

# 星屑

VOL. 245  
August' 95



上は、1995年7月25日午後1時半ごろ、  
熊本県民天文台のアマチュアカメラで撮影した  
彗星です。写真と比べて下さい。

熊本県民天文台

# 降着円盤について Part 2

荒井賢三

前回、近接連星系においてコンパクト星のまわりに降着円盤が形成され、重力エネルギーが効率よく解放されるということを述べました。今回は降着円盤を持つ天体をコンパクト星の種類に応じて個別に調べてみます。

## 5. 白色矮星まわりの降着円盤

### (1) 新星

新星は1日あるいは2日で10等級から15等級ほど明るくなり、1月くらいでゆっくりと暗くなる星で、その光度曲線を図4に示します。それぞれの曲線が重ならないように縦軸方向少しづらしてあります。典型的な新星の系では白色矮星のまわりを太陽質量の0.5倍の赤色の主系列星が約5時間の周期で公転しています。主系列星を出たガスは内部ラグランジュ点を通って降着円盤をつくり、白色矮星の表面にどんどん降り積もっていきます。そしてガスがある程度たまると圧縮され温度が高くなって水素核融合反応が始まります。

星の中心部で核反応が起こる場合は上層に多量のガスが存在すること、および発生したエネルギーがあらゆる方向に放出されて薄められるために核反応は安定に進行します。しかし白色矮星の表面で核反応が起こる場合は表面に垂直な方向にのみエネルギーが放出されるので爆発的な現象になり、降り積もったガスを一気に燃してしまいます。太陽が100年かけて出すエネルギーをわずか1月で放出してしまうことになります。

これまで同じ新星が2回観測された例はなく、次の爆発までのサイクルは1万年以上と考えられています。

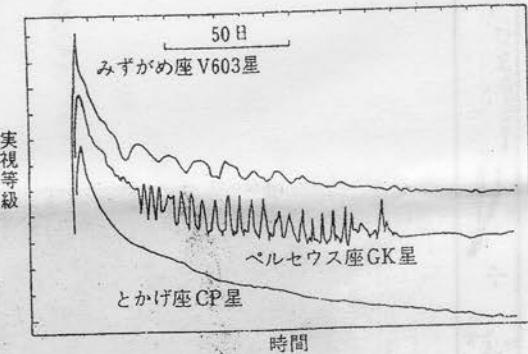


図4 新星の光度曲線

### (2) 再帰型新星

再帰型新星は新星よりも規模の小さな爆発を20年あるいは30年のサイクルで起こしている星です。本質的には新星と同じ白色矮星表面での核爆発ですが、新星との違いは相手の星から供給されるガスの量にあります。

- ・ すなわちガスの降り積もる割合が小さいときには積もったガスは冷えるのに

十分な時間があるので、かなりの量のガスが蓄積しないと核反応にスイッチが入りません。しかしその分、爆発の規模は大きく、新星として観測されます。一方、降り積もる割合が大きいときにはガスの温度は高いままに保たれているので、ある程度のガスが積もった段階で爆発を起こします。したがって小規模の爆発を繰り返し、再帰型新星となります。実際、再帰型新星の相手の星は大きく膨らんだ赤色の巨星です。

### (3) 矮新星

代表的な矮新星であるはくちょう座SS星の光度曲線を図5に示します。この星は約50日の周期で4等級明るくなります。このような短期間ににおける小規模の爆発の繰り返しは星の表面での核反応爆発のモデルではとうてい説明できず、降着円盤そのものが急激に明るくなるものと考えられています。つまり相手の星から一定の割合で供給されたガスは降着円盤の外縁部にため込まれ、そのガスの量がある限界に達すると円盤は熱的に不安定になり、高温に加熱されたガスが一気に白色矮星に落ち込んでいき円盤全体が輝きを増します。

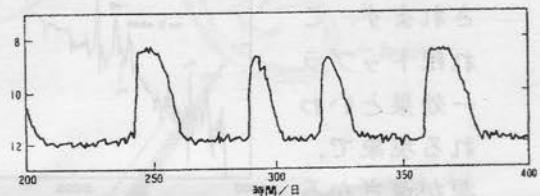


図5 はくちょう座SS星の光度曲線

## 6. 中性子星まわりの降着円盤

### (1) X線バースター

前回述べたように中性子星は白色矮星よりも重力が強いために、それに応じてガスも高温に熱せられ高エネルギーのX線を発生します。典型的なX線バーストの光度曲線を図6に示します。2秒ないし3秒で明るくなり、10秒位で暗くなるということを約10時間のサイクルで繰り返します。これは中性子星表面での核反応爆発と考えられています。

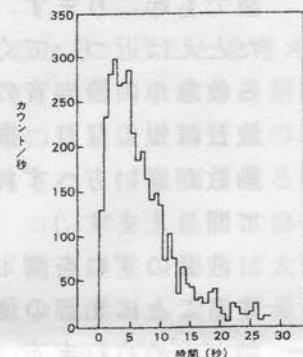


図6 X線バースト

### (2) SS433

わし座にある特異天体SS433のスペクトルを図7に示します。これは前回の高田君の訪問記に書かれていたLick天文台の120inch反射望遠鏡で撮られたものです。まず自につくことは波長6563Åにある水素アルファ線とその両側にシフトした2本の強い輝線です。図7ではこれら3本の線には  $H\alpha$ ,  $+H\alpha$ ,  $-H\alpha$  という記号が付されています。同じように波長5000Å付近にも3本のセット  $H\beta$ ,  $+H\beta$ ,  $-H\beta$  があります。さらにこれらのシフトした輝線の波長が日毎に変化する点が大き

な特徴です。

光を出して  
いる源が運動  
しているとき  
にはスペクト  
ル線の波長が  
変化して観測  
されます。こ  
れはドップラ  
ー効果といわ  
れる現象で、  
源が遠ざかる  
場合には波長  
が長くなり輝

線は赤い方にずれ、  
源が近づく場合には  
波長が短くなり輝線  
は青い方にずれます。  
(ドップラー効果は音  
波でも起こります。  
たとえば近づいてく  
る救急車の警告音の  
波長は短くなり、振  
動数が高い方へずれ  
て聞こえます。)

波長のずれを測定することに光源の運動が求められます。

図8は1978年から1981

年の期間における速度の変化のようすを示します。+が赤い方へのシフト、-が青い方へのシフトを意味しますが、土両方へシフトした輝線が同時に観測されるということは降着円盤の中心部から上下方向に噴出したガスの一方が我々の方へ近づき、他方が我々から遠ざかっているからです。

これらデータに基づいて作られたSS433のモデルを図9に示します。太陽質量の1.9倍の主系列星と1.6倍の中性子星が13日の周期でお互いのまわりを公転しています。降着円盤からは光の速さの0.27倍の速度でジェットが出ており、それは我々の方向と角 $78^\circ$ をなす軸から角 $17^\circ$ 傾きながら、その軸のまわりを164日の周期で回転しています。

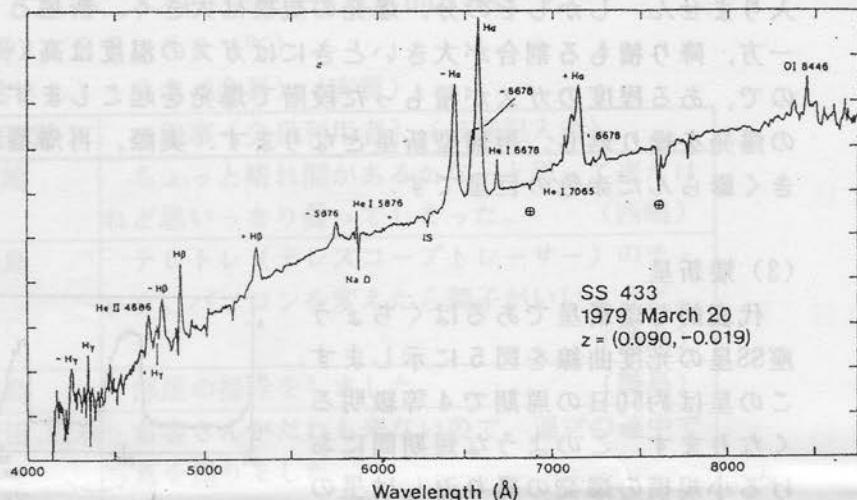


図7 SS433のスペクトル

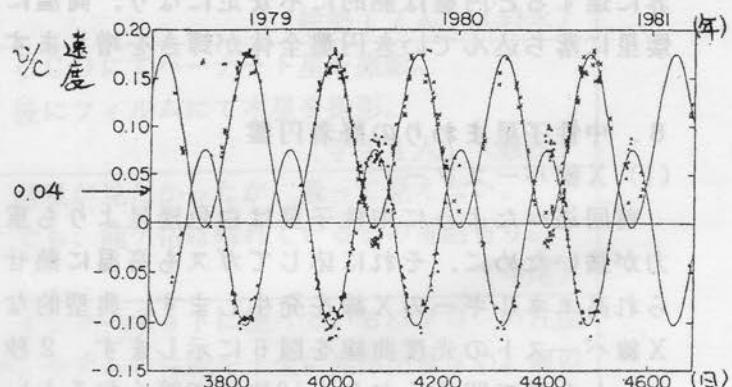


図8 SS433のドップラーシフト

さらに図8にみられる特徴は縦軸の平均値が0でなく0.04もあることです。これは光の速さの0.27倍もの高速で運動しているとき時計の進みかたが遅くなるという相対論特有の現象で、時計の進みが遅くなっただけ1秒間の振動の数である光の振動数が小さくなり、振動数の逆数に比例する波長が長くなるというわけです。

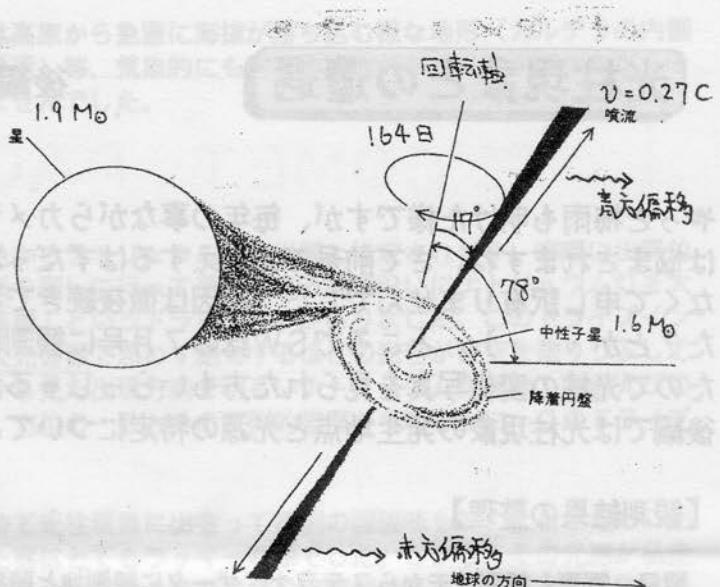


図9 SS433のジェットモデル

## 7. ブラックホールまわりの降着円盤

ブラックホールとは重力が強すぎて光さえも出て来られない天体ですが、そのまわりに降着円盤が形成されるなら、ブラックホールの強い重力によって円盤は非常に明るく輝き、X線ばかりでなくさらにエネルギーの高いガンマ線も放射します。

たとえばはくちょう座X-1がなぜブラックホールなのかということを考えてみます。この系では太陽質量の30倍の主系列星が半径30万kmの円軌道を周期5.6日で公転していて、このことから求められた見えない星の質量は太陽質量の8倍ないし11倍です。見えない星がもし普通の主系列星であるならば観測されるはずだから、これはコンパクト星ということになります。コンパクト星には自分自身の重さを支えることのできる質量に限界があるって、白色矮星の場合は太陽質量の1.4倍、中性子星の場合は約3倍です。したがって少なくとも太陽質量の8倍もあるはくちょう座X-1はブラックホールであるということになります。

ブラックホール自身は決して見ることはできませんが、そのまわりに形成された降着円盤を通してブラックホールの状態を探ることができます。

## 8. さいごに

降着円盤は宇宙において普遍的な天体であります。理論的にはエネルギー変換に関する粘性の詳細なプロセスがほとんど解明されていませんけれど、コンピュータを駆使した数値シミュレーションがなされ、重要な結果が出されつつあります。さらに今後、観測データも質・量ともに充実していくことでしょう。しばらくは目の離せない興味深い天体であります。

やっと梅雨も明けた様ですが、毎年の事ながらカメラやレンズのカビ対策には悩まされますね。さて前号でお伝えするはずだった後編が都合で掲載できなくて申し訳有りませんでした（原因は徹夜続きで私の頭の中にカビがはえた？とか・・・）。ところでSW誌の7月号に観測報告を紹介していただいたので光柱の変化写真を見られた方もいらっしゃるかもしれませんが今回の後編では光柱現象の発生地点と光源の特定についてご紹介します。

### 【観測結果の整理】

翌日、写真と観測メモからステラナビゲータに観測地と時刻の設定を行い光柱の出現位置（正確には屈折源？）を画面上で確認する事が出来ました。

- 1回目：観測地 人吉市の高塚山 山頂直下の駐車場にて  
(東経130度44分 北緯32度09分 海拔580m)  
出現方位と高度 azimuth 320° altitude 36°
- 2回目：観測地 人吉市古仏頂町の国道267号線の路側帯にて  
(東経130度46分 北緯32度10分 海拔170m)  
出現方位と高度 azimuth 337° altitude 37°

（azimuthは南をゼロとした時計回りの角度、altitudeは仰角です。勿論これらの観測方位と高度は相対的な見かけの値です。）

### 【地図上での再現】（次頁の地図を参照下さい）

こ・こいつ、  
世界地図で何するの…?

地図上に真南を基準として観測した方位を直線で記入してみると地図の様に交点がはっきりと確認できます。この交点が光柱の実体（屈折源となる水蒸気や氷粒）の存在場所となります。実際の出現位置は加久藤トンネルを抜けて宮崎県えびの市側へ下るループの手前付近の上空となりました。  
(行った事の無い人には判りにくくてすみません)

東経130度49分 北緯32度04分

もし手元に周辺の地図が有ったら広げてみて下さい。



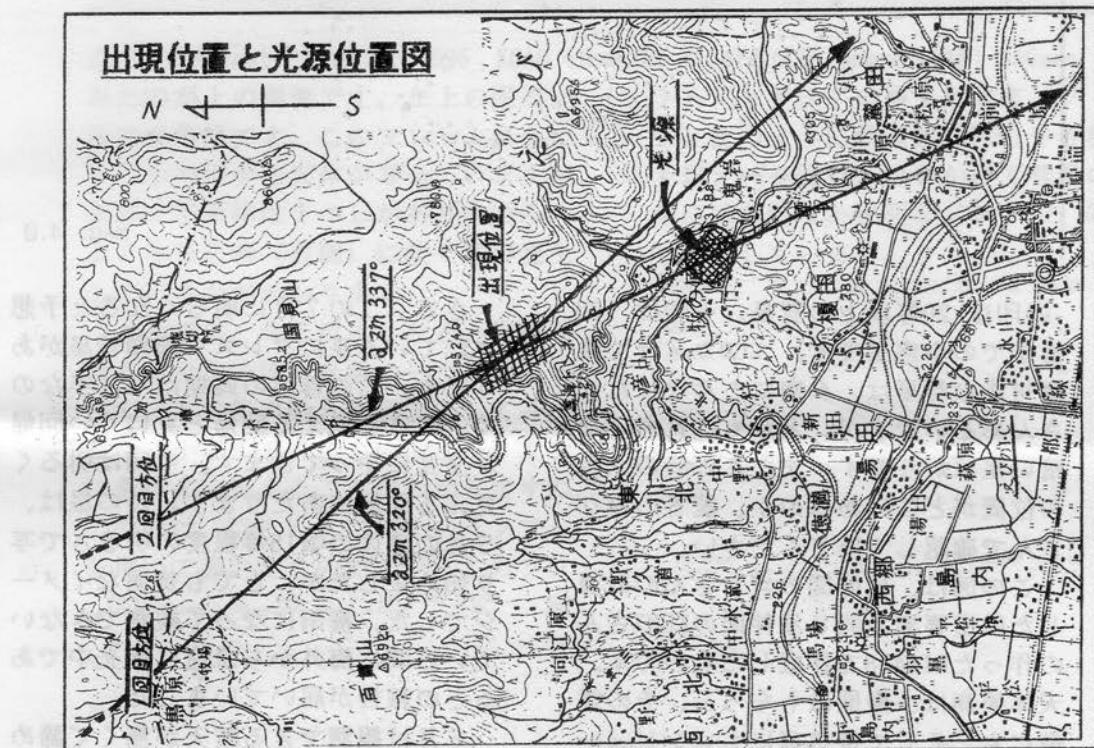
ちなみにこの推測位置の付近は高原から急激に海拔が落ち込む様な地形（カルデラの内側様）で当夜の快晴と曇りの繰り返し等、気象的にも興味深い物がありますが残念ながらそのプロセスまでは推論が及びませんでした。

## 【光源の特定】

さて、光源に関しては写真の色からナトリウム灯が光源と推定されます。実際に出現位置付近で光源となりそうな場所を探しに行って見たところ国道沿いにナトリウム灯を大量に点灯して営業する「××茶屋」というドライブインがありました。このドライブインは近隣でもしば抜けて明るい大光害源で思わず絶句するほどの光芒が夜空を塗りつぶしていました。その他には観測地から見た出現方向で明るいナトリウム光源は、高速えびのインター位しか有りませんが、方位の一致とその圧倒的強度から明らかに、このドライブインと特定できます。

今回は九州地方の山間部で初めて光柱現象に出会って観測の醍醐味も味わえましたし、出現位置と光源の特定まで出来た事はとてもラッキーな事でした。しかし、その光源が私企業の営利行為の故であり、しかも全国屈指の星野を蝕む光害源であった事が複雑な印象を残す結果となりました。美しい物は美しいまま、神秘的な物は神秘のままで観望しておけばよかったですのかもしれませんと一時は思いました。しかし今回しっかりと現象を追いかけた事が結果として光害原を特定したわけで、これが光害問題の小さな提起に役立てばと思います。

出現位置と光源位置図



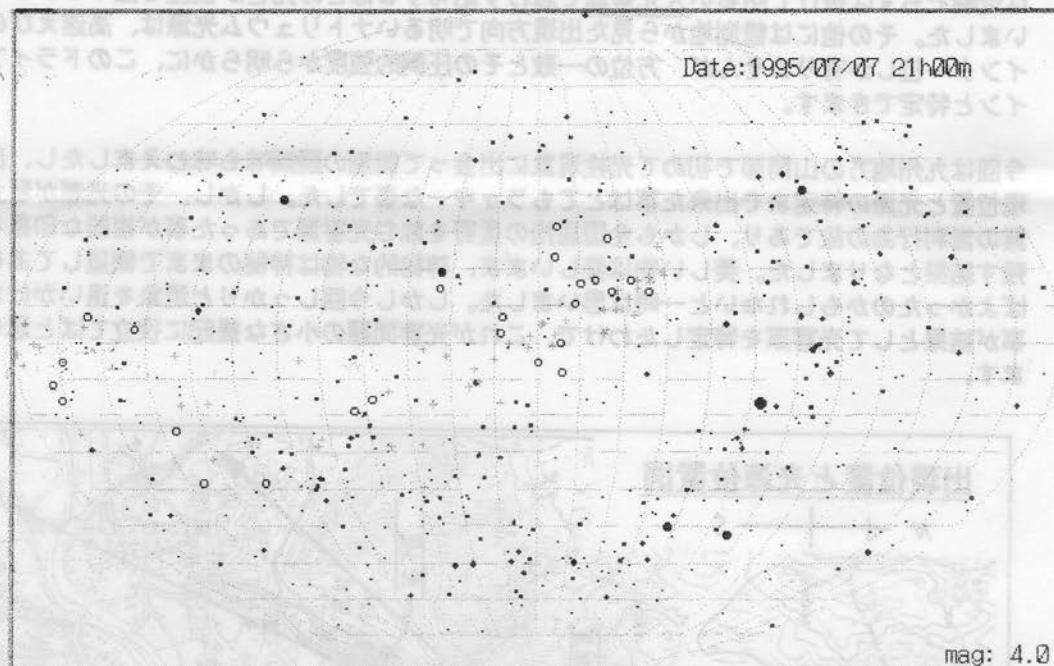
## COMET PAGE

【家やく風光】  
PORCO NIJSE

7月7日は七夕、星祭りの夜ですね、相変わらず淋しい彗星界ですが、21時の空を再現してみました。

Date: 1995/07/07 21h00m

mag: 4.0

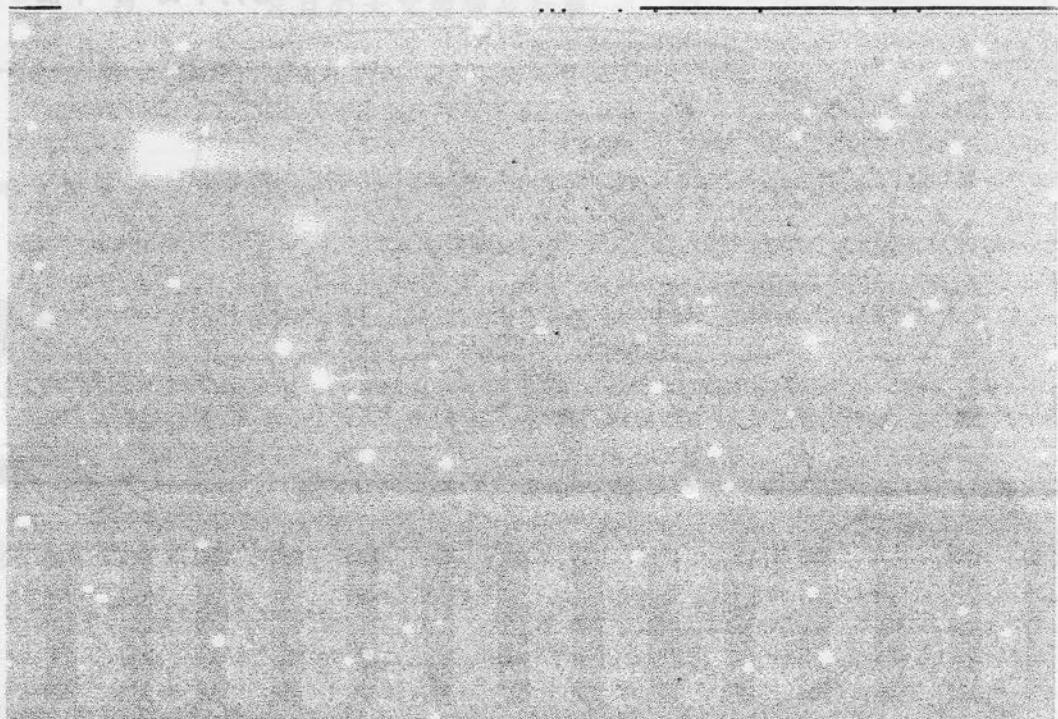


○印は 20等以上の彗星、+印は 100番までの小惑星です。CCDカメラで観測可能な彗星は、夕空にこんなにたくさんあるのですが、どれもこれもみな暗い星ばかりです。またこの日の太陽の位置がどこにあるのか、読者のみなさんで確認してみてください。

この図は、星仲間のゴンさんの計算した軌道要素を同じ星仲間のKENTさんの作ったRISA98で作成したものです。天体観測は、撮像はもちろん、その準備にも、そして後処理にもコンピュータ抜きに語れない時代にもうなっているのです。

さて、この7月に明るくなると予想されている星にダレスト周期彗星があります。この彗星の周期は 6.5年なので、明るく見える回帰と見にくい回帰が交互にやってきます。今回は明るく見える回帰にあたります。この星は、5月の連休の頃18等程度の明るさで写り始めましたが、とても貧弱なイメージでした。梅雨になって観測できないでいる間に海外から急速に増光中であるとの報告が届いていました。

6月は観測できる晴天が無くて諦めていたのですが、幸運にも 29-30日にかけて晴れ上がりました。早速写して

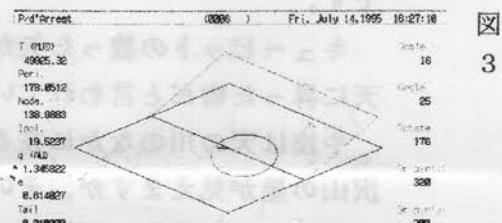


△ 6P/d'Arrest June 30, 1995 KCAO 41cmL/F5 + cold CCD camera EXP: 240sec.

みたのが上の画像です。左上の明るい星は9等星です。このフレームにもいくつかのボケた天体が写っていますが、異動する天体は1つしかありません。よくみると西（右側）に淡く尾が発生しているのがわかります。

この星は、今年明るくなると期待される数少ないほーき星の一つです。そこで、この星の動きを図2にしてみました。小さくて見にくいけれど、夏空に条件よく見えることがわかりますね。この図は、CDP Ver. 1.2というソフトを用いて書いたものですが、このソフ

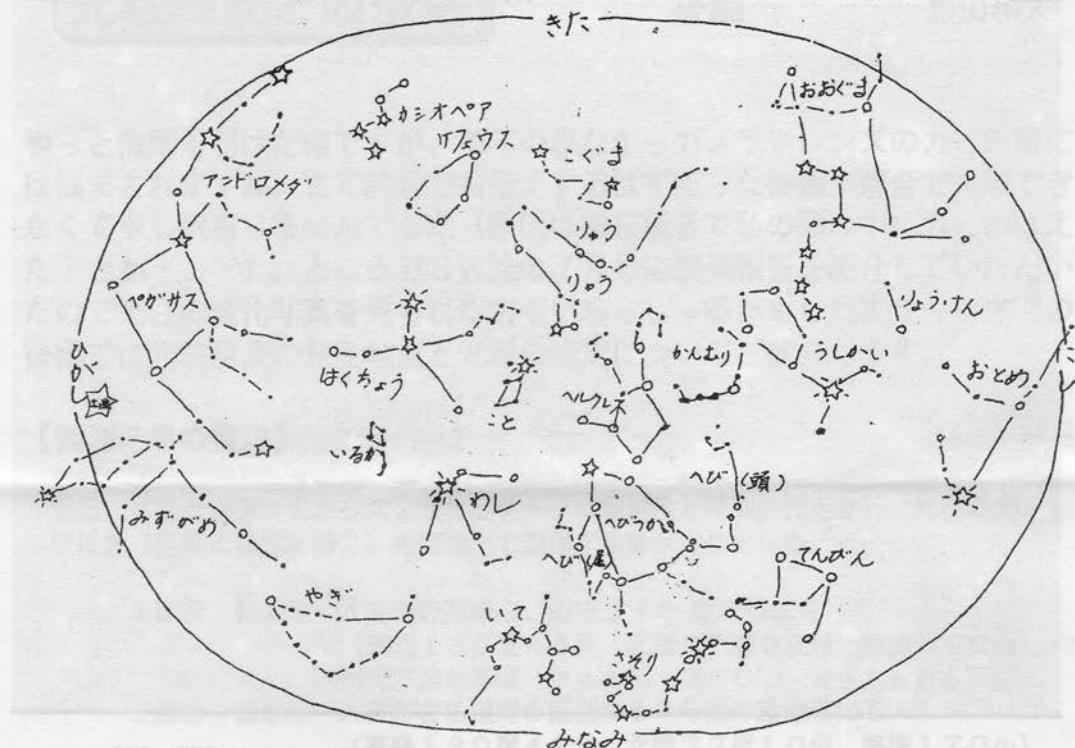
トもアマチュアの作った天文ソフトです。次のように軌道図(図3)や各種の予想データ図(図4)をかけて彗星の考察にはなかなか便利なソフトで、筆者も愛用しています。



# Keikoの星空散歩

8月上旬 ☆ 午後9.00頃

8月下旬 ☆ 午後8.00頃



★1等星 ★2等星 ○3等星 · 4等星以下  
星ピックアッタ☆☆や座 (Sagittaria Sge)

夏の大三角はもう、見つけられますか？織姫・彦星の琴座のベガ・わし座のアルタイルと白鳥座のテネブですね。その中にある、Y字形に並んでいるのはや座です。

キューピットの放った矢が天に昇った物だと言われています。

や座は天の川のなかに在るので、沢山の星見えますが、その中でγ星とδ星の間位の所にM71と言いう球状星団があります。

や座には重星多く、黄色と橙色のα星・赤と青の二重星ε星・三重星のθ星等があります。

天の川には、双眼鏡や望遠鏡で見るばかりでなく、肉眼で見ても楽しい星空がありますよ。



☆

## 8月の天文現象&amp;行事

☆

2日 やぎ座α流星群が極大（出現期間 7/15～8/25）

3日 旧七夕



4日 上弦（12:16）

5日 流星を見る会（19:00～夜半まで）

トークアバウト

8日 立秋 月の距離が最近（362865Km）

11日 満月（03:16）土星の環が消失

土星観測会（19:00～26:00）

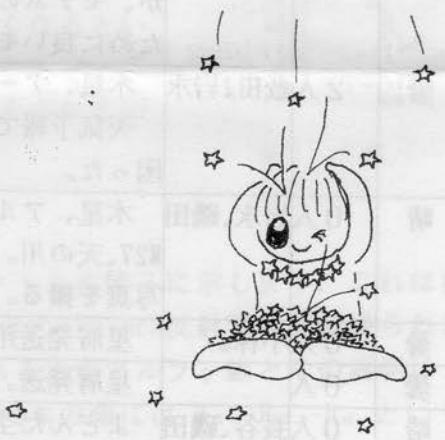
13日 ペルセウス座γ流星群が極大（出現期間 7/25～8/25）

18日 下弦（12:04）

20日 月が最遠（404767Km）

23日 処暑

26日 新月（17:17）



# ～'95年6月天文台運営日誌より～

・開台率：9日（実質）／25 = 36%

・来台者数：3名（お客様）+ 9名（会員）（実質）

日付	天気	来客数	運営	記事〔会員利用者〕（日誌記入者）
2日(金)	曇	0人	西嶋	ちょっと晴れ間があるかなーと思って來たけれど思いっきり曇ってしまった。（西嶋）
3日(土)	雨	0人	艶島	テレトレ（テレスコープトレーサー）のチェック。パソコンを変えたら調子がいいようだ。（艶島）
4日(日)	薄曇	0人	艶島	部屋の掃除をしました。（艶島）
6日(火)	晴跡曇	0人	薮田、岩永	お客様がだれも来ないので、運営の連中で写真を撮りました 〔磯田、山口、小野〕（薮田）
10日(土)	曇	0人	木村、薮田	さっきまで晴れそうだったのですが、やっぱり曇りましたねえ（木村）
11日(日)	晴のち雨		甲斐、艶島	草むしり、望遠鏡取扱説明会、焼き肉、トーキアバウト。夜に入って雨が降る・・・ 〔総勢17人〕（岩永）
14日(水)	晴	0人	薮田、中尾 小林	CCDにてバーナード星を撮影。 後にフィルムにて木星を撮影。 〔学生4人〕（薮田）
16日(金)	晴のち曇	1人	中尾	彗星が見たかったが、曇って見えない。 でも、龍ヶ岳は晴れているとの電話有り。 （中尾）
18日(日)	曇	0人	艶島	インターネットに使っているパソコンの性能が、モデムの性能を十全に發揮出来ない。何のために良いモデムを買ったのやら（艶島）
20日(火)	曇	2人	薮田、岩永	木星、アークトゥルス。The Sky 天気予報では晴れのはずだったのに、曇った。 困った。（岩永）
21日(水)	晴	0人	岩永、磯田	木星、アルビレオ、M13、M57、M56、M71、M27、天の川。だれも来ないのを良いことに、写真を撮る。 〔阿部〕（岩永）
23日(金)	曇	0人	小林 <sub>M</sub>	星屑発送用のゴム印が出来ました。（小林 <sub>M</sub> ）
24日(土)	曇	0人		星屑発送。 〔7人〕（甲斐）
29日(木)	晴	0人	長谷、磯田	よどんだ空。 〔小林 <sub>J</sub> 〕（長谷）

# ☆天文台、夏のイベント情報☆

## ☆イベント名：流星を見る会！！

☆日時：95年8月5日（土）19:00より、夜半まで

☆内容：熊本県民天文台では、塚原古墳公園で、5日～6日にかけて流れ星の観望会をします。お泊まりの方は塚原古墳公園の中にある、指定の場所で、テントが張れます。（天文台の南西側）  
(12日・13日は満月で観望向きの為)

☆雨天対応：雨天・曇りの場合は中止

☆参加料金：無料

☆申込の要：不要

☆参加資格：無し 天文台の機材を使用の場合、要会員資格

☆参加定員：無し 望遠鏡・双眼鏡をもって遊びに来て下さい。

## ☆イベント名：土星観測会！！

☆日時：95年8月11日（金）19:00～26:00

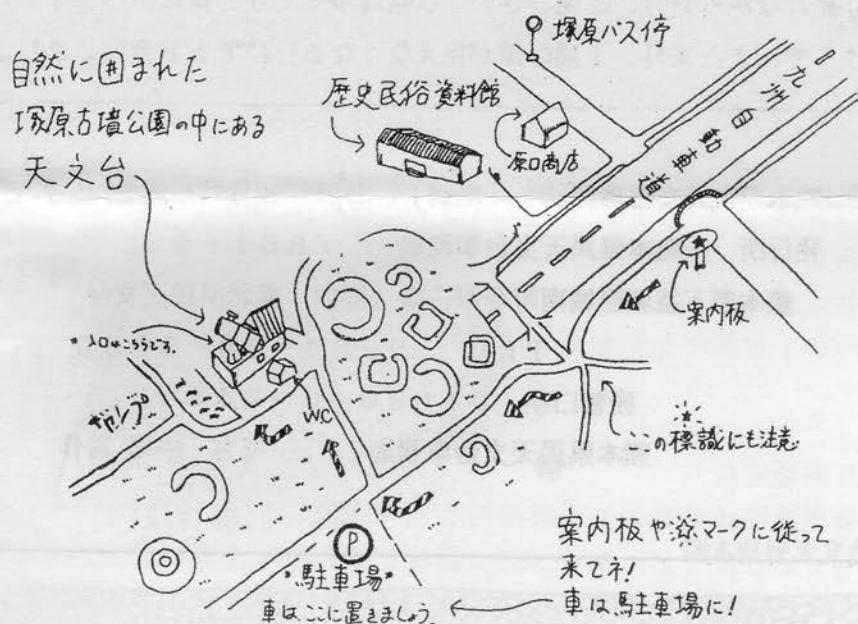
☆内容：今年2回目の土星の環の消失です。15年ぶりの、珍しい現象です。是非この機会に口径40cmの望遠鏡で、消えた土星の環を探して見ませんか？

☆雨天対応：雨天・曇りの場合は中止

☆参加料金：無料

☆申込の要：不要

☆参加資格：22時以降は要会員資格



熊本では5日ほど雨が続きましたが、他にはあまり降りませんでしたねえ。でも、その5日の間に、山のように雨が降って、一部の地域では大変な被害が。自然はこわいです。さて、原稿に追われている（自然もこわいが、原稿がもっと・・・）現在、晴天が続いているが、梅雨はまだ明けていなかったんですねえ。なんでも今年から梅雨明けは、日にちを特定しないとか。私はどちらでも良いのですが、熊本は梅雨明けているとしか思えませんが・・・。セミもワシリシ鳴き始めましたね。車のエアクン入れるとパワーが落ちるので、窓全開で走ったりするのですが、ワシリシとセミの声。いやー、あれこそ効果音の素晴らしいとでも言うのでしょうか？暑さ倍増です。はっはっは、あーぢー。頭に来たので今日クマゼミ捕まえてしまいました。ふつふつふ。昔のカンは、衰えていない。（仕事中になにやってるのでしょうか？？？）その後ちゃんと逃がしてあげましたヨ。だって、車の中でワシリシワシリシって。五月蠅一い。しょうがないので、木に放しました。恩返しにくるかな？（えっお礼参りには来るって・・・殺虫剤で対抗してやる・・・）えーっ、今日のニュースで熊本は、今週の始めに梅雨明けしたー！！原稿を書いている途中でこんなニュース流すなー書き直しばせんと・・・このままで良いかー、気象台より私のほうが当たったぞー。表紙は如何でしょうか。殆ど環の無い土星ですが、七夕の日に撮影した画像です。画像処理とまではいきませんが少しは見れる画像かな？と思っています。いやー、七夕は来台者数沢山、122名だったかな。もうてんやわんや。久々の大入りでした。ゆっくり見れなかつの方、ご免なさい。次回はゆっくりご覧に頂けますよ。でなところで、また来月。土星の環が見えなくなる日にでもお会いしましょう。

熊本県民天文台機関誌 「星屑」 1995年8月号 通巻245号

発行所 熊本県民天文台事務局 〒861-42

熊本県下益城郡城南町塚原古墳公園内 熊本県民天文台

TEL 0964-28-6060

振替口座 01980-0-24463

熊本県民天文台事務局 担当 中尾 富作