

Misato ProCeedings

連載・今月の研究室 第5回

ある時は天文台長、ある時は教師、そしてある時は学生・・・



これまでにみさと天文台や、全国の仲間と取り組んできたインターネットを使った天文教育の実践



早いもので、私がみさと天文台に着任してからもうすぐ5年になります。10年前、私は勤めていた高等学校を辞めて大学院（修士課程）に入学し、頭をリフレッシュしたことを思い出しました。「そうだ、大学に行こう！」10年前と同じような軽い気分で、昨年秋、九州の佐賀大学大学院工学研究科博士課程を受験し、なんとか合格し、後期（10月）より、社会人と学生の2足のわらじ（他人に言わずと10足のわらじ）の生活を始めています。研究テーマは、私がこれまでに取り組んできた「インターネットを使った天文教育の実践」を教育工学の手法を使ってまとめ上げることです。

いわゆる科学研究に比べて、教材開発や実践は、あまり高い評価を得ることがありません。それは、その結果が学術論文として世の中に公開されているか、いないかの違いでもあります。そこで、清水の舞台から

飛び降りて、私が大学生のころに払っていた額の何倍も高い授業料を納めて、月に何日か公休や年休を利用して、佐賀へ飛行機で通っています。さて、何年で論文をまとめ上げることができるか・・・佐賀大での研究の詳細については、またの機会で紹介しましょう。（尾久土）



私がお世話になっている佐賀大学理工学部の校舎

1月の天文教室「新しい年、新しい星」 ガイガーカウンターを作ろう！

1月の天文教室は『核』がテーマでした。つい最近、某施設で事故が起こった為でしょうか、皆さんの関心はこちらの想像以上に高く、大勢の方が参加されました。そのため、事前に準備した工作キットが足りな

くなり、講演の最中にあわてて準備したほどでした。

今回は年が明けて最初の天文教室なので、まず尾久土台長から挨拶がありました。その後、「新しい年、新しい星」と題した講演を豊増研究員が行いました。星は核反応を起こして自ら光り輝くという天文学的な話から臨界とは何かという説明まで、幅の広い内容で



講演の途中で、簡易型ガイガーカウンターを使って様々な鉱物の放射線量を測る参加者（写真上）
豊増研究員の説明を聞きながら親子共同で工作をする参加者の皆さん（写真右）



した。講演の途中では、簡易型放射線測定装置を使って様々な鉱物を実際に測定し、普段の生活では実感しにくい放射線というものを皆さんに体験して頂きました。なお、鉱物サンプルや測定装置は

（財）放射線計測協会からお借りました。

講演に引き続き、通常は何万円もする放射線測定装置を（たったの500円で！）作ってしまおうと、工作「ガイガーカウンターを作ろう！」が行われました。講演に参加したほとんどの人が工作に参加され、豊増研究員の説明を聞きながら、一生懸命に手を動かし

できあがった手作りガイガーカウンターを作動させてみよう。動力源は静電気。塩ビパイプを使って発電します。（写真左）

霧箱を使って放射線の飛び道筋を目で確かめました。（写真下）



ていました。完成した自作の装置を使って放射線を調べようと、鉱物サンプルを近づけては一喜一憂する姿はほほえましいものでした。

最後には、放射線の軌跡（飛んだ道筋）を見えるようにする霧箱という装置も御覧になって頂きました。

寒い中、外が暗くなるまで参加して頂き、ありがとうございました。次回もお楽しみに。（矢動丸泰）

連載 美里から宇宙へ

宇宙に飛び出す5

宇宙空間観測の百葉箱

国際宇宙ステーション（ISS）のJEM（暴露部）「きぼう」をどのように利用するかがいろいろ考えられています。前回話した様にここで大きな宇宙望遠鏡を組み立ててISSから離して伴走するという構想もその一つです。しかしこれは将来の計画で最初にどう使うかはズーっと前に決まっています。現在装置を作っています。ISSの特徴は、そこ地上を行ったり来たりして長期間使用することです。最初の実験が済んだら、同じJEMで次ぎの実験を実行出来るわけです。

現在製作中の装置の一つに「宇宙環境計測ミッション装置」があります。この愛称は「宇宙の百葉箱」です。

百葉箱の思い出

百葉箱という言葉を知っていますか？筆者は中学生時代、熱心な理科の先生がいたので、気象クラブにはいっていました。校庭に気象観測の百葉箱があって、気象クラブの班員が交代で毎日その中にある温度計や湿度計で観測データを記録しました。夏休みなどの長期の休暇のときも交代で観測に行った記憶があります。静まり返った校舎が印象的だったからでしょう。

百葉箱は、風は遮るが、外気との空気の交流をあるように工夫した構造になっています。横木を斜めに重ねてよろい戸のようになっています。また百葉箱は太陽光線避ける為に白く塗られています。最近の中

学、高校の校庭にこの白い百葉箱は見かけない様です。

宇宙の百葉箱

ISSが飛ぶ地上300km - 500kmという場所での宇宙関係の物理状態を、地上の気象観測のように、継続的に観測するミッションが「宇宙の百葉箱」です。この高度の宇宙環境での関心事の一つは放射線環境です。地上でお天気が関心事なのはそれでもって人間の行動が制約を受けるからです。宇宙でも宇宙飛行士が船外活動したり、放射線に微妙な実験などには環境を正しく掌握しておかねばならないという意味で「関心事」なのです。

もう一つの関心事は宇宙通信です。情報革命で物凄い量の情報が大陸間を行き来しています。海底電線の敷設も盛んですが、GPS、衛星テレビ、衛星電話などでは静止衛星による反射・転送が不可欠です。静止衛星の高度は3万km以上ですから、その電波が行き来する空間がその下の空間です。その空間を情報通信の電波がうまく伝わらなかったら、大げさに言えば現代社会は混乱するのです。ですからこの部分の環境を常時見張っておくことは現代社会の関心事なのです。

宇宙空間を利用するという時代になると、それに応じて「宇宙空間の気象」も社会の関心事になります。その意味では「宇宙の百葉箱」という名前は大変いい名称だと思います。

電離プラズマと宇宙放射線

現在は人工衛星で反射させて電波を遠くまで運ぶわけですが、その以前は大陸間の電信は電離層での反射

を利用していました。この事は上空数百km、数千kmでの宇宙空間は空っぽではなく、電波の伝播に影響を与えることを教えています。影響は周波数にもより、大きな振動数では影響が少なく、振動数の小さい電波では電離層で反射されます。

電離層のイオン化度は日周サイクルや太陽活動で影響をたえず受けています。例えば紫外線とオゾン層の関係は有名です。上層には太陽系の外の銀河空間からの宇宙線という放射線が侵入しています。この「侵入」の度合いが太陽活動でのプラズマの流れ、すなわち太陽風の強さで決まっています。要するに、あたかも地上の気象の様に、小刻みに微妙な変動をしています。

荷電粒子の放射線は地磁気に捉えられています。ヴァン・アレン帯という放射線が非常に強い帯状の領域もあり、とくに南大西洋上空に異常に放射線の高い領域があります。そしてISSはここを通過する様にします。ISSを用いた研究のひとつに放射線の生物などへの影響があります。

臨界事故と「青い光」

昨年9月末、東海村の原子炉燃料製造工場で重大な放射線事故がありました。「青い光をみた」という事故にあった人の証言が第一報で流れました。この証言を聞いて筆者はすぐに、初期の宇宙飛行士が「青い光」をみたという話を思い出しました。1960年頃にはこの現象はトピックスの一つで、この「青い光」はベータ線（高速な電子線）が眼球中のガラス体を通過するときのチェレンコフ光です。放射線事故にあった人や初期の宇宙飛行士のみたこの

日時：4月16日（日）
午後2時から（予定）
参加費：無料

いずれも参加無料ですが、2日前までにお申込み下さい。参加申込、お問い合わせはみさと天文台まで。なお事前申込は会場設営の為ですので、飛び入りも大歓迎！

2月の観望会の予定

観望会の内容は当日の天候、参加者数になどで臨機応変に変わります。あらかじめご了承下さい。観望可能日
毎週木・金・土・日、祝日の晴れた夜
開始時刻 午後7時15分、午後8時、午後8時45分の3回（途中参加はご遠慮下さい）
参加費 一般200円、小中高100円
主な観望天体（予定）
3(木)～6(日)：木星、土星、M42

「青い光」は同じ現象なのです。現在の宇宙飛行士は放射線防御をしますが、初期の宇宙飛行士は相当に強い放射線を浴びた様です。「宇宙に出る」には宇宙の環境に気をつけねばなりません。

チェレンコフ光とカミオカンデ

1958年にはチェレンコフ、タム、フランクの3人のソ連の物理学者がこのチェレンコフ光の発見（1930年代中頃）とその理論でノーベル賞を受賞しています。光速を越える速度で走る荷電粒子による放射がチェレンコフ光です。「相対論では光速を越える運動はない」という人があるかもしれませんが、そんなことはありません。物質中では光速は真空中の光速よりも小さいので、その「物質中の光速」と「真空中の光速」の間の速度で運動する荷電粒子がチェレンコフ光を放射するのです。

岐阜県の神岡鉱山の地中で大きな水槽のニュートリノ検出器があります。1987年のマゼラン星雲での超新星爆発でのニュートリノバースト、太陽ニュートリノ、宇宙線を用いたニュートリノ質量の発見、などで何回も話題になった装置です。この検出装置はチェレンコフ光を水槽の壁に据え付けた多数の光電子倍增管で捉えるものです。ニュートリノが電子にぶつかって高速にし、それが水中での光速以上なら「青い光」であるチェレンコフ光を出すのです。このカミオカンデという装置を眼球に見たてると、水がガラス体に、網膜が光電子倍增管に対応します。（佐藤文隆：京都大学教授、みさと天文台名誉台長）

10(木)～13(日)：木星、土星、月、他
17(木)～20(日)：月、木星、土星
24(木)～27(日)：木星、土星、M42

昼間の施設見学について

休館：毎週月曜日・毎月第一火曜日
開館時間：午後1時～午後6時
*11月から変更になりました。
研究員による105cm望遠鏡の案内：午後1時30分、3時、4時30分

デジタル工房説明会

デジタル工房のご利用は、町内在住あるいは在職の方で説明会において登録を済ませた方に限ります。今月の説明会は、2月6日(日)午後2時からです。もし説明会への参加が困難な場合は電話でご相談下さい。

編集後記

厳しいと聞いていた松ヶ峯の冬も、今のところは暖かいようです。本格的な冬はやってくるのか？(Y2)

みさと天文台通信

2月、3月の天文教室

2月の天文教室

天文台へ至る町道が降雪や凍結などの影響をうける可能性がありますので、例年どおり中止とさせていただきます。

3月の天文教室（特別編）

3月は特別編としてNASDA（宇宙開発事業団）主催の「巡回教室」を行います。「宇宙から見た地球」をテーマに、自分でインターネットを使いながら最新の宇宙開発のお話を聞き、また、実際に人工衛星で撮られたデータに触れてみます。天文台は普段『地球から宇宙を』見ていますが、たまには『宇宙から地球を』見るのも楽しいですね。なお、今回は特別に、同じ内容を二

日間行います。御都合の良い日にお越し下さい。

テーマ：「宇宙から地球を見てみよう-リモートセンシングって何?-」
講演者：宇宙開発事業（NASDA）およびリモートセンシング技術センター（RESTEC）の先生
日時：3月11日（土）と3月12日（日）、両日とも10時から16時頃
参加費：無料

申込：要電話予約。ただし、定員（20名）になり次第、締め切らせていただきます。ご了承下さい。
備考：天文台には食堂がありませんので、お昼御飯をお持ちになる事をお勧めします。

これからのイベント予定

4月の天文教室

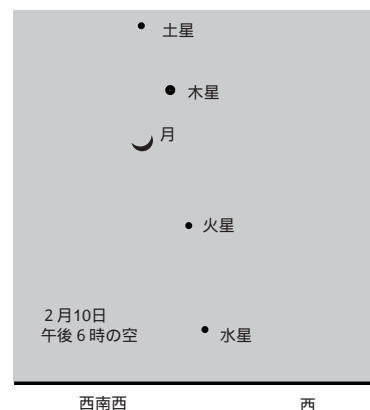
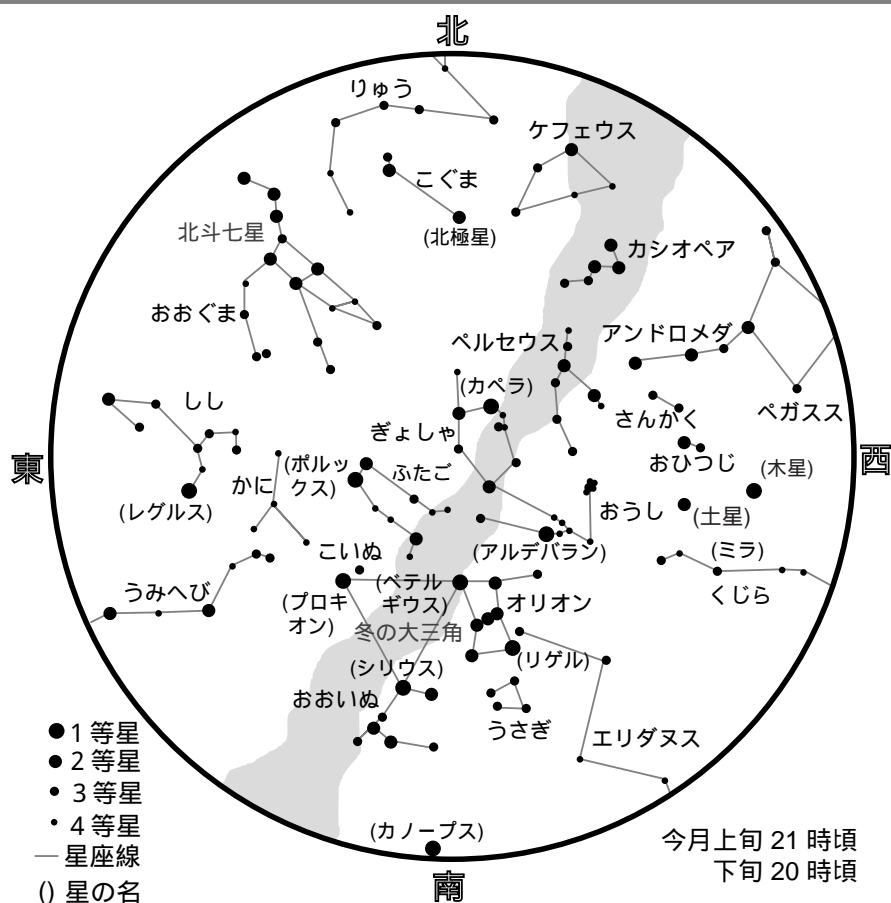
テーマ：「銀河の世界」（仮）
講演者：富田晃彦 助教授（和歌山大学教育学部）

連載 今月の星空

寒くなってきましたので、星を見るのもおっくうになってませんか？実はぼく自身そうなので、この時期は11年周期の活動が活発化してきた太陽でも観察しようかな、などと思っています。小さな望遠鏡でも黒点がどっさり見えます。

土木火水+月

太陽が沈んだ後も、しばし西の空に注目です。一番明るいのが木星、その上には土星、木星より下の方に赤っぽい火星、それから中旬頃は火星より下に水星が並びます。7日からの週は月がその間を通過してゆきます。そういえば昨年もこの時期、惑星が西の空に勢揃いしていましたね（あのときは下から水木金土）。その時間、もし西の空が非常に澄んでいれば、黄道光と言われる淡い光の山も見えるかもしれません。



日 天文現象

2(水)	木星の衛星がひとつに見える
3(木)	節分
4(金)	立春
5(土)	新月 (南極大陸などで部分日食)
11(金)	建国記念の日
13(日)	上弦
15(火)	水星が東方最大離角 オリオン座 1, 2星の星食
16(水)	ふたご座 星の星食
19(土)	雨水
20(日)	満月
27(日)	下弦 (豊増伸治)

「りんかい」って、なに？

放射線を測るガイガーカウンターってどんなしくみのんだろう？と思っていたところ、手作りできるという記事を見かけ、また最近東海村の事故が起きました。作業していた人が「臨界」という言葉の意味を知らなかったということは、かなりショッキングでした。100年前ならこんな危険性は、まったく考えなくてもよかったのですが、今では日本人の良識を問われる重大事故だと言われます。科学にかかわる社会教育施設は、考える楽しみや便利さを伝えると同時に、こういう問題に対しても社会をリードするべき役割があるのではないかと思います。

今回の星の誕生や核エネルギーに関する天文教室をふりかえるついでに、ちょっと化学の復習をしますか（あ、もう嫌になってませんか？大丈夫、妙な記号は出てきません）。

化学の復習

空気も土も炎も、自動車が走るのもロケットが飛ぶのも、農作物が育つのも、あなたが息をして生きているのも、化学反応で考えることができます。自然界にある原子の種類（元素）は100個程度しかないのに、それらの振る舞いである化学反応でほとんどの現象が説明されるのだから画期的です。

ところが20世紀になる前後頃から、いろいろなことが発見されて、どうも原子や分子だけの話では、済まないことがわかってしまいました。例えば、光とか電気とか、身近ですがなかなかのツワモノです。そ

して今回話題の放射線も発見されて、それが原子核と深く関係していることがわかってきました。おかげでやっと星や太陽がどうやって光っているのか説明できるようになったわけです。

原子は原子核の中の陽子の数によって、その原子が何であるか決まります。原子核は陽子と中性子でできていて、いちばん簡単なのが水素の原子核で、陽子1個だけでできています。一方ウランの原子核が自然界にあるものでは最大で、陽子92個、中性子がおもに146個からできています。

単純な方の水素の原子核（陽子）は、星の中心部などで1000万度くらいの温度になると核融合を起こしてヘリウムの原子核になります。このときに、ちょっとだけ重さが減るのですが、その分だけ大量にエネルギーを出します。これが夜空の星や太陽が輝いている原理です。

一方大きい方のウランは、分裂して小さな原子になりたいと思っています。自然に分裂する事もありますし、中性子がぶつかってきたはずみで分裂することもあります。このときにもちょっとだけ重さが減って、その分だけ大量にエネルギーを出します。これが今使っている電気の数パーセントを担っているという原子力発電の原理です。自然界にあるウランは分裂しやすい成分の濃度がうすすぎて、自然に分裂が進んでゆく状態にはないのですが、濃縮すれば、分裂するときに同時に出てくる

中性子が、別のウランに当たって分裂させ、さらにそこから出てきた中性子がまた別のウランに当たって、...という連鎖反応を起こさせることができます。この状態が臨界です。中性子が出てくるということは中性子線という放射線が出るということです。ウランの量を間違えとかなりヤバそうです。

やっぱり、むずかしい

今回の手作りガイガーカウンターは、ホームページに載っているものをそのまま利用させてもらいました。http://www.ngk.co.jp/site/site.htm

心臓部は+ - の電極と封入されたガスです。放射線によって、放電が引き起こされます。ところが、これがなぜかあまりうまくいかないんです。もちろんうまくいくこともあるのですが、不安定というか、自分に帯電している静電気によって放電が起きたり、なんともファジーな動作です。放射線による放電を観察するわけですから、まずは静電気をためてやらないとはじまらないので、だんだん体力勝負になってきます（塩ビパイプをひたすらゴシゴシ）。

電極の形が悪いのか？ケースなどが漏電しているのか？それともガスの量がマズイのか？辞典によると、ガイガーカウンターは内封された気体と電極の電圧との調整が難しいとありますので、今回のように適当にライターのガスを入れ、静電気で適当な電圧をかけているだけでは、ちょっと難しいのかもしれませんが、キュリー夫妻は偉かったと思います。

これを教訓に、みさと天文台の工

作教室は成功率100%をめざしたいと思います。

なお簡易放線測定器”はかるくん”は、無料で借りることができます。http://www.irm.or.jp/index.html
(豊増伸治)



フィルムケースの部分がガイガーカウンターの本体。コップは電池です。ラジオで放射線による放電があるかどうかを調べます。充電のための塩ビパイプ、放射線源なども必要です。



これが、はかるくん。芝生の上で測定中。0.054 μ Sv/h、自然放射線の量として、特に異常なし。



閃ウラン鉱では、すぐに1 μ Sv/hを突破！放射線を示す、ピピピという音がピーーになっていて、ちょっと気になります。

友の会通信

第6回 カード解説(4)

VISUAL MAGNITUDE (1)

今回から友の会カードの裏面に記載されている「Visual Magnitude (ビジュアル マグニチュード)」についての解説を始めます。このVisual Magnitudeとは、星の明るさのことです。

星の明るさと言えば、皆さんも1等星と言う表現を聞いたことがあると思います。これは1等の明るさの星と言う意味ですが、このように星の明るさを等級で表す事は、皆さんも良くご存知の事と思います。この等級を英語で言うとMagnitude (マグニチュード) となります。マグニチュードという言葉は、他の場面でも聞いたことがありますか？そ

う、地震の震源での大きさを表すときに聞く言葉です。英語で言うところのマグニチュードとは、大きさ、大きいこと、重大さ、重要性などの意味があります。そこで星の規模(明るさ)を表す言葉としてマグニチュード(等級)が用いられるようになりました。

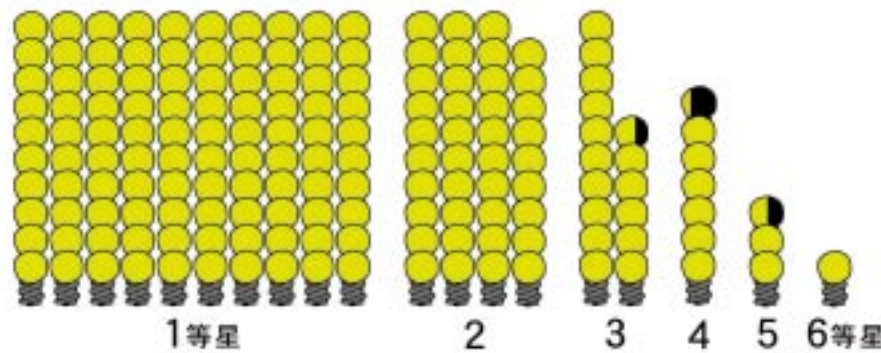
昔ギリシャのヒッパルコス、夜空に見える約20個の明るい星を1等星とし、目で見えるか見えないかギリギリの明るさの星を6等星としました。観測装置が発達するにつれ、星の明るさが細かくかつ正確に測られるようになりました。1等より少し暗い星は、1.1等の星。3等より少し明るい星は2.9等の星などと明るさを表す数字に小数点を付けて細かく表現されるようになりました。また、6等より暗くなるにつれ7

等、8等...と数字を大きくし、逆に1等よりも明るくなるにつれ、0等、-1等、...と数字を小さくして表現されるようになりました。

それでは星の明るさ(等級)の違いを身近な物を用いて考えてみましょう。今、目で見えるか見えないかの明るさの星(6等星)を電球1つで表したとします。すると明るい

星(1等星)は、丁度電球100個分になります。この様に6等の明るさに比べ、1等の明るさは、丁度100倍になっています(図)。よって-12等の明るさを持つ満月は1等星に比べ16万倍の明るさを持ち、同様に-26等の明るさを持つ太陽は620億倍も明るさを持つ星である事がわかります。

(小澤友彦)



星の明るさの違いを電球の数で比較した図

実録 Y2K問題 その時、みさと天文台は・・・

昨年暮れにはずいぶん心配されていたコンピュータ2000年問題ですが、幸いな事に皆さんの所でも特別な影響はなかったと思います。

ここでは、みさと天文台職員が運命のカウントダウンの瞬間をどのように迎えたのかをご紹介します。

尾久土台長の場合

今年の年越しは和歌山放送のスタジオでした。なぜか私がコンピュータ2000年問題のコメンテーターとして特別番組に出演することになったからです。2000年を迎える直前の和歌山県内の様子、関西空港の様子などを記者がレポートし、それにコメントしていくといった内容でした。一番、緊張したのが、ニュージーランドとの国際電話でした。ニュージーランドは、時差の関係で

20時には新年を迎えます。そこで、先に新年を迎えたニュージーランド最大の都市オークランドの様子を領事官にレポートしてもらうことで、日本の参考にしようというものです。電話でオークランドが無事であることを聞き、日本も大丈夫だろうと安心しました。

放送は、23時30分に終わりましたが、そのままスタジオでスタッフといっしょにカウントダウンを迎えました。もちろん、何も起こらなかったのですが、世間で騒いでいるような感動も何もないことに少し呆然としていました。その後、役場の対策本部に顔を出し、天文台で朝を迎えました。何も起こらない静かな天文台で17時まで待機しましたが、その途中にテレビで見たニューヨークのタイムズスクエアのイベントに感心

しながら正反対の自分に多少のむなしさを感じたように覚えています。まあ、一人寂しくコンビニ弁当で元旦をすごしたわけですから、楽しい新年のスタートではありませんね。

豊増研究員の場合

Y2K対策で泊り込みのみなさんを横目に、今年はちゃんと帰省していました。2000年が来るのを実家で静かに待っているつもりだったのですが、急遽企画された「ミレニアム観望会」。なぜ大晦日に星空の観望会なのか？と思われるかもしれませんが、ちょっと不謹慎ながら、もしY2K問題で電気が止まれば、都会の明かりが全て消え、今夜だけは今世紀最高の星空が楽しめるかもしれません！

大晦日はよく晴れることが多いという予感通り、雲ひとつない夜空です。そして、ラジオのカウン

トダウンを聞きながら、名古屋の方向の空を見つめます。＜3・2・1・・・ラジオは不意に鳴り止み、都会の灯りで薄明かった空は漆黒に戻り、星々は眩しいほどに輝き始めました！！＞となる予定だったのですが、ラジオからはかなり盛り上がっている遠くの会場の様子が引き続き聞こえてきます。空にも特に変化はないようで、これはもう「Y2K対策のみなさまごろうさまです」としか言いようがありません。それで、この様子はその場から電子メールで送信することにしました。

矢動丸研究員の場合

我が家には小さな子供がいるので、買い置きをしっかりと年末を迎えました。親子3人での年越しを心待ちにしていたのですが、その瞬間、妻と娘は夢の中。ひとり寂しいカウントダウンでした(苦笑)。

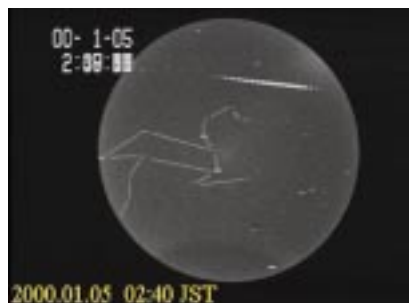
Misato 天文ダイアリー (12/16 ~ 1/15)

出来事

12月
17日：カレンダー発送準備、県学校教育課打ち合わせ(尾)
18日：科学教育ゼミ(尾@国立天文台・三鷹)
20日：政府2次補正予算折衝(～22日 尾@東京・文部省)、小槇天文台資料調査(豊@金屋町)
21日：火災報知機関係の工事(～22日)
22日：今シーズン最大の満月撮影(矢)
24日：コーヒーハウスみさと天文台(豊)
27日：県学校教育課打ち合わせ(尾)、忘年会
28日：電話工事(～29日)、大掃

除、仕事納め

29日：Y2K対策(～30日 小)
31日：Y2K対応出勤・和歌山放送Y2K問題で出演・天文台泊(尾)



しし座をかすめて流れるりゅう座群流星

1月
1日：Y2K対応出勤(尾)
3日：りゅう座流星群観測・中継(～5日 豊)
4日：仕事始め
5日：県庁あいさつまわり(尾)

7日：郵政省打ち合わせ(尾@東京)
8日：科学教育ゼミ(尾@国立天文台・三鷹)
10日：写真整理&管理システム検討(矢、小)
11日：小槇天文台資料調査(豊@金屋町)
12日：図書管理システム検討(矢、小)、県学校教育課打ち合わせ(尾)



耳が不自由でも、熱心に説明を聞いてくださる旅友会のみなさん(1月8日)

団体受付

1月
8日：旅友会(耳の不自由な方の団体)
15日：(団体)

報道関係

12月
19日：毎日新聞20面「星からの贈りもの」(わし座新星)
20日：有田市子どもセンター発行、子ども情報誌「ゆうゆう」(天文教室)
1月
1日：産経新聞新年特集(尾)、和歌山新報16面「天文現象カレンダー」、広報はしもと1月号(尾)
9日：毎日新聞20面「星からの贈りもの」(ガリレオ衛星)