

PLEIADES

木星

月
金星
火星

土星



惑星大集合（詳細はP9参照）撮影：中山 正

札幌天文同好会 Sapporo Astronomy Club

目次（No.140 2002年夏号）

1. 銀河の誕生と進化（後藤榮雄）	2
2. 札幌天例会 天文ミニ講座（中山 正）	4
3. 六つの惑星とお月さんや池谷・張彗星はお墓がお好き（中山 正）	8
4. マジョルカ島で見た二つの日時計（後藤榮雄）	9
5. 首里城の日時計（柴田健一）	10
6. 「土星食」の観測（生田 盛）	11
7. ムーンライトウォッチング（コラム）	13
8. 土星食の観測（柴田健一）	13
9. 池谷・チャン 彗星を撮影（柴田健一）	13
10. 2002年3月20日夕方の土星食（由水 伸）	14
11. 盛会裡「定山溪冬の陣」発展を期す（柴田健一）	14
12. ホームビデオカメラの高感度改修（生田 盛）	16
13. 100円ショップにて（柴田健一）	20
14. 編集後記（柴田健一）	20

銀河の誕生と進化

後藤榮雄

銀河は互いに重力によって結び合っている天体の大集団で、恒星の他惑星や微小天体、分子雲、塵、ガス等様々な物質とエネルギーを含んでいる。銀河の質量はマゼラン雲のように我々の銀河系より小さいものから銀河系の10倍もの大質量のものまであるが、銀河にはこれら既知の物質以外に可視物質の質量を遥かに超える未知の物質ダークマターが存在する。銀河の形は様々であり、形や見た目で大雑把に分類すると、渦巻構造が見られない楕円銀河（円形のものを含む）、円盤形で渦巻状の腕を持つ渦巻銀河、大小マゼラン雲のように形が不規則な不規則銀河の3種類に分けられる。また銀河は宇宙空間に平均に分布しているのではなく、泡構造の膜の境界部分に連なるような形で分布しており、膜の境界線が集る節のところに銀河が集ったのが銀河団や超銀河団だという。

銀河のタイプ別頻度は、1980年代後半に出版された本によると楕円銀河が13%、円盤はあるが渦巻構造が見られないレンズ状銀河（楕円銀河と渦巻銀河の間）が22%、棒渦巻銀河を含む渦巻銀河が61%で残り4%が不規則銀河とあるが、最近「ハッブル宇宙望遠鏡」や「すばる望遠鏡」等の大口径望遠鏡で撮影した宇宙の果て（ディープフィールド）にある銀河を見るとその大部分は楕円銀河であり、今では宇宙に数千億個から1兆個あるという銀河の80%は楕円銀河だと考えられている。

距離が50億光年の銀河は今から50億年前の姿で見えており、距離230万光年で肉眼で見ることができる最も遠い天体のアンドロメダ銀河（M31）は230万年前の姿である。仮に宇宙の年齢を120億年とすると100億光年の距離にある銀河はビッグバンが終って20億年後、銀河が誕生して間もない頃の姿を見せてくれていることになり貴重である。このように色々な年齢の銀河が見られるというは光速度が秒速約30万kmと有限だからで、若しも光速度が無敵大であったら過去の姿を見ることは不可能であり、天文学は変わっていたと思われる。

銀河誕生の過程は大きく分けて、ビックバ

ンが終って宇宙が膨張するとき、僅かな密度の揺らぎが原因で分子雲やガスが集まって大きくなって銀河になり、その後分子雲がさらに収縮して多くの星が生まれたという説〔銀河から星へ〕 最初に密度の揺らぎで収縮した分子雲から星が生まれて星団が出来、星団が集って銀河になったという説〔星から銀河へ〕 巨大な分子雲が収縮して回転し扁平になり、その中で星が誕生、それが分裂して多くの銀河に分かれたという説〔大規模構造から小規模構造へ〕の3説がある。銀河系から遥か遠い深宇宙の銀河の大部分が楕円銀河であり、楕円銀河が重い金属元素が少ない種族の星からなっていてその後新しい星の誕生がないのは、銀河形成のころ高密度の分子雲で多くの星が一斉に誕生したため分子雲がなくなってしまい、その後星が誕生しなくなった、ということから考えると、最初に大きな分子雲からなる銀河があってその後星が生まれたとするの説が理に合っている。

遠くにある楕円銀河が新たに星を誕生させるのに必要な物質が足りないということは、渦巻銀河や不規則銀河のa型超新星（白色矮星に伴星から流れ込んだ物質が積もり、その圧力で白色矮星内部の炭素が核反応を起こして爆発する超新星）の方が、楕円銀河の中のa型超新星よりもピーク時の絶対等級が小さい（明るい）ということと関係する。これは楕円銀河の中にある白色矮星の伴星は質量が小さくて流出する物質が少ないため、質量が大きな白色矮星でなければ超新星爆発を起こすことが出来ないためであり、初期質量が小さい白色矮星よりも初期質量が大きい白色矮星の方が、一番外側の層を構成している炭素と酸素の質量の比C/O値が小さいため、超新星爆発時の規模が小さくて暗いという。

ところで渦巻銀河はどうして誕生したのだろうか。渦巻銀河が生まれるには、適度な密度の分子雲と回転力が必要である。回転力は分子雲が収縮するとき揺らぎが原因で得られたと思うが詳しいことは明らかでない。銀河の回転は車輪や円板の回転のように全体が一体となって回

転しているのではなく、銀河の中心に近いところの星も周辺にある星も速度に大きな違いはなく、銀河系内の星の回転速度は中心に極く近いところを除いて 190 ~ 230 km/s である。ということは星が銀河を一周する時間は中心からの距離に逆比例する。星の回転（移動）速度を 220 km/s とすると、半径 5 万光年の円周を一周するのに 4 億 3000 万年かかるのに対して、中心から 2 万 8000 光年の位置にある太陽は 2 億 4000 年で 1 周する。したがって、当初半径方向に星が並んでいる腕があったとしても、時間が経つにつれて中心から離れている星ほど遅れが大きくなり、次第に腕が回転して巻込む形に変わる。しかし、この考え方によると寿命が長い渦巻銀河は数 10 周も回転していることになるが、そのように腕を巻込んだ形の銀河は観測されていない。現在最も有力な説は、渦巻銀河の渦巻構造は、銀河の回転とは別に回転している密度波が作るという密度波理論である。この説は 1970 年代になって Lin と Shu の二人が考えたもので、腕の形は星が運動する角速度の違いによる遅れが原因ではなく、星は同じ角速度で回転する腕を横切って回転しており、たまたま密度の高い腕の部分に来たときにはゆっくり進み、密度が低い腕と腕との中間では早く進むのだという。

渦巻銀河の中心から距離 r のところにある星が速度 v で回転しているときに生ずる遠心力は v^2 / r 、この星に重力を及ぼす中心部寄りの全質量を M 、定数を G とすると、この星に働く力は GM / r^2 となる。渦巻銀河の腕が崩壊しないということは、遠心力と重力のバランスがとれているということなので、この 2 式から $M = rv^2 / G$ が導かれ、軌道の内側の質量を計算できる。計算の結果、可視物質（暗黒星雲や星間ガスを含む）の質量だけでは遠心力に対抗出来ないことが判明し、未知の物質ダークマターの存在が明かとなった。

銀河の誕生はビッグバンから 20 億年程経った頃といわれている。銀河が誕生した頃の宇宙は今よりも小さかったし、銀河もより小さかった筈である。宇宙の年齢を 120 億年と仮定すると、銀河誕生後 100 億年間、銀河は衝突と合体を繰り返して成長してきており、宇宙も膨張を続けて大きくなった。銀河が衝突するとその衝撃波で分子雲が圧縮されて星の誕生が促進される。

巨大な渦巻銀河も衝突の結果生まれたもので、我々の銀河系も衝突、合体の産物と考えられる。

我々の銀河系の近くには肉眼で見える銀河が 3 個ある。一番近いのは、かじき座にある大マゼラン雲で距離 16 万光年、次は巨嘴鳥座の小マゼラン雲で距離は 20 万光年、一番遠いのはアンドロメダ座に見えるアンドロメダ銀河で距離 230 万光年、銀河系より一回り大きな銀河で肉眼で見ることが出来る最も遠い天体である。最近の観測によるとアンドロメダ銀河は時速 50 万 km の速さで銀河系に近づいており、28 億年後には銀河系に大接近するといわれている。いつ衝突、合体するのは諸説があるが、いずれにしても衝突は避けられないことという。そのとき太陽系はどうなるのか、衝突の状態によっては太陽は生き残るかもしれないというが、地球の運命までは判らない。万一、太陽も地球も無事で人類が生存していたとしても、見なれた天の川や星空はなくなり、地球が厳しい環境に曝されることは間違いない。

渦巻銀河も衝突を繰り返すうちに多くの星が誕生し最後には全ての銀河が楕円銀河になるといわれている。そうすると楕円銀河には、遠い宇宙で見られる古い星からなる楕円銀河と、銀河の衝突によってできた重い金属元素を含む種族の星が多い楕円銀河の 2 種類があることになる。また最近の観測で、古い楕円銀河も中心部で活発な活動があるらしいことを考えると、それぞれの銀河が今後どのように進化するのか、解らないことだらけである。

10 年後の完成を目指して日・米・欧が共同で南米チリのアタカマ高原に建設することが決まったミリ波 / サブミリ波電波干渉計アルマ ALMA は 0.01 秒角の分解能と口径 96m の単一アンテナに相当する集光力を持っており、完成すると、誕生直後の原始銀河の発見、恒星や惑星の誕生等を含め、宇宙の構造が飛躍的に解明されるものと強く期待されている。

最近ではコンピュータのシミュレーションで銀河の衝突や星の進化等が見られるようになったが、宇宙には未知の物質ダークマター（暗黒物質）や未知のエネルギーであるダークエネルギーが満ちており、それらがどのような条件でコンピュータにインプットされているのか気になる。まだ解らないものの条件を正しく入力でき

る訳はなく、当然のこととしてコンピュータが創る宇宙の姿は真の姿とは違わずである。一説によると、我々の宇宙は大凡 65 % のダークエネルギーと 30 % のダークマター、それと 5 % の普通の物質からなっているという。また最近の

観測によると、宇宙は加速膨張をしているというが、そのエネルギーは何なのか、加速の原因は反重力だという人もおり、宇宙の謎は尽きることがない。

札天例会 天文ミニ講座

中山 正

今年も例会にて宇宙に関する新聞記事などを紹介していますが、今回は科学雑誌 Newton の記事を中心に最近の宇宙に関するお話を紹介します。

パート 最近の宇宙論について

2001 年 11 月に開かれた宇宙論に関する国際会議（日本人 130 人と海外から 40 人程が参加）でスティ・ブン・ホ・キング博士が『BRANE NEW WORLD』と題する特別講演を行いました。その講演の内容は、宇宙論の世界で最もホットな話題となっている『ブレ-ン(膜)』に関する話でした。我々が住む 4 次元時空は、より高次元の時空に浮かぶブレ-ン(膜)の中に閉じこめられているというものです。

私たちは、3 次元空間の中に住んでいると考えています。しかし、現在は空間の 3 方向のほかには時間という 1 方向を加えて 4 次元時空で生活していると認識されています。ブレ-ンワールドの考え方では、4 次元時空もさらに高次の 5 次元の時空に閉じこめられていると考えます。光は 4 次元時空の中だけしか進めません。しかし、重力子は 5 次元の空間と行き来できると考えます。博士は、大きなサイズをあつかうアインシュタインの一般相対性理論と、ミクロのサイズをあつかう量子論を統一する必要があると考え、量子宇宙論を唱えています。宇宙の始まりから終わりまで説明できる理論は、『TOE (Theory of everything) 万物の理論』と呼ばれています。『その有力候補が M 理論である。』と博士は述べています。この理論はいくつかの理論の集合体でそれぞれ特殊な事象を説明するのに都合の良い理論で、ブレ-ンを使うとそれぞれの理論を統一してあつかうことができそうだと考えています。

ブレ-ン・ワールドの理論では、インフレーションの考えかたも必要がなくなると考えているようです。『私たちは 4 次元の時空に住んでいることを当然のことと思っています。しかし、私たちはろうそくが洞窟の壁に投影した、たんなる影にすぎないのかもしれない。』とも表現しました。どういう意味なのでしょう。この講演の英文の原稿が読みたくなりました。RESCEU 主催のこの国際会議の資料をお持ちのかがおられましたら、お知らせください。

Newton 2002 年 2 月号 より引用

パート 最近の宇宙論について

ブレ-ン・ワールドの考え方をもう少し進めて見ましょう。我々の 4 次元時空の宇宙を含むブレ-ンは、5 次元の時空に浮かんでいます。他にもいくつかの異なるブレ-ンが存在しています。そのブレ-ンの間を重力子（グラビトン）が飛びかっているという時空を考えてみましょう。そこでは、ブレ-ン同士が衝突してビックバンやインフレーションを起こしたり、止めたりしているかもしれません。光はそれぞれの 4 次元空間から飛び出すことはできないと考えます。しかし、重力はブレ-ンを通り抜け他のブレ-ンに到達できると考えましょう。すなわち、光では他のブレ-ンは観測できませんが重力波を利用すれば、原理的には他のブレ-ン（4 次元宇宙）を観測できるでしょう。別の宇宙が存在するとすれば、光では現実の宇宙の姿を見ているので、重力波を利用すると別の宇宙の姿を見ていることになり、それは我々の宇宙の姿ではなく別の宇宙の姿をあたかも同じ宇宙の姿と勘違いして見ていることになるかもしれません。ブレ-ン・ワールドでは、宇宙の膨張と収縮は 5 次元方向にある真空のエネルギー

と、ブレーンの張力のもとになるエネルギーとのバランスで決定されると考えます。ジュネーブで建設中の2005年には実験開始が予定されているLHC(ラージ・ハードロン・コライダー)は、巨大な粒子加速器で陽子と陽子を14TeV(テラ電子ボルト)まで加速して衝突させることが可能です。この装置を使用すれば高次元の存在を実証できる可能性があると考えられています。TeV以上のスケールの実験で、5次元方向へ飛ぶ重力波が観測可能なら・・・

高次元では、重力はより強く作用すると考えられています。そこでホーキング博士は高エネルギー粒子の衝突によって小さなブラックホールが容易につくることが可能だと述べています。1974年ホーキング博士は陽子ぐらいの大きさのブラックホールは、正のエネルギーをもった粒子を放出して蒸発する(ホーキング放射)という理論を発表しました。最後にホーキング博士は『小さなブラックホールはLHCでつくることができるかもしれませんが。そのブラックホールはホーキング放射によって消え、私はノーベル賞をうけることができるでしょう。そして、LHCに向けて私たちはブレーン新世界を発見できるかもしれません。』と、「BRANE NEW WORLD」の特別講演をしめくりました。

佐藤勝彦 東大理学系研究科長は、第5回ビックバン宇宙国際研究センター(RESCU)国際会議の組織委員長を務められ真空のエネルギー(=宇宙定数)について、新たな挑戦が始まったように思いますと述べております。

子どもの頃科学書で見た、ゴム風船が大小いくつも膨らんだような宇宙の想像図を思い出しました。また一つ宇宙の夢が広がったような気がしませんか。

Newton 2002年2月号 より引用

パート 最近の宇宙論について

太陽系の形成については、歴史的なものとして1755年カントが提唱した星雲説、1900年にチェンバリンが提唱した遭遇説(のちにモルトンが補足して微惑星説に、ジーンズとジェフリーズの潮汐説)があります。その後1944年ワイゼッカーが太陽が捕獲した星間物質雲から惑

星ができたという説を提唱。シュミットは星間物質の塵状および隕石状の固体粒子・ガスを捕らえたという説を発表しました。1942年から1946年にかけてアルフェンは、太陽の磁場を基に太陽起源説を発表しましたがいずれもすでに恒星として太陽が誕生していることを前提にしていました。1947年になりホイップルは太陽と同時に惑星が作られる理論を組立直径3万天文単位程度のゆるやかに自転する暗黒星雲から出発しています。1955年になり、ホイール(F・Hoyle)により星間物質の凝集によって太陽系が作られたという理論が発表されました。

現在、「標準モデル」と呼ばれるシナリオがあります。

ガスとチリからなる星間雲が、回転しながら収縮することによって平べったいガス円盤となり、その中心に原始太陽が生れます。

ガス円盤では、ちりが集まって微惑星という多数の小天体ができます。

微惑星同士が衝突・合体してだんだん大きな惑星に成長していきます。

この間の時間は意外と短く、1000万年から1億年くらいと考えられています。

今“ある仮説”がたてられています。銀河系のとあるところで、約46億年前に超新星爆発が起こりました。質量の99%が水素やヘリウムなどの軽い元素のガスで、残り1%がケイ酸塩などの細かいチリ(固体成分)でできている星間雲に重い元素と衝撃波が到着します。星間雲に変化が起こり、密度が増加した部分では重力により収縮をはじめます。この星間雲部分の一部が太陽系誕生の舞台となったという考えが生れてきました。まだ、確証されてはいませんが・・・

太陽質量の約8倍以上の星は一生を終えるとき、超新星爆発を起こし、星の内部で核融合で作られたいくつかの元素が宇宙空間にばらまかれます。宇宙空間には、始めは水素とヘリウムなどの軽い元素しかなく、宇宙では爆発と星形成で現在存在が確認されているほとんどの元素が宇宙空間にばらまかれました。(2001年一番小さな粒子の種類について パート 参照)

太陽と同程度の星は、赤色巨星となり外層のガスは宇宙空間に拡散していき、星間物質の密

度が増加します。そこに、他のブレーン（2002 最近の宇宙論について ・ 参照）から飛んできた重力子によって密度に変化が生じ収縮を始めるかもしれません。

2002 年 Newton 2 月号 / 新訂天文学通論 1973 年版 ほか参照

パート 最近の宇宙論について

超新星爆発の衝撃波によりちりとガスからなる星間雲が収縮を開始し、原始太陽系星雲が誕生しました。中心部には原始太陽が誕生します。原始太陽は、半径で現在の 10 倍・色は赤っぽく・明るさも現在の 10 倍位で、表面温度はおよそ 4000K です。水素原始の電離が進んでいますがまだ核融合反応は始まっていません。原始太陽系星雲はそのまわりを円盤状に回転しています。いわゆる原始太陽系円盤の誕生です。大きさは、半径 100 天文単位（150 億 km、現在の太陽系の大きさは冥王星まで約 40 天文単位、オールトの雲まで約 10 万天文単位）くらいで、円盤からはガスが原始太陽に落ち込み重力エネルギーが開放されます。そのため、円盤に対して垂直方向にジェットが発生しています。原始太陽系星雲が冷却を始めると、ガスから鉱物の粒子が析出し、円盤の赤道上に沈殿します。ケイ酸塩などの大きさが 1000 分の 1 ミリにも満たない無数の固体のちりは、回転するガス円盤の遠心力と、原始太陽の引力を受けて、ちょうど雪が降るようにガス円盤の赤道面にひらひらと舞い落ちます。ちりはくっつき合って成長し、赤道上のちりの密度が増加すると、ちり同士の引力の方が太陽からの引力よりも大きくなります。やがて、直径 10 km ほどの無数の「微惑星」と呼ばれる小天体が形成されます。微惑星はたがいに（右上へ）

（左下から）衝突をくりかえし、原始惑星へと成長していきます。微惑星の数は太陽系全体で 100 億個に達したと考えられています。この頃、チリが段々なくなり太陽のまわりが晴れてきます。この時期を T タウリ段階と言います。微惑星は、お互いの重力（引力）の影響で軌道が交差するようになり、衝突を繰り返します。この時に少し大きめの微惑星が暴走的成長（すべて同じ成長をする秩序的成長ではなく大きい粒子がより早く成長していく成長のしかた）をとげ、ガス円盤誕生から約 100 万年で火星サイズの少数の原始惑星が誕生しました。原始太陽に近い領域では、ケイ酸塩と酸化物の岩石と金属を主成分とする微惑星により地球型惑星ができ、遠い領域では水・メタン・アンモニアの氷やガスが主体の微惑星により巨大な木星型惑星が誕生しました。現在の太陽系の惑星には、次のタイプの惑星があります。

地球型惑星 太陽から 1.5 天文単位以内・金属鉄のコアと岩石のコアと地殻をもつ

木星型惑星 5 ~ 10 天文単位内・大きな固体（氷、岩石）コアのまわりに膨大なガスの層をもつ

巨大氷惑星 太陽系外縁部・大きな固体（氷、岩石）コアのまわりに少量のガス層をもつガス円盤誕生から約 1000 万年ごろ、木星領域にも原始惑星ができ始めます。ガス円盤は、数千万年程度で消失したと考えられており、成長の遅い氷惑星は木星型惑星程大きくなりきれなかったようです。

約 1 億年後、太陽でようやく水素燃焼の核融合が始まりました。

Newton 2002 年 2 月号 / 改訂版 ニュートン別冊 太陽系大図鑑 ほか参照

パート 最近の宇宙論について

地球型惑星

軌道長半径 (AU)	公転周期 (年)	離心率	傾斜角 (°)	赤道半径 (km)	質量	平均密度 (g/cm ³)
水星 0.38710	0.240852	0.20563	7.0050	2440 km	0.05528	5.43
金星 0.72333	0.615207	0.00677	3.3947	6052 km	0.81500	5.20
地球 1.00000	1.000040	0.01671		6378 km	1.00000	5.52
火星 1.52368	1.880866	0.09340	1.8497	3397 km	0.10745	3.93

AU：天文単位 地球軌道の長半径 149,597,870 km

水星は地球型惑星の中では質量が最も小さい惑星です。さらに、重力による物質圧縮効果を取り除くと水星は平均密度が最大の惑星です。これは、水星が金属鉄(鉄・ニッケル合金)のコアを持つためと考えられています。地球型惑星の内部構造は、岩石質のマントルと金属鉄質のコアからなると推定されています。金属鉄は、密度の大きな物質なので、惑星の中心部に沈んでコアをつくります。地球のコアの大きさは半径の約 1/2 ですが、水星は約 4 分の 3 に達すると推定されます。成因として、材料物質のちがいとすする説と巨大衝突説がありますが、最近、数値シミュレーションによって金属鉄質のコアと岩石質のマントルからなる原始惑星同士の大規模な衝突による大きなコアを持つ惑星の形成の過程が示されました。さらに、水星には「リンクルリッジ」と呼ばれる数キロの高低差のある断崖地形が見つかっています。長いもので 500 km にもなります。この地形は水星だけにしか発見されていない特徴です。水星の形成後水星が冷えて収縮したときにできた しわ のようなものだと考えられています。水星は小さな惑星なので速く冷却します。全体の冷却にともない表層が収縮し、しわ がよったと推測されます。水星には大気がなく、昼夜の温度差が極端で、昼は 430 、夜は - 170 の世界です。表面の様子は月に似ています。最大のクレ - タ - カオリス盆地は同心円状の構造をもつ多重クレ - タ - で、直径約 1300 km。水星直径の 4 分の 1 に相当します。軌道離心率が高く太陽との距離が 1191 km も変化します。公転周期 87.97 日。自転周期 58.65 日で水星の一昼夜は約 176 日になり近日点では 2 公転ごとに必ず同じ面が太陽に向きます。

地球の 1 % 程の固有の磁場が有ります(液体コアの存在を推測)。クレ - タ - には日の当たらない永久影が考えられ、- 210 に保たれた氷が何十億年も存在しているかもしれません。

Newton 別冊 改訂版太陽系大図鑑

Newton 2002 年 2 月号 やさしい天文用語事典
天文年鑑 天文観測年表 理科年表 新訂天文学通論 第一版(昭和 46 年)ほか 参照
パート 最近の宇宙論について

地球型惑星

次に金星を観てみましょう。表面の大気は約 90 気圧で 96 % が二酸化炭素です。地表面温度は地形により 420 ~ 485 で、濃硫酸の雲におおわれた灼熱地獄ともいうべき環境です。金星の大気は、地上から 50 ~ 70 キロの高度に濃硫酸の雲(霧に近く濃硫酸の液滴からなる)があり、上層大気と下層大気に分けられます。濃硫酸の雲には硫黄の粒子が混じっていて黄色みがかっています。濃硫酸の雲は、金星の自転周期 243 日の 60 倍の速さである 4 日間で金星を一周します。金星はガス円盤誕生からおよそ 100 万年後には火星サイズ(現在の約半分)の原始惑星に成長していました。このころ微惑星の衝突のエネルギーにより地表が暖められ、水蒸気と一酸化炭素の原始大気が形成され、大気の温室効果により地表が高温になりマグマの海におおわれます。やがて微惑星の衝突が終息に向かうと原始大気と地表は冷え始め、マグマの海の表面には地殻が形成され始めます。さらに、冷却が進むと水蒸気が凝結して大量の雨となり、海が形成されます。ガス円盤誕生からおよそ 1 億年後にガス円盤が消失し太陽系の惑星は独り立ちしていきます。その頃太陽では水素の核融合反応が始まります。太陽が核融合反応を始め明るくなり現在の値に近づいたころには、地表の温度は再び上昇します。海は蒸発をはじめ、水蒸気は太陽紫外線によって水素と酸素に分解されます。水素は金星圏外へ失われ大気中には二酸化炭素が残ります。二酸化炭素の大気の温室効果で地表は高温になります。ホットスポットによる火山活動が活発におき、やがて、濃硫酸の雲が形成され、現在の金星がほぼできあがります。NASA の金星探査機「マゼラン」の調

査からガス円盤誕生から 39 億 ~ 44 億年 (今から 7 億 ~ 2 億年前) 後に大規模な火山活動がおこったことがわかっています。金星のクレータは 900 個程度ありますが、噴出した溶岩流が他のクレータを埋めてしまったと考えられます。それらの溶岩流に含まれる黄鉄鉱が二酸化炭素や水と反応して大気中に亜硫酸ガスを増やし硫酸の微粒子の雲をつくることになります。金星の表面はなだらかな平原が 60 % を占めます。残りは高地と低地の 3 つに分けられます。高地は平均面の 2km 以上の高度の地域で 13 % を占めます。残り 27 % が低地となります。金星で最も高いのは平均面から 11km のマックスウェル山で、最も低いのは約 1 キロのダイアナ谷です。(地球では大陸地殻と海洋地殻の高度差は約 5km です。) 興味深い地形として、直径 25km、周囲からの高度 500 ~ 750 m のパンケーキ状の火山性ドーム地形、直径 200 ~ 1000 キロの円形の構

造をもつ地形で「コロナ」と呼ばれるものや双子やそれ以上のマルチ・クレータもあります。また、3km 以下のクレータは発見されていません。金星表面は、硫黄や鉛、スズが溶けてしまう気温なので、沸点約 300 の水は惑星表面には存在できません。金星の大気は地上から約 100km まで、96 % が二酸化炭素、3 % が窒素で 0.1 % が水蒸気です。地球の大気には 0.2 % の水蒸気が含まれていますので、大気も地球より乾燥しているといえます。また金星の自転速度は 243.0 日で逆まわりです。金星の自転速度が遅いため磁場は地球の 10 万分の 1 程度しかありません。金星の内部構造はまだ詳しく解っておりません。1990 年から NASA の金星探査機「マゼラン」の観測した重力分析データの今後の解析により、地形と重力の相関関係から内部構造が明らかにできるかもしれません。

六つの惑星とお月さんや池谷・張彗星はお墓がお好き

中山 正

1980 年に乙女座付近に一直線に土星・木星・金星・水星・月が並んだことがありました。その時、世間では 1999 年のノストラダムスの予言が取り沙汰されており、惑星直列とか、グランドクロスとか騒がれていたことが思い出されます。昨年ぐらいから月と惑星の接近が多く、惑星同士も接近していました。2002 年も 4・5 月と惑星が接近しましたが、5 月上旬は天気に恵まれず、14・15 日にやっと観ることができました。場所は、厚田村にある桜の名所「戸田記念公園」という墓地です。残念ながら、公園内は 5 時ぐらいで閉園となります。桜と一緒にと言うわけにはいきませんでした。すぐ近くに風車が二基あり、海岸段丘に囲まれた前景を楽しみながら、戸田記念公園の裏門のゲートの前でとても美しい夕日を観ながら木星・月・金星・火星・土星・水星(?)そして地球を一度に観ることができました。こんなことはめったに無いと思います。今年は、仕事と重なり観測らしいことは何もできませんでした。やっと星が観れ



池谷・張 彗星

2002 年 3 月 13 日 18 : 49

ペンタックス SP 50mm F1.4 開放 15 秒 フジ S800

たという感じです。水星に関しては、水平線に雲があり双眼鏡では確認しましたが、プリントでは確認できませんでした。

ところで、星空のきれいな所には、いつも「お墓」があります。茨戸霊園では22年前に惑星大集合を見ました。札幌霊園は光害と海風の影響が少なく星が観やすい場所で、池谷・張彗星の雄姿を撮影しました。また、石狩霊園では札幌の夜景が星とともに綺麗です。さらに表紙の惑星大集合を撮影した戸田記念公園も墓地です。遠出して気が付くといつも”お墓のそば”なんです。惑星や彗星そして星達はお墓が好きなんですかね。それとも、お墓がお星さまを好

きなんでしょうか。宇宙からみればそれ程遠くない将来、私もお墓の中で一晩中星を見ているのでしょ。

表紙写真データ：惑星大集合
火星と土星は印刷にでませんでした。
詳細は本文を参照して下さい。

2002年5月15日ペンタックスSP 35mm F3.5
25秒 フジS400
戸田記念公園（厚田村）撮影：中山 正

マジョルカ島で見た二つの日時計

後藤榮雄

今年5月のスペイン観光旅行のとき、地中海に浮かぶマジョルカMallorca（マヨルカともいう）島を訪れた。マジョルカ島は1838年10月から翌年2月までポーランドの作曲家ショパンが恋人ジョルジュ・サンドと暮したことで有名で、パルマの北30kmにあるバルデモッサの修道院跡にはショパンが使っていたピアノや直筆の楽譜、デスマスク等ゆかりの品々が遺されている。この島は年間数百万人の観光客が訪れるヨーロッパの一大リゾート地であり、ゴシック様式の大寺院、世界一の地底湖（塩水）を持つドラク（ドラゴンの意）鍾乳洞、ミロ美術館があり、パルマ港にはクルージング用豪華客船やヨットが多数停泊している。



島に着いた翌日の17日の午後、港の周辺を散策しているとき、漁港前の小さな緑地に大きな石造りの日時計を見つけた（写真1及び2）。大きさは幅が1.2～1.3m程、台座を含む高さは3.5～4m程で上に風見鶏が付いている。位置は写真から読み取れるが、東経2度38分、北緯39度34分とある。上部の文字“ANY”は年、“MC MLXXVIII”はローマ数字で1978、これを建てた

年と思われる。下部の“TEMPS VERTADER”は直立の時計という意味と思うが、私の小さな西和辞典には載っていないので正しい意味は解らない。フランス語でTEMPSは時間のことだが...

この日時計は変っている点が二つある。一つは日時計が道路に平行して建てたためか真南を向いていないことである。写真1にデータが写っているが、表面は真南から40度23分西の方向を向いている。写真2はその裏面で、面は真北から40度23分東を向いている。つまり午前中の早い時間は北東を向いている面を使い、昼近くなってから南東を向いている面を使うことになる。北京の故宮には太陽が北天にあるときと南天のときで面を使い分ける日時計があるが、これは太陽の方向（真北を0度として東回り）が130.4度になると使う面が変わるとい、なんとも変わった日時計である。太陽の方向が130.4度になる時刻は9時3分（12月5日前後）から11時38分（6月27日前後）までで季節によって大きく変化する。



写真 1



写真 2

スペイン（カナリア諸島を除く）は東経 4 度付近から西経 9 度付近に位置しているが、中部ヨーロッパ標準時（世界時 + 1 時間）を採用しており、このため 4 月から 9 月の夏時間中は日没が遅い。そのためもあってか昼食は午後 2 時頃から、夕食は午後（8 ~ ）9 時頃からとなっていて、日本からの旅行者は食事が待ち遠しいということになる。

この日時計の変っている点の二つ目は、影を作る元になるもの（棒ではないので何というのか？）が垂直でなく斜めにセットされており、影が細い直線となる時刻は午後 3 時 30 分頃となっていることである。写真 1 には都合よく細い影が写っていて午後 3 時 25 分を指している。これは日時計の向きが真南から 40 度 23 分西を向いていることと、標準時が地方平均太陽時より 49.5 分遅れているためで、この 49.5 分は世界時との時差 60 分から経度 2 度 38 分（E）に相当する時間 10.5 分を減じたものである。また、時刻を示す直線を横切っている曲線と影の先端の位置によって月日とその時の太陽が位置する星座が分かるようになっている。いまどき月日を日時計に頼る人はいないが、教育用としては十分価値があると思えた。なお、敷地が無いわけではないのに、何故面を真南に向けず、設計が

面倒な日時計にしたのか、設計者の遊び心がこのようなものを作らせたと思われるが、真偽の程は判らない。

ところで、パルマ港の北側、前述の日時計から 250m 程南東、大寺院を出て海岸通に出る手前にある小さな三角形の分離帯にもう一つ日時計がある。位置は東経 2 度 40 分、北緯 39 度 34 分とあるが、前の日時計との経度差が大き過ぎる（実際の差は 0.15 分）。こちらは直径が 5m 程の水平型だが影を作る棒も板もないので、一見日時計だと分らない。大きな円盤の周辺には目盛りがあり中央の南北の線上に月日を書いてあり日時計らしく思えるが、どうして時を知るか分からなかった。その仕組みが分かったのは、帰国後に写真に撮ってきたプレートの説明を読んでからで、影を作るのは自分で、月日を書いてある場所に立つと自分の影が真太陽時を示してくれる人間日時計であった。なお、平均太陽時（中部ヨーロッパ標準時）への換算値も付いているが、値は、（世界時との時差 60 分） - （経度（E）10.7 分） - （均時差）であり、1 月 20 日：+60 分、2 月 19 日：+63 分、3 月 21 日：+57 分、4 月 20 日：+48 分（以下、略）となっていて正しい。

首里城の日時計

柴田健一

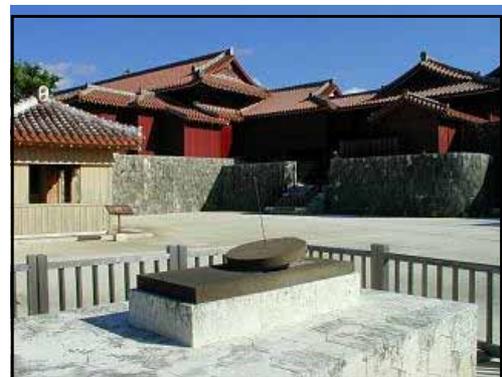
3 月 1 ~ 4 日まで、沖縄を観光してきましたが、日時計を見つけましたので紹介します。

1. 日影台

首里城を訪れた時、沖縄戦で破壊され平成 12 年に復元された「日影台」と呼ばれていた日時計を見つけました。日影台の仕組みは、十二支が刻まれた日影板（石の円盤）に銅製の棒が取り付けられ、その日影によって時刻をはかるようになっていたと考えられています。琉球王国時代の首里城では、正午およびその前後の時刻をこの日影台で、詳しい時刻を漏刻（水時計）で計り太鼓をたたいて知らせていました。

なお、日影台の時刻板（石の円盤）を支える方式は、わかっていないそうです。また、日影台

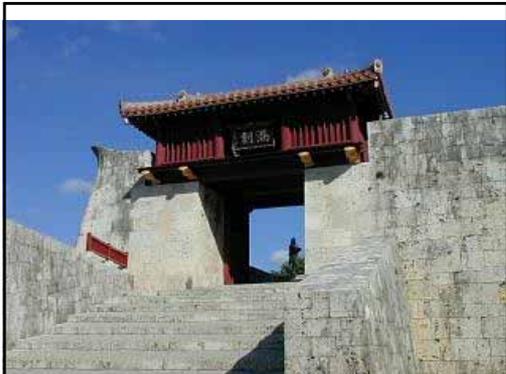
の示す時（地方太陽時）は、日本標準時に対して約 30 分遅れています。



復元された日時計
指針は北を向いている
後方は北殿の裏側

2. 漏刻門

漏刻とは中国語で水時計という意味です。この門の上の檣の中に水で時間をはかる水槽（水時計）が設置されていました。この門は別名



漏刻門

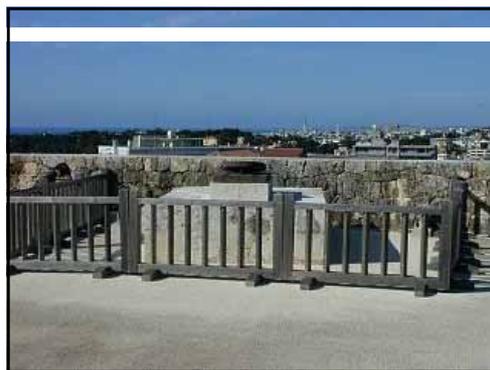
かつて檣の上に水時計があった

この門をくぐると左手に日時計がある

「かご居せ御門」(かごいせうじょう)ともいい、かごで登城することを許されていた身分の高い役人も、この門でかごをおりて国王に敬意を表したそうです。創建は15世紀頃で、老朽化のため昭和初期には撤去されていましたが、平成4年に復元されました。

3. 首里城について

琉球王朝文化の象徴であった、首里城は1945年の第二次世界大戦で焼失しましたが、沖縄県人の熱い思いにより1992年、復元されました。それは、独立国としての歴史と文化に育まれた琉球王朝の繁栄を窺わせる素晴らしい建造物で、日時計は8年後に復元されています。日時計を



日時計の後方にあるのは嘉手納の海岸線
設置してある広場から北を臨むと、嘉手納の海岸が見えます。ここからアメリカ軍が上陸し、日本人とアメリカ人はもとより、イギリス人・台湾人・朝鮮の人たち236,095人が亡くなったことを思うと胸がつまりました。この日時計が二度と沖縄戦のような戦禍を見ることなく、天の運行だけを見守っていただけることを願わずにはいられませんでした。

4. 沖縄の思い出

沖縄は6年前に訪れたことがあります。今回は、全く食べられなかった「そうきそば」を毎日食べたり、飲みにくかった「泡盛」もたいへん美味しくいただきました。北海道にはない沖縄の素晴らしい文化に触れ、思いがけなく日時計が見られたりした楽しい4日間でした。3月初めとしては暖かく24もありましたが、泳ぐまでには至りませんでした。3度目に行く時は、終日プライベートビーチで泳ぎたいです。

「土星食」の観測

生田 盛

3月20日(水)夕刻にあった「土星食」(月が土星を隠す現象)について報告いたします。当日の天候は、低気圧の接近にともない不安定でした。シーイングは悪く、風も10～15m/sと強く、ドームも激しく振動し、録画画像も不満足なものとなりました。

1. 観測方法

(1)方法 ビデオカメラによる録画観測で、時刻基準にはNTT時報を使用しました。

(2)場所 札幌市西区琴似

141.17.55.0 E 43.04.26.4 N H=30m

2. 観測機材

(1)望遠鏡

C14(35cm F3910mm)

アストロイックSP150(15cm 1800mm)

(2)ビデオカメラ

Sony TR3000(改修) HI-8 方式 直焦点撮影

Sony TRV17K miniDV 録画専用

- (3)赤道儀：恒星時運転
 (4)時刻基準：NTT時報を音声右トラックに、左トラックにはコメントを録音

3. 気象条件

シーイング：2/5 透明度：2.5/5
 気温：2 雲量：5/10

4. 潜入・出現時刻 2002年3月20日 (JST)

(1) リング潜入開始・完了時刻

潜入開始予報：19時16分35秒
 観測：19時16分33秒
 潜入完了予報：19時18分27秒
 観測：19時18分20秒

(2) リング出現開始・完了時刻

出現開始 予報：20時21分02秒
 観測：20時21分06秒
 出現完了 予報：20時22分34秒
 観測：20時22分34秒

時刻精度：総合誤差±0.5秒程度
 予報は全て国立天文台の相馬氏による。

5. 潜入・出現の画像



潜入前



潜入 1



潜入 2



潜入 3



通過部分



出現 1



出現 2



出現 3



4月20日 第1回ムーンライトウォッチング

土星食の観測

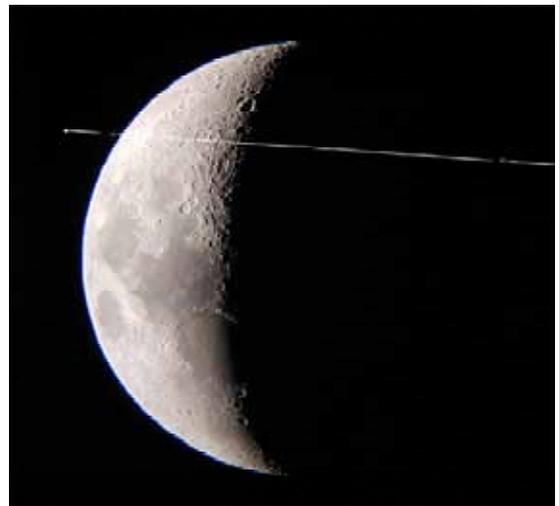
柴田健一

3月20日夕刻は薄雲が流れて不安定な天気でしたが、食の頃だけは晴れてくれました。撮影の合間に双眼鏡で覗きましたが、地球照が綺麗でした。昨年の土星食・木星食はビデオで撮影したので、今回はデジカメで撮影しました。

写真は、潜入と出現を1枚に重ねたものです。時刻は入りませんが、「きちっと」写っているのはデジカメの特徴で、気持ちが良いものです。

10cm屈折赤道儀 (f = 920mm) + XL28 + CAMEDIA C-2020Z

撮影場所：札幌市清田区里塚緑ヶ丘 11 丁目 4-16 (自宅前)
(E=141° 28' 42.1" N=42° 59' 15.1" EL=80m)



池谷・チャン彗星を撮影

柴田健一

池谷-チャン彗星を撮影しました。機材はボーグ76ED+デジカメです。日々暗くなる光度5等級の頃ですが、望遠鏡で見ると、薄い尾と好対照に背後の恒星が真珠のように輝いていました。露出16秒のデジカメ画像を4枚コンポジットすると、尾も浮きでてリアルになりました。

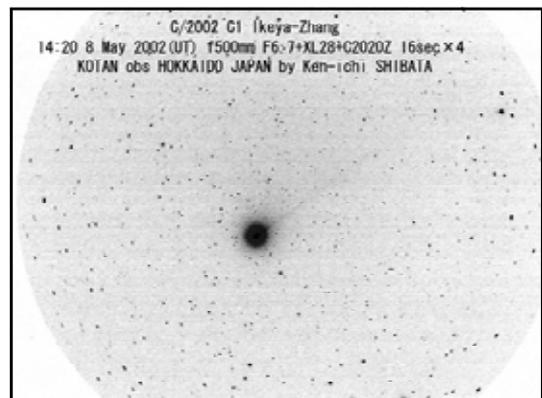
池谷・チャン彗星 (右)

76ED (f500mm) + XL28mm + CAMEDIA C-2020Z + アトラスク

赤道儀ノータッチガイド 16秒4枚合成

カラーから白黒反転へ変換

2002年5月8日 23:20 撮影地；古潭観測所



2002年3月20日夕方の土星食

由水 伸

由水会員のHP <http://www.asahi-net.or.jp/~cw6s-ysmz/saturn2/>から紹介します。



潜入前の土星

2002.03.20 19:17:20 1/60 102mm屈折



地球照と半分隠れた土星

2002.03.20 19:19:48 1秒 102mm屈折

盛会裡「定山溪冬の陣」発展を期す

柴田健一

「定山溪冬の陣」と呼ばれ、7回目を向かえた「北海道地区流星観測者会」が2月9～10日札幌市の定山溪温泉で開催されました。晩酌付きの夕食後、しし座の流星雨について、深夜まで、熱心な発表がありました。高校生天体観測ネットワーク (Astro hs)が函館や帯広で撮影したN100カメラによるビデオ観測・北海道各地のビデオや眼視などによる集計、天体写真の職人大高光司さんのしし座流星群、観測不能に陥った50MHz電波観測の様子などが発表されました。また、超新星「2002AN」発見の様子を名寄市立木原天文台の佐野さんが発表。木星食と土星食について生田盛さんが紹介。笹野さんからは、北海道を縦断する小惑星によるポルックスの星食観測が呼びかけられました。

温泉に浸かりながら、流星を中心に発表と懇親を重ねてきたこの集会は、今回で終了します。今後は、北海道内のプロ・アマを問わず成果を

交換できるオールマイティーな天文の成果発表会に生まれ変わります。天文ファンの懇親が深まると同時に、北海道内の天文活動全体がレベルアップすることを期待しております。



次回から佐野康男さん(後列中央)が実行委員長

2002年 第7回 定山溪冬の陣 プログラム

15:00 チェックイン

受付後、夕食まで自由(入浴)

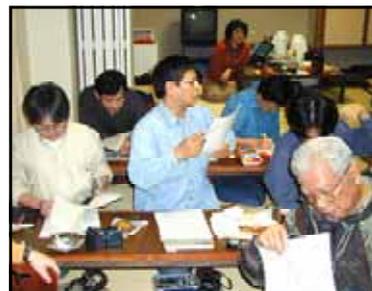
- 17:30 夕食(晩酌つき)
- 18:30 自己紹介:3-5分/人
フリーマーケット
ミザールビデオ撮影アダプター 1点即売
フレーム付きしし座流星群組み写真 1点即売
「'01年しし座流星群 - 流星雨のメカニズム」(ビデオ) 5点即売
- 19:15 発表1:柴田健一
「2001年しし座流星群のおさらい」
- 19:45 発表2:生田 盛
「木星食・土星食ビデオ観測」(自宅天文台で撮影した35cmによる潜入と出現)
「しし-GUAM」(ビデオ)(本物の雨に遭遇しましたが、晴れ間から流星の閃光を観測しました)
「ビデオによるフィンランドのオーロラ」
(2001年3月29日、サリーセルカで見たオーロラを、高感度ビデオで撮影)
- 20:20 発表3:児玉広幸
「しし座流星群の観測 2001」(鶴川町で行った、眼視計数・写真・ビデオ(I・I)による観測結果の発表)
- 20:40 発表4:柴田健一
「木星食・土星食のビデオ観測」(10cm屈折による撮影)
「2001年しし座流星群ビデオ観測(北極星野・輻射点)」(N100とB05カメラによる出現数の集計、および流星雨の実況中継)
「岡本洋一氏撮影によるしし座流星群痕のビデオ」紹介(タイムラプスビデオによる流星痕、SPD-CCDについて生田さんが解説)
「2001年しし座流星群の電波観測」(HROFFTの観測機材や観測不能時の画面を紹介)
- 21:20 発表5:雁沢夏子
「2001 Astro Hs 函館合同観測会」(70名の高校生が眼視・ビデオ・電波観測に挑んだ。眼視観測では北と南に差が見られた)
- 22:00 発表6:殿村泰弘
「'01年しし座流星群 - 流星雨の出現の謎に迫る」(ビデオ)(瀋陽で撮影したビデオを利用して、アッシャー理論を解説)
- 22:30 発表7:大高光司
「しし座流星群写真集」(大樹町晩成牧場で撮影した写真は逸品)
- 23:00 発表8:佐野康男
「2個目の超新星『SN2002an』発見の経緯」(観測機材・サーベイの方法や発見時の様子を紹介)
- 23:20 発表9:笹野一規
「小惑星(55)パンドラによるポルックスの掩蔽を観測しよう」(4月7日、1.2等級が最長4.8秒間減光するビックイベントが札幌近郊を通過する)
- 23:30 発表10:「しし座流星群2001」(AstroArtsビデオ)鑑賞
- 24:00 記念撮影・朝まで自由(入浴・宴会)
生田さん持参の、新星発見お祝いウイスキーは、みんなで飲んでしまいました。
佐野さん、ごちそうさまでした。
- 27:30 就寝 ……
- 2月10日(日)09:00 新しく生まれる北海道の天文集会について紹介(佐野)
- 09:20 散会



いつものながらの楽しい食事、大人はお酒で乾杯
手前は大畑一家



瀋陽での流星観測を
発表する殿村さん



パンドラによるポルックスの星食
観測を呼びかける笹野さん

ホームビデオカメラの高感度改修

生田 盛

まえがき

天文現象の中には流星、オーロラ、日食、月食、掩蔽など時々刻々変化するエキサイティングな現象が数多くあり、これらの現象を臨場感あふれる動画で記録したいとの要望が強くあります。

しかし、市販されているホームビデオカメラでは感度が不足のため、撮影可能なのは月・惑星等明るい天体に限られています。また、モノクロカメラでは比較的高感度のものも市販されておりますが、やっぱり「美しいカラーで撮影したい」とのこだわりから、3CCDホームビデオカメラに高感度改修を行いました。目標の感度UPを図ることができましたので、その概要を紹介いたします。

1. 改修ビデオカメラの選定

現在、極めて多種多様のビデオカメラが存在しますが、次の条件を満たすビデオカメラを選定しました。

(1)画質(色再現性、解像度)を重視して3CCDタイプであること。

1CCDカラータイプでも同様の改修は可能ですが、理想的点光源である星像が特定の画素のみを照射して星像に擬似色が発生することがあります。特に日周運動で星の移動と共に星の色が変化するのは見苦しいものです。

(2)フレームメモリーを搭載していること。

1/60秒以上のシャッタースピードを使用する場合、連続画像とするためにフレームメモリーが必要となります。

(3)ホワイトバランスの補正範囲が広いこと。

IR(赤外線)カットフィルターの交換等に対応出来る補正範囲が必要となります。

(4)技術資料が入手可能なこと。

改修に必要なサービスマニュアル、CCD技術資料等が公開されている必要があります。

(5)価格が安く、容易に入手可能なこと。

改修を行うと以後メーカーのサービスは受けられなくなりますので、中古品で十分で10万円以下を目途としました。

以上の条件から次の機種を選定しました。

機種名：SONY DCR-VX1000 3CCDデジタルビデオカメラ

写真1が選定したビデオカメラです。家庭用ビデオカメラとしては上位機種にランクされており

ます。写真2はそのカメラを構成する全部品です。



写真1 天文用に感度UP改修したビデオカメラ
手前はシャッタースピード制御リモコンBOX



写真2 改修カメラの全部品

2. 感度UPの方法

次の方法を集積して一般のホームビデオカメラに比較して約6～360倍(任意に設定出来る)の感度UPを図ることが出来ました。

(1)CCDチップを最新高感度素子に交換

CCD撮像素子は日進月歩しています。1～2年経つとノイズが少なくなり感度が2～3倍のものが発売されています。

SONY ICX058BL×3本 ICX428AL

(EXview HAD 1/2 ｲﾝﾁ型.) × 3 本 1号機
 SONY ICX058BL × 3 本 ICX258AL
 (EXview HAD 1/3 ｲﾝﾁ型.) × 3 本 2号機



写真3 ズームレンズ部と3色分解プリズム部

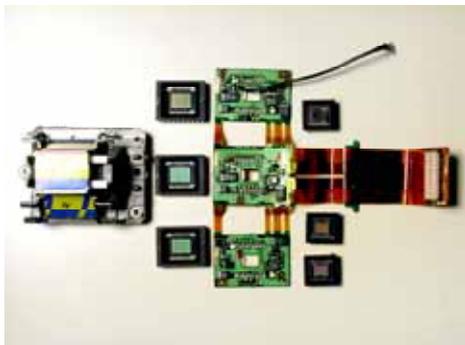


写真4 左より3色分解プリズム
 新CCD(ICX428AL)RGB CCD基盤、旧CCD(ICX058BL)

(2)シャッタースピードの低速化

一般のホームビデオのシャッタースピードは1/60秒で固定となっておりますが10秒程度までの長時間露光が出来るようにしました。露光時間の増加は直線的に感度UPにつながります。1/60秒 10秒(任意に設定出来る)しかし、露光時間の増大は時間分解能の低下につながりますし、数秒以上の露出はノイズ(固定パターンノイズ)の増大を招き画質を劣化させますので、おのずと限界があります。

(3)赤外線のカット・フィルターの適正化

ホームビデオカメラは、その目的から600nm以上の赤外線はカットしています。しかし、天文用に重点を置かならばオリオン星雲のようにH(656nm)線で輝いている天体も多いので700nm程度までの近赤外線も取り込めるように赤外線カット・フィルターを交換しました。フィルター交換により受光スペクトル帯域を

赤外側に広げると、ビデオカメラとしてのホワイトバランスが著しく赤色側に寄ってしまいます。この補正は不自然にならないように電行的に行いました。このことはカメラ感度UPにも寄与しています。

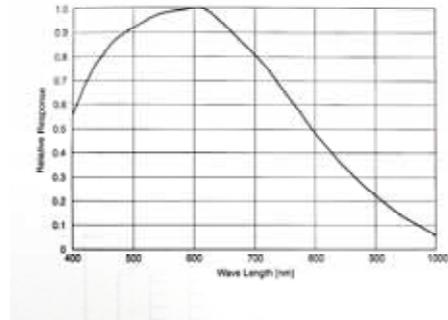


写真5 CCD ICX428ALの分光特性
 (文献2より引用)

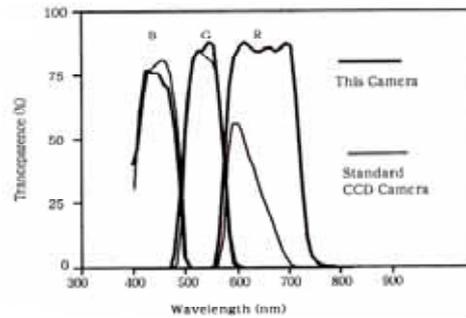


写真6 CCDカメラのRGB分光特性
 (文献3より引用)

3. 感度UP量

感度UP量は前項2の(1)～(3)の積になります。
 感度UP量 = CCDの感度UP × 露光時間(シャッタースピード*) × 赤外フィルターの改善

$$= 3 \times 1 \sim 60 \times 2 = 6 \sim 360 \text{ 倍}$$

* : 1倍(1フールド/60sec) ~ 60倍(60フールド/60sec) 実用的な上限は1秒程度となります。

4. 改修作業の要点

(1) CCD素子の交換

CCDの交換には半田吸引型鋏を使用します。基盤プリント端子は剥がれて破損し易いので注意が必要です。ICX058BL ICX258ALは形状・端子も互換性があり電氣的にも互換性があり、比較的交換は楽です。

ICX058BL ICX428ALは形状・端子共に互換性はないので基盤上で配線換えが必要となります。

(2) 3 C C Dの画素合わせ(レジストレーション)
 3 個ある C C Dをミクロン単位で対応画素を合致させる必要があります。この調整の成否が画質(解像度、色再現性等)に直接影響を与えますので念入りの行う必要があります。調整には、各 C C Dは X, Y, Z 方向と Z 軸を中心に回転できる機構(4 次元の移動)が必要ですが、私は写真 6 のような機構を考案しました。実際の調整は基準画像をモニターで見ながら、支持銅線を少しずつフォーミングし「色ずれ、解像度、ズームピント…」が最良になるように調整します。なかなか根気のいる作業ですが、試行錯誤している内に段々コツがつかめてきて大メーカーの初期調整に負けない調整が出来るようになります。



写真 6 RGB色分解プリズムとレジストレーション調整機構
 (楕円リング状銅線部分 6 個)

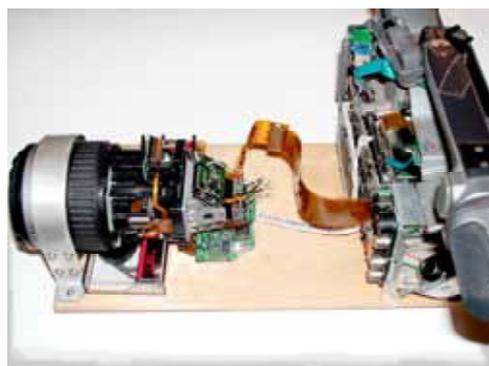


写真 7 本体からレンズ・CCD部を分離して調整
 (本体・CCD間を延長ケーブルで接続)

(3)赤外線カット・フィルターの交換

ビデオカメラのレンズ後端には赤外線(I R)カット・フィルターと光学ローパスフィルターが挿入されております。I Rフィルターは前述 2 (3)の理由で取り外し、H 光も透過(半値波長 720 nm)できるものと交換しまし

た。形状加工はガラス切りを購入し自分でオリジナルフィルターと同形になるよう加工しました。

光学ローパスフィルターは、光学像を C C D 素子でサンプリングする際に発生する折り返しノイズを抑制するためのもですが、天体画像に重点をおく限りその影響は少ないので省略しました。また、オリジナルフィルターと今回交換の I R カット・フィルターは厚みが異なり、光路長が違ってきますので光路長補正用のダミーガラス挿入してあります。

なお、2 号機については出来るだけ感度 U P を図ることからダミーガラスのみとしました。

(4)シャッタースピードの低速化

写真 1 の本体手前にあるのが、シャッタースピードを制御するコントロール B O X です。本体の 3 C C D の読み出しパルスタイミングを制御すると同時に内臓のフレーム・メモリーの書き込みを制御し連続画像とします。本体内部の C C D 駆動 I C、フレームメモリー I C 端子から数本の信号線を引き出す必要がありますが、I C 端子の間隔は 1 mm オーダーと極めて狭いので隣接端子と混触しないように、半田付けには細心の注意と若干の熟練が必要です。

5 . 撮影画像

以下の画像は、動画からキャプチャーしたものです。

(1)解像度チャート

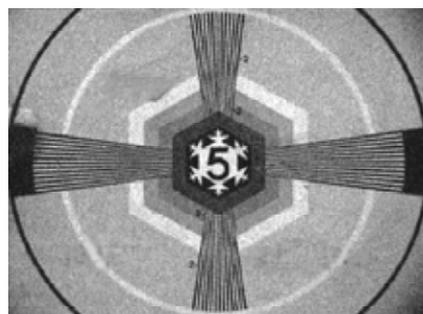


写真 8 感度UP後の画像

1 / 60sec、F : 1.6 (CCD面推定照度 0.1lx)

例会のお知らせ

毎月第一土曜日 18時から
 札幌市中央区民センター
 札幌市中央区南2西10
 入会希望の方は、気軽においで下さい

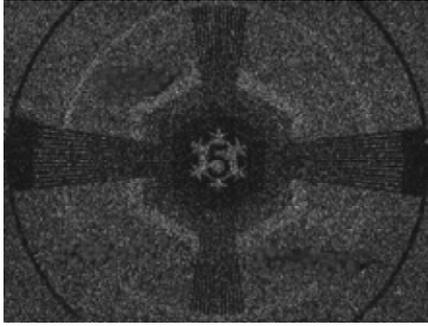


写真 9 感度UP前の画像

1/60sec、F:1.6 (CCD面推定照度 0.1lx)



写真 13 こと座の一部、テープ上では最微星 9.7 等が確認できる 1sec、F:2.1、f1:59mm

* 写真 11 ~ 13 は札幌市内で撮影したものです。

(2)天体実写画像



写真 10 オーロラ、2001年3月

フィンランド (3フレーム結合)

1/8sec, F1.6, f1:5.9mm



写真 11 惑星集合 2002年5月

1/60sec, F1.6, f1:5.9mm



写真 12 こと座 最微星 8 等

1sec、F:1.8、f1:30mm

むすび

美しい星空に魅せられて 20 数年。その間なんとか、その美しい星空を記録したい、保存したいとの気持ちから私のビデオカメラも感度UPしてきました。スタートの頃は撮像管式で、ニュービコン、SIT、HARP管使用のもの。次にI・IとCCDカメラの組み合わせ。最近ではCCDでSPD、EB、EXviewHAD等と進化してきました。ビデオカメラの歴史は感度UPの歴史でもあります。今後、どんな素晴らしい撮像素子が開発されるか楽しみです。

参考(引用)文献

- 1)SONY DCR - VX1000 サービスマニュアル
- 2)SONY CCD技術資料 ICX428ALL、ICX058BL
- 3)映像情報メディア学会誌 Vol.56 天体撮影用の超高感度ハイビジョンカメラ
- 4)テレビジョンカメラの設計技術 浮ヶ谷文雄他
- 5)固体撮像素子の基礎 安藤隆男他



筆者 生田 盛

元札幌テレビ放送技術部長
現在デジタル放送研究開発支援センター
センター長

100円ショップにて

柴田 健一



デフレになって100円ショップが繁盛している。初めは、安い商品を仕入れて売っていたようだが、今では毎日何十もの商品を開発しているから、見ると欲しくなる商品が沢山ある。「迷っているなら、買ったほうが早い」と、買わされたことは一度だけではない。

写真のアイテムもその一つだ。材質はポリレジンと書いてあり、手にとって見るとずっしりと重く、作りも確りしていて「1個100円、3個で300円」とは思えない。

だが、本当はこの少年・少女の「星を見る目が可愛くて」買ってしまったのだ。

この子たちのような眼差しで、いつまでも星を見たいものである。



編集後記

柴田 健一

日本中が湧いている。ワールドカップ決勝トーナメントへ韓国とともに予選リーグを一位で通過したからだ。サッカーでは宿敵であった日韓だが、これを機会に良きライバルとして友好を築いていきたいものだ。

日韓の選手は頑張ったが、私も少し頑張った。ドームに電気を送っている仕事をしているので、札幌の三試合について二十四時まで待機したのだ。いずれも好試合だったし、フリーガンの暴動もなく終了して、安堵している。

さて、前述の環境のもと、編集を始めた時は「一〇ページもあれば」と考えていた。しかし、HPなどから引用すると一気に増加した。フロッピーディスクでいただいた量と、HPやEメール経由が同じくらいになってきた。高度化された情報手段により入稿することにより、たいへん楽な編集作業である。会報のHP化はここまで見えてきている。今回も、夏号が発行されれば、前号は札幌のHPに公開する予定である。

次回発行は二〇〇三年一月。最後？の「しし座流星群」の話題が紙面を賑わすことを期待している。

PLEIADES No.140 (2002年 夏号)

発行日：2002(平成14)年 7月1日：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：〒063-0814 札幌市西区琴似4条7丁目4-10 生田 盛

TEL：011-631-2770 e-mail:jbg00740@nifty.ne.jp

HP：http://www2.snowman.ne.jp/~Shibata/satten.htm

印刷製本：プリントショップ/大畑 工房 発行部数：40