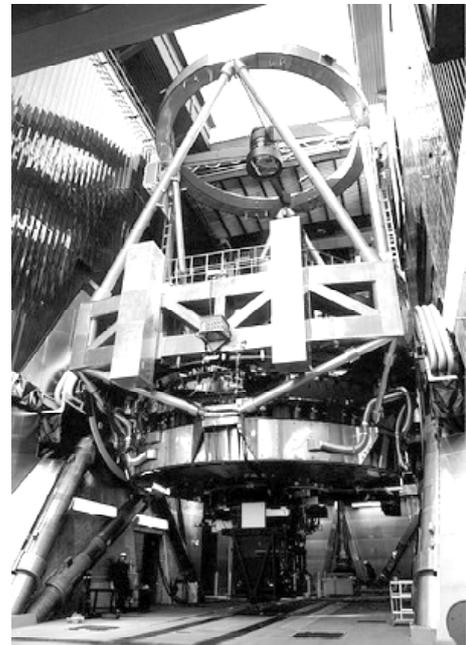
ドームの中に入ってまたビックリ。何分もたたないうちに同行の若奥さんがヘナヘナとしゃがみ込んでしまったのです。顔はマッサオ。急遽、酸素ポンペを借りてソファに寝かしましたが帰る時までそのまま。ダンナは奥さんをホッポラカして見学に夢中。後で夫婦ケンカのタネになりはしないかと少々気になりました。「あなたって薄情なんだからッ！」って。

笑っちゃう話を1つ。説明者が席を外した間に友人が持参したコーラの缶を開けたのです。「噴出するかな？」なんて言いながら…。意外や、何も起きません。拍子抜けした顔でそれを口に含んだ途端「ウグ

ッ！」と絶句。シュワシュワ、ブクブクと口から泡が吹き出して止まりません。ムセるやら咳き込むやら大騒ぎ。背中をさすったり叩いたりようやく落ち着きましたが、減圧だけでは泡は出ない、きっかけが必要という人体実験でした。

## 5. すばる望遠鏡（反射鏡面の歪み制御）

観測制御棟からエレベータで十数メートル上り、40mほどの渡り廊下を通過してドームの中に入りますが、わが社のテレビ2スタくらいの高さの真ん中、床から6m程の所に問題の8.2mの大反射鏡が上を向いて浮かんでいました。もちろん、自力で浮いているわけではなく、ホール両サイドに直径1m程の円管で組んだ檣があり、それに支えられた頑丈なトラスの一端の受け皿に収まって吊り下げられていました。この鏡の真上、同じトラスの他端にはカセグレン副反射鏡が取り付けられてあって黒々とした眼で見おろしていました。構造物は全部青色に塗装してありましたが、“すばる”の名のもとになったプレアデス星団の色にちなんだものだそうです。この付近の写真を撮ったのですが被写体が大き過ぎるのとカメラのストロボの光量不足で一部しか写っていません。



すばる望遠鏡（提供：国立天文台）

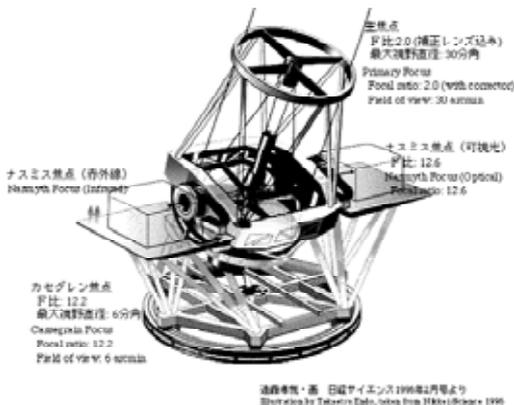
ところで、望遠鏡の分解能は望遠鏡の中に取り込める光の量によって決まります。望遠鏡の口径が大きいほど有利なわけです。しかし、屈折望遠鏡はレンズの収差や吸収、焦点距離、重量ほかの問題であ

まり大きくは出来ません。反射型にしても、大きな鏡を作ることが難しいうえに、望遠鏡の向きを変えたときに反射鏡自体の自重で撓み、焦点が狂うので一枚ガラスの反射鏡はパロマ山の直径5m、厚さ1mが限界だったそうです。鏡の直径を8mにもしてしまえばガラスも厚くなり主鏡だけで150t、望遠鏡全体の重さは1000t以上と、とても実現は不可能です。“すばる”は直径を8.2mとしたまま厚さは20cmと、常識破りの薄さにしました。こんなに薄くしたら望遠鏡の向きを変える度に、鏡の自重でベコベコに撓むのは避けられません。そこで、鏡の裏に264本の支持柱をつけ、そのうちの261本の長さをコンピュータで細かく制御して鏡面を常に正確な放物面に保つようにしたのだそうです。1本1本にセンサーを組み込み、理想面からのズレの値を計算させ、その結果に応じて鏡の裏から押させるのだそうです。その力は1gから100kgまで1g単位で可変ということでした。

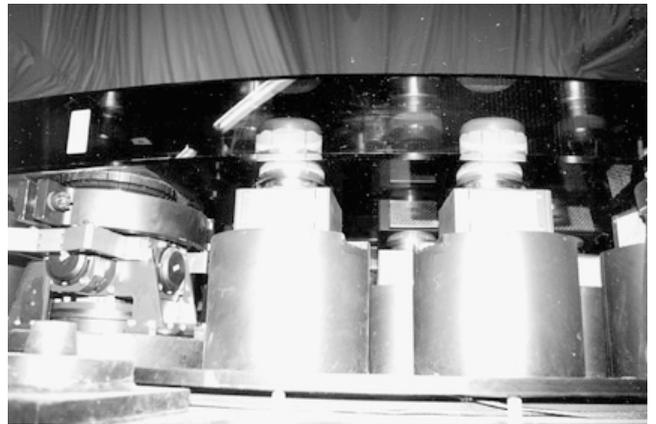
直径8.2mの全面にわたっての凹凸誤差を12nmにしたということで、石狩平野全域を新聞1枚の厚さ相当の誤差範囲に納めたのと同じレベルです。



筆者と「すばる」望遠鏡



「すばる」望遠鏡の透視図(提供:国立天文台)



主鏡の撓みを補正する支持柱  
(提供:国立天文台)

## 6. すばる望遠鏡 (追尾装置)

観測するときには長さ20mのドアを開けて目的の星を狙います。星の写真を撮ったことのある人は知っている筈ですが、たかだか50mmの焦点距離のレンズで撮っても30秒も露出かければ星は「点」ではなく「線」に写ります。焦点距離が長いレンズほどこの現象は強く出ます。主鏡の焦点距離が15mもある“すばる”ではすぐ視野からはみ出してしまいます。これは地球の自転によるもので、模様として見る分には面白いでしょうが星の観測では落第。普通、赤道儀などを使って目的の星を追い続け「線」になるのを防ぎますが、これを、常に0.07秒角の分解能を確保出来るように正確に追尾させるのですから大変です。通常のもーターとギアの組み合わせではギアのコスレによる振動で実現できないそうです。そこで“すばる”ではギア駆動をやめ、ダイレクトドライブで望遠鏡を動かすようにしました。仰角は32トンの望遠鏡本体を動かしますが方位はドームごと動かします。総重量500トンもあるドームをこの精度で動かすというのはオドロキでした。ドームの中を歩き回っているとき、ある隙間を跨ぎながら「ここが固定部と可動部との境目です」とあっさり言われ拍子抜けしました。

星が動く速さは星の位置によって大きく変わります。北極星の近くの星はごくゆっくり動いて何時間見てもほとんど動きません。反対に赤道上空にある星などは結構速いスピードで動きます。どの星を狙っていても正確に追いつけるためには、追尾速度の範囲を非常に広くとる必要があります。低速から高速まで、決まった速度で長時間持続させる難し

さは大変なものでしょう。百億光年もの遠い星や暗い星を観測するときには数十時間の露出をかける必要があるそうです。今夜7時間露出しておき、明晩また7~8時間の露出をかけ、その次の晩も、その次の晩も、というように何晩にも亘って露出を重ねるわけですが、その間、その星を正確に追い続ける難しさは想像以上です。

“すばる”では普通の望遠鏡のように直接、眼で覗くということはありません。焦点に置いたカメラに写った映像を観測するのですが、カメラにはおなじみのCCDが使われています。ただし、画素数は10,000×8,000という超高精細です。この画像を高精細ディスプレイに映し出したり画像処理します。

## 7. 終わりに

“すばる”は可視光域以外に、波長300nmから10μmまでの波長域を観測できる機能を持っています。その能力をフルに活かすために、カセグレン焦点のほか反射鏡の主焦点やナスミス焦点を使うなど、目的に応じて焦点を使い分けるそうです。その時の巨大レンズ群の交換に使うロボットアームや、性能確保のために年に一回、アルミや銀の薄膜を再蒸着させる真空蒸着釜なども見せてもらいました。銀を蒸着すると赤外線観測に効果絶大だそうです。太陽系以外の惑星を探し、生命存在の痕跡発見も期待されています。

今回見聞きしたものはほんの一部です。“すばる”にはさまざまな次世代観測装置が付けられます。設備の詳細については最近の三菱電機技報のほか書店に沢山出ています。国立天文台や三菱電機のホームページでもわかりやすく解説していますので、興味のある人はそちらの方を見て下さい。

ドームの中を歩き回っているうちに、高山病の症状は少なくなり、この調子なら一晩中でも、と思いましたが、滞在時間は6時間以内厳守だそうで連れ戻されてしまいました。

山頂では日没前から星が見え始め、暗くなるにつれて空を埋め尽くします。星が多過ぎるうえに大き過ぎて見慣れた星座を見つけるのが大変でした。おまけに全ての星が全くマタタかないのです。空気が薄いから星が瞬かないと聞いてはいましたが初めての体験でした。「昴」がサンザメくのは平地で歌うからでしょ

う。

この望遠鏡の総工費は400億円だそうです。10年間での投資額ですから年間40億。国民一人当たり年間40円弱の投資でこんな素晴らしいものが出来上がったわけです。

8.2mの一枚鏡に仕上げる苦勞、正確に研磨する苦勞、画像揺らぎ補正の苦勞、大きな鏡や蒸着釜を山頂まで運び上げた苦勞などを聞き、また、その結果、世界で始めて撮れた超新星爆発の画像などを見るにつけ、協力して作り上げたアメリカのガラスメーカー、研磨会社、ドイツの輸送機会社の力、それらをまとめ上げ、数々のブレークスルーを成し遂げた国立天文台、三菱電機を始めわが国各社の技術の素晴らしさに感銘を受けました。

久しぶりに放送以外の新技术に触れ、新鮮な気分に戻ることが出来、万々歳でした。「何億光年」という距離と「ナノメートル」という単位のギャップには目が眩むような感じです。「テラビット」のスーパーコンピュータや「ペタビット」のメモリー……。およそ非日常的な単位のシャワーを浴び、アナログ仕立ての脳味噌はすっかりシャッフルされてしまいました。臨界事故、トンネル事故、ロケット打ち上げの失敗などをあげつらって技術不信を言い立てる世の評論家達の意見にムカついていたときでしたので”すばる”見学は特効薬でした。

“すばる”はそのうち公開されると聞いています。皆さんもホノルルまで行くことは多いと思います。ハワイ島までは50分です。是非チャンスを作って行って見ることを勧めます。

“すばる”の隣に写っているのは2つともケックという天文台で、カリフォルニア大学連合のもので、合成鏡面の直径10mの反射望遠鏡を持っていて、2つ組で素晴らしい成果を出しているそうです。個人の寄付で出来たと聞いて、またまたビックリでした。

この写真を撮ったときは零下10度、風速20mで真冬の札幌並み、寒かった。

帰りに寄ったハレポハクの空気は酸素がタップリ入って生き返った感じでした。



# 冬至を決める

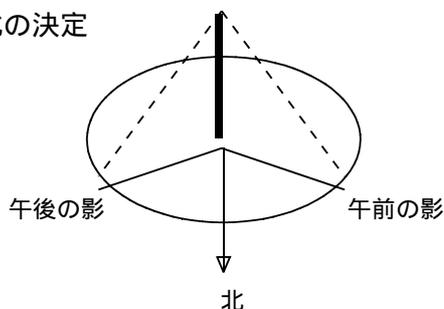
後藤榮雄

一年の始まりは1月1日であるが、この日は天文学上特別な意味を持たない。天文学的に年の初めを決めるとなると春分か冬至となるが、人間の気持ちとして、これから昼間が長くなって太陽の恩恵を受ける時間が長くなる冬至を年の始めとするのが妥当でないだろうか。春分もいいが、昔の人が観測で決めやすいことを考えると、北半球で太陽の南中時に地面に立てた棒の影が一番長くなる日、即ち冬至ということになる。

では太陽の南中時に地面に立てた棒又は塔の影が一番長くなる日時をどうやって決めるか、考えてみたい。棒の影の長さの一日の変化をみると、朝夕が長く太陽が南中した時(地方真太陽時の正午)が一番短くなる。そうして、太陽南中時の影が一番長くなる時が冬至である。ただこれだけのことだが、実際にはなかなか難しい。

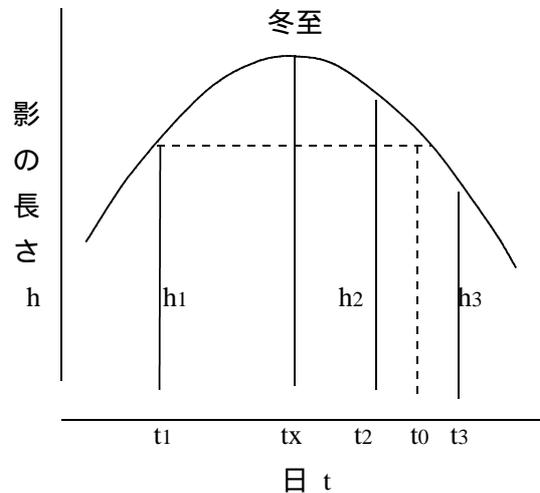
先ず南北の決定であるが、南中の前後は太陽高度の変化が小さいので、影の長さが最も短くなった瞬間を捕らえて影の方向を北とするのは誤差が大きく実用的でない。昔から用いられてきた南北方向の決定は、図1のように影の長さの変化が大きい午前と午後で影の長さが等しくなったときの影の方向のなす角の二等分線を南北の方向とする方法である。影の長さが等しくなったときの影の方向は棒の先端の直下を中心として任意の半径で地面に描いた円に影の先端が接したときの方向とする。この測定は太陽の赤緯の変化が少く影が長い冬至前後に行うのがよい。

図1 北の決定



次は冬至の日時の決定であるが、冬至の頃は1日当たりの太陽の赤緯の変化が小さいのと、測る時刻が太陽の南中時に限られるため、直接影の長さを測って影が最も長くなる日時を決めることは

図2 冬至の決め方(授時暦)



$$t_0 = [(h_1 - h_2) / (h_3 - h_2)] \times (t_3 - t_2) + t_2$$

$$t_x = (t_1 + t_0) / 2 \dots \text{冬至の日時}$$

出来ない。日本人が作った最初の暦である貞享暦の手本となった中国の授時暦では、図のように冬至の3~6日前の  $t_1$  に影の長さを測って  $h_1$  とし、冬至を過ぎてから、影の長さが  $h_1$  より長い日  $t_2$  と短くなった日  $t_3$  に影の長さを測って  $h_2, h_3$  とし、図2の計算式で冬至の日時を決定している。この方法は  $t_2$  から  $t_3$  の間、影の長さが直線的に変化していると仮定しているので、 $t_2$  と  $t_3$  が離れる程誤差が大きくなる。なお、この方法は冬至の日を予測出来ることが望ましいように思えるが、予測出来なくても冬至が近くなったら毎日測定し、冬至に近い日で条件が適ったデータを採用する方が誤差が小さくなり好ましい。

夏至の日は棒の影が短いので冬至の場合より誤差が大きくなる。南中時の影の長さを測らないで冬至や夏至の日を決定するには、日の出または日没の方向が最も北に寄った日を夏至、最も南に寄った日を冬至とする方法があるが、時刻までは決められず、1日の誤差が生ずることもある。また、夏至の前後に日の出の方位を測定して計算で求める方法もあるが、時計がない時代では使えない。

次に春分、秋分の決定であるが、太陽が最も真東に近いところから出る日とすればよいのだが、水平

線(人工でも可)が見えることが必要なのと、大気による屈折があるため、気差を補正して太陽の中心が水平線に接したときの方位を求めることは出来ない。太陽の赤緯を観測しないで春分の日時を決める

方法があるのか、考えてみてください。

## 例会報告

2000年5月6日(土) 札幌市中央区民センター

### 例会参加者の一言

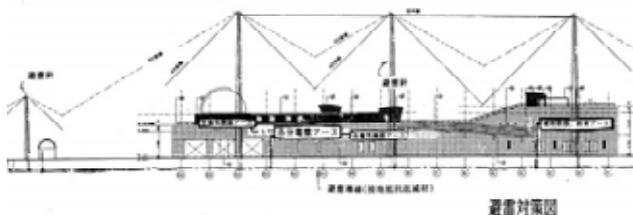
**後藤榮雄**：一般の方々に、地球が太陽の周りを回っていることを、納得させる方法はないものでしょうか。

**上西常雄**：現在人類は地球史上空前の大繁栄を続けていますが、これがいつまで続くかは分かりません。地球では過去に大規模な生物の絶滅に近い大災害が、何回も起こりました。今後も大異変がないとは、言えないでしょう。

**生田盛**：5月14日に息子の結婚式をひかえて、何となくせわしい日々を送っています。そんなこともあって、今年に入って一度も天文ドームを開いておりません。それにしても、晴れませんね。

**越後恵子**：段々暖かくなったので、外にでやすくなりました。これからは車に双眼鏡を積んで出かけようと思います。山菜もおいしい季節になりました。野の花もきれいです。

**西野 浩**：最近は天気が悪くて、なかなか星を観る機会がなくて残念ですね。先月、陸別の天文台を見学してきましたが、避雷針が林立してドームを取り囲んでいるようでした。観測の邪魔にならないのでしょうか。



銀河の森天文台99.9.12 雷被害とその対策より

**石塚宣充**：家の前での観測場所がないので悩んでいます。星は、南中以降にならないと観測できない状態です。困ったことです。

**奥田澄子**：ゲスト

**柴田健一**：CD-R/RWを購入しました。さっそく組み込みますので、このまま旭川へ戻ります。

今日は、8名でした。

## ムーンライトウォッチング & スターウイーク

西野 浩

5月のムーンライトウォッチングは、13日(土)に行います。スターウイークは、8月4~6日(金~日)に中島公園で開催する予定で、準備を進めております。

## 会員募集

西野 浩

4月22日の北海道新聞夕刊に、会員募集記事を掲載しました。今のところ、反応はありません。

5月17日の(株)道新オントナ発行の「アドニュース」の広告にも募集記事を掲載予定です。こちらは有料です。

## 掲示板

### 仲間どうぞ

▶「札幌天文同好会」は新会員を募集中。総会を毎年1月、例会を毎月第1土曜午後6時~9時に中央区民センターで開催。観望会、観測会なども行います。会報を月1回発行。年会費一般8千円、高校生以下4千円(会場費、会報代)＝白石区、西野、872・4008

北海道新聞の記事

## 福島基金の使途決まる

前回の会報でお知らせした決定事項について、意見がなかったため、自然成立しました。

### 「北海道天文史断片」再版について

後藤榮雄

故福島会長の文書は、難しい漢字が沢山使われています。前回の例会において、会員で分担して入力する事にしましたが、大変そうなので私が行います。「つば」「さかん」など、ワープロにない漢字は作成しています。

### 山形の大場会員からのお便り

Letter by OBA 5/6

皆さん、おはようございます。

GWたけなわですが、どの様にお過ごしでしょうか。

本日は札天の例会ですね。

急にお便りする訳は、ぜひ例会などで話題にして頂きたかった件があるからです。

昨夜は天文好きな弟子が訪ねて来て観測所に出向き時間がありませんでした。

もう御存知とは思いますが、近着のO A Aの天界900号に富田良雄氏が「中村鏡を21世紀に伝えましょう」を書かれました。

中村鏡は、最近もプレアデス誌で取り上げられ、私も関心がありましたので、福島久雄先生にいろいろ教わって、天界637に「北辺の中村鏡」(1978)を書いたことがありました。その原型はプレアデスの14号(1961)に書いたものでした。北海道に渡った3面の中村鏡のことで、これらの経緯はプ

レアデス22号に福島先生が書かれています(1987)。

富田氏に以上の概略をメールでお伝えしたところ、返信がありました。それによりますと、札天所有だった米田氏の118番鏡、札二中(西高)の117番?(私の記事では59番)、旭川中の68番の他に、中村氏の製作ノートに次のものがあるとのこと

鏡番号	口径mm	f mm	依頼者・住所
41	115	113	高山義一 石狩郡当別町〇平沢
135	50	681	曾根廣司 帯広町広小路9

(居所はもちろん当時のもので、〇は富田氏は判読不可と記しておられますが、恐らく「茂」と思われます)

かって高橋氏がやはり天界に書かれた「中村鏡製作ノート」のあと、私もこの2面についても調査を依頼され、結局不明だったような記憶があります。また、福島先生からお話をお伺いしたような気がします。

以上、何かご存じでしたら、また再調査可能でしたら、お知らせ下さい。直接、富田氏への通信でもけっこうです。お願いします。こんな古いお話で、2000年にふさわしくありませんし、詮索してどれだけ実があるものかわかりませんが、富田氏の熱意にお答えしたいと思います。氏の著書「中村要 - 反射望遠鏡製作の草分け - 」を期待しております。

本文は、後藤榮雄さん、柴田健一さん、牛渡聡さんに同じく送信させて頂きました。本来ならば、直接例会に出てお話ししたい事です。

柴田から大場さんへの返信

札幌へは5月3日に帰り、旭川へ戻るまでメールは開いておりませんでしたので、例会でお話することができませんでした。牛渡さんは、例会に欠席。後藤さんは、パソコンの調子が悪く、以前からメールが読めない状態になっているようです。

さて、プレアデス22は読みましたが、天界637およびプレアデス1961は読んでいません。福島先生の「北海道天文史断片」の再編集が完成すれば、1961年のものが読めます。会報で報告しますが、後藤さんが、作業を始められました。

北海道内の中村鏡は、「小樽星の会」の古川会長が、1台所有されています。現在、長万部町蕨岱在住の中兼会員のところに貸し出されていて、観測可能で良好な保存状態です。早速、問い合わせを試みることにします。

さて、古川先生に問い合わせた内容をご紹介します。

小樽市立長橋中学校は、古川先生が教師になって初めての赴任校でした。この学校は旧制の中学校で、かつて繁栄を謳歌していた小樽のお金持ちの方々が、沢山の教材が寄付されていたそうです。その一つに、反射望遠鏡がありました。しかし、主鏡がついていなかったのが古川先生が、ご自分の凹面鏡を取り付けて使っていたそうです。ところが、外れなくなってしまったことと、後日主鏡が発見されたので、外れない主鏡と交換しました。この時は、中村鏡であるとは気がつかないことでした。現在の中村鏡は、長万部町蕨岱在住で「小樽星の会」会員の中兼さんが、手作りでこの望遠鏡を復活させています。口径は15cm、F=8で、火星などは大変よく見えるそうで、今から次の接近を心待ちしておられました。制作番号は百番台だったと記憶しているとのことでした。

古川先生は、まだ「天界」をご覧になっておら

れなかったので、富田先生へ連絡していただくようお願いをしておきました。

## 事務局連絡

### 住所変更

近藤昭子さんが住所を変更されました。新住所は以下の通りです。

### ゲスト紹介

奥田澄子

### 寄付受領

二次会残金カンパ：1000円

会費が未納の方は至急納めてください。郵便振替口座は以下のとおりです。

郵便振替口座番号：02780-7-31295

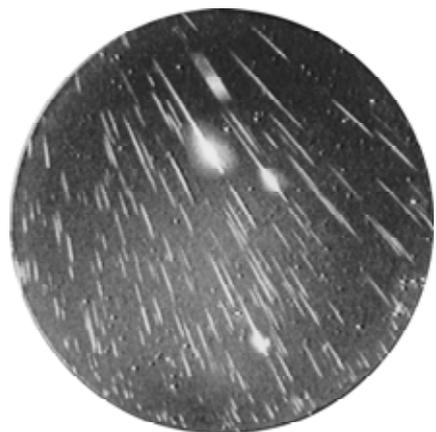
名称：札幌天文同好会

## 次回例会案内

2000年6月3日18時から  
札幌市中央区民センター

話題は当日始まる前に生田幹事へご連絡下さい。

岡村修さん(NMS)が、マレーシアからイギリス行きの飛行機から撮影した、1999年11月18日のしし座流星雨ビデオの上映を行います。



ビデオテープに添付の「しし座流星雨」の写真

1999年11月18日2:04 ~ 2:11(UT)

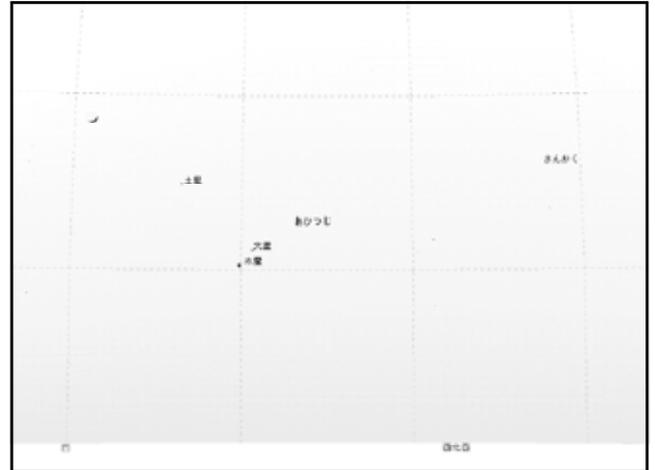
浜松ホトニクスC3100L.L.、ソニーPC-100、F=1.4 f=24 mm

編集局へ届いた3枚の写真の内の一枚です。他の2枚は前日（4月6日）の夕刻撮影ですが、惑星の写りの良いこちらを掲載いたしました。オリジナルは、雲が立ちこめた水平線、青く抜けている空とその中間の鈍いオレンジ色がリアルです。

（編集子）

今年度になってから仕事が忙しくなり、当分は例会には出席できないと思いますが、星見はしたいと思っています。今回は、息子と一緒にしたので固定撮影と眼視観測だけでした。

4月6日：雲のないところを探しながら移動中、生振で日没になりました。石狩大橋をバックに撮影しました。木星と火星を双眼鏡の同一視野に入れたのは、久しぶりです。青空をバックした姿は印象的でした。子供は欠けた細い月が、双眼鏡では地球照のため、丸く見えるのが不思議そうでした。  
4月7日：ムエン浜で観望しましたが、地平線の雲がなくなりませんでした。月と土星、火星、木星が「や座」の形となって面白くなりました。



4月7日19時のムエン浜の空  
（ステラナビゲーターから再現）

4月8日：天気は良かったのですが、随分離れてしまいました。自宅屋上で月食観測の練習をしました。7月16日は天気がよいといいですね。

### 観測地で気象情報収集

柴田健一

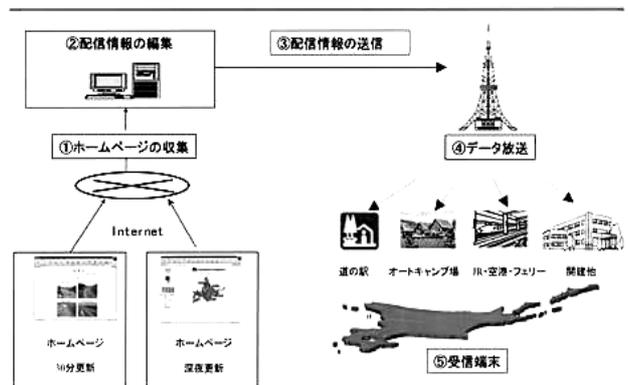
北海道開発局が、道の駅に設置した「北海道地域総合情報システム」で、最新の「ひまわり」の画像や天気図が、2月から見られるようになりました。

設置されている道の駅は、上川郡に12箇所、日高郡には4箇所あり、このほか全道に多数あります。これまでは、ラジオの天気予報を頼りに車を走らせていましたが、小休止の時に確認できるようになりました。モニターの解像度が低いのは残念ですが、雲の状況が分かり、彗星など晴れ間をねらって移動する観



測には便利です。7月の「リニア彗星」に利用できそうです。

北海道地域総合情報システム概念図



上：システム概念図

[http://www.hda.go.jp/hdb/zigyoka/z\\_isystem/top.htm](http://www.hda.go.jp/hdb/zigyoka/z_isystem/top.htm)より

左：端末装置

## 最近の流星電波観測

柴田健一

全国的にFRO(F M流星観測)が行われなくなってから久しい。今は、JA9YDB福井高専アマチュア無線クラブ顧問の前川公男さんが発射している、53.750MHzのピーコン電波を使用した流星観測が主流である。HROと呼んでおり、「H」は「HAM」の頭文字である。全国に十カ所以上の観測点があり、「MURONET」の同報通信網を作って活動している。当初「FFTDSP」というソフトで観測していたが、大川一彦さんが「HROFFT」という、HRO専用ソフトを開発してからは、観測の能率が上がっている。ただし、太陽の活動期に入っている現在は、Eスプラディック層などの影響などを受けいる。

一方、アマチュア無線出身の流星観測者を中心にWGを結成して、電波干渉計の研究が始まった。電波観測の弱点と言われていた、エコー飛来方向

の検出について数年かけて実験していく計画である。HROのほか、京都大学宙空電波科学センターが運営する「MUレーダー」による46MHzの観測もある。

このような新しい流れに、随時研究会が開かれていて、最近では5月3・4日に開催され、「HROの原理と背景」と題して、上記研究センターの中村卓司(地球電波科学部門)先生が講演をしている。

ところで、私はFROを続けている。北海道は観測できないほどFM放送が過密でないため、同じ方法で長く観測することを選択している。また、北海道の場合、著しくEスプラディック層の影響を受けやすいからである。機材が揃わないので、完全自動観測が出来ない事もある。

HROは50MHzバンドが受信できるHAM用受信機が必要であるが、HRO専用機が売り出されるとの情報がある。低価格とのことなので、実験を試みようかと思うが、日々確実に蓄積されていくFROデータ整理が先、と心が揺れている。

### 編集後記

柴田健一

今月は中山さんから写真をいただきました。お忙しくなったようですが、地道に星を見ておられることがわかります。私が編集を始めてから、観測や観望など、直接星に纏わる記事はありませんでした。このような記事は活動のバロメータです。ほかの皆さんからの投稿もお願いします。

柏倉さんからいただいた記事は素晴らしいものです。誰にも分かるような平易な表現には感心させられました。もともと、星に興味を持たれた方とは想像されますが、詳しくご存じであることにも驚きました。すばる望遠鏡見学ツアーが開催されていますが、このような紹介文を読んでの見学は一層理解が深まるでしょう。

柏倉さんの原稿は、生田さんからEメールでいただきました。ワードに張り付けられた写真を、切り出すと画質が低下しましたので、一枚だけ採用させていただきました。ほかの写真は、国立天文台のサイトからのコピーです。ハワイへのファックス送信に手間取り、心配しましたが、中日で許可が下り、晴れての発行です。担当の布施さんありがとうございました。後は、完成品を二部ハワイへ郵送します。

ようやく編集後記が書けるところまで漕ぎつけました。これを書きながら「生田さんが首を長くして待っているかな？」などと想像しています。生田さん、この後の印刷と発行、よろしくお願ひ致します。

## PLEIADES No.129

発行日：2000(平成12)年5月20日 発行：札幌天文同好会 Sapporo Astronomy Club

郵便振替口座：02780-7-31295 名称：札幌天文同好会

事務局：〒078-8331 旭川市南1条通り20丁目1955-3 北電 AP 1-401 柴田健一 方

TEL.0166-35-7891 e-mail: pxi04201@nifty.ne.jp

印刷製本：プリントショップ・メローペ(生田 盛) 発行部数：50