

にせ黄道光

田 鍋 浩 義*

30年くらい前に、眞のコロナ (real corona) とにせのコロナ (spurious corona) というものが、話題になったことがある。にせのコロナというのは、今でいう F-コロナのことであって、日食の写真に眞のコロナ (K-コロナ) と重なって写るものである。現在では、F-コロナは惑星間塵による光学現象で、本質的には夜空の黄道光と同じであることがわかっている。そしていま、またここで、にせ黄道光などという名前を持ち出すと、黄道光の分野では、いかにもにせ物が横行しているようにも聞こえるが、F-コロナもその正体がわかるまでは、にせ物扱いにされたことを思えば、にせ黄道光もいましばらくは、その名前に甘んじなければならないかも知れない。

にせ黄道光は、その名の如く、黄道光に類似した発光現象である。1940年代の後半に、ソ連のフェセンコフを中心とする黄道光観測グループによって発見された。名づけ親はフェセンコフである。そして、彼等の一連の論文によって、その名前が世界の黄道光観測者に知れわたった。しかしそれ以後は、2, 3 の観測例はあるが、どうしたことか誰もこの現象を本格的に観測した人がなく、現在にいたるまで、その発光原因がよくわかっていない。

一方、古い文献や観測記録を調べてみると、フェセンコフ達の発見よりずっと昔から、この現象に気づいた人が、何人もいることがわかった。それについて、ルーセンの簡単なまとめがあるが、ここでは、これらの観測記録のうちで、直接筆者の目にふれたものの記述を、もう少し詳しく紹介することによって、にせ黄道光の現象を説明することにしよう。なお、引用文はできるだけ忠実に訳したが、前後の関係などで、多少意訳の部分もあることをおことわりしておく。

1946年の秋から1949年春にかけて、ソ連の観測グループが、中央アジアで対日照の肉眼観測を行っていた。当時はまだ、対日照の原因もよくわかっていない頃である。グループの1人であるディバリは、1946年10月25日の午前1時30分頃、アルマ・アタ市に近い海拔3500mのツユク・スー氷河で観測していて、西空に、本物の黄道光と同じような形をした、奇妙な発光現象があることに気づいた。それは、ほぼ黄道に沿って伸びていたが、対日照や、通常ならその位置に見えているはずの黄道光帶 (zodiacal band) —— 黄道光の太陽離角の大きい部

分) より、ずっと明るかった。空の他の部分には異常はなく、東空の夜明けの黄道光は、まだかすかに認められる程度であった。この発光現象は、翌晩も観測されたが、明るさは前夜に比べて大分暗かった。

フェセンコフ自身も、1948年10月8日の午前3時頃、サリ・イシク・オトラウ砂漠で、この現象を見ている。彼はつぎのように記述している。“天候は数週間にわたって快晴無風で、地平線附近にも全くもやがなかった。東南にはすでに冬の星座が輝き、西には沈みつつあるうお座とペガススの四辺形があった。対日照は、子午線から大分西に傾いていた。驚いたことに私は、対日照から地平線に向って拡がりながら伸びている、全く一様で非常に淡い光の帯を見た。1時間後に、対日照がもっと地平線に近づくと、この現象全体は消えてしまった。……この現象は、「にせ黄道光 (false zodiacal light)」と呼ばれてもよいであろう。”また、彼は“われわれの知る限りでは、にせ黄道光は、西空だけに見られる短時間の現象である。”と述べている。

フェセンコフ達は、橢円形の対日照が西に傾くと、地平線に向って開いた円錐形に変って、にせ黄道光が生ずると見て、両者は同一起源の現象だと考えた。そしてその解釈として、地球の夕方側半球の上層大気が、地球自転の影響と太陽の輻射圧によって、彗星の尾のように吹き流されていて、それが大気光を発しているという説を出した。地球コロナも、磁気圏も発見されていない時代の話である。対日照の部分で、大気光が強くなっているという、今から見ると誤っている彼等の観測結果も、その論拠になっている。そして、夕方側半球から出ている尾の軸方向と、地球上にいる観測者の視線方向のなす角度の違いによって、対日照が、夜半前には橢円形に見え、夜半過ぎには円錐状に見えるというのである。

対日照の原因については、従来から諸説があったが、1960年代に筆者達の地上光電観測の解析から、惑星間塵による太陽光の後方散乱を見通したもの、という説が最も有力となり、1972年に木星に向う途中のパイオニア10号の観測で、これが実証された。したがって、フェセンコフの対日照成因説は、現在では消えてしまっている。

話をもとに戻そう。フェセンコフ達が1950年に、にせ黄道光の発見を発表したところ、自分もこの現象を見ているという人が現れた。ドイツのシュミットである。1951年に天文雑誌 シュテルンヴエルトに載った報告によると、バベリヤにある彼の天文台で、彼自身が1921

* 東京天文台

Hiroyoshi Tanabe: The False Zodiacal Light

年以後何年にもわたって、9月中旬から11月前半の期間に、たびたびこの現象を見ていて、観測野帳に書きとめてあるとのことである。彼もフェセソコフ達と同様に、これは西空の対日照に明らかに関係がある、東空ではまだ見たことがないという。そして彼は、“(10月に見える)その現象の輪郭や背景の星は、ちょうど、黄道の位置や星座が同じである1月か2月の、夜半前の西空の黄道光を思い出させる。ピラミッド形の南北両辺を、地平線まで延長した基部の幅は 60° 以上になり、頂点の高度は最大 70° に達する”と記している。さらに彼はこの現象について、以前にジョーンズが指摘し、シュミット自身もたびたび見たことのある月黄道光(moon zodiacal light)に似ているようだといっている。月黄道光というのは、月光によって生ずる黄道光のこと、黄道光の原因がよくわかっていないかった肉眼観測時代には、このようなものの存在も考えられていたのである。

上記のジョーンズは、幕末の頃、日本に来たペリーの艦隊に属するミシッピー号という船に乗っていた牧師さんである。彼は750日にわたる航海中、日曜日と月明や曇りの日を除いてほとんど毎晩、黄道光の肉眼観測を続け、帰国後の1856年に、ペリーの日本遠征報告書の第3巻として、厖大な観測記録を出版している。これを見ると、観測地として浦賀、江戸湾、横浜、下田、函館、那覇など日本の地名も出ており、またその日その日の経緯度が記入してあるので、それをたどると、ペリーの艦隊の航跡がわかつて、大変興味深い。

この本の中に、月黄道光の観測記録もある。それを見ると、どうもこれは、地平線直下にある月からの光を、地球大気が散乱しているのを誤認したものらしい。

それとは別に、ジョーンズの観測記録の中で、にせ黄道光に関連して興味を引かれるのは、彼のいう東の光(eastern light)についての記述である。ただしこの光については、1853年7月7日(日本南方近海)、7月9日(江戸湾)、8月5日(台湾近海)の3晩しか記録がない。以下は8月5日朝の記述である。

“昨夜の8時30分、私は東を見た。そしてそこに、通常の黄道光の上端に非常によく似た現象を見出した。その形状は観測星図に描いてある。自信がなかったので、水夫の1人を呼んで見させたら、彼も私が見たと全く同じ形状を描いた。明るさは16 Aql附近の銀河と同じであった。これと銀河との間には、あきらかに暗いすき間があった、混同することはなかったし、またその時見えていた西の黄道光と銀河との間にもすき間があった。

11時に甲板に出た時も、同じ現象が見えていた。ただし、星図に描いたように、位置が変り、大きくなっていた。明るさは、8時30分の時とほぼ同じであった。

2時にまた甲板に出た時には、今度は(東の真の)黄

道光がはっきりと見えていた。これは間違いない。次の4時の観測では、(黄道光が)さらに明るくなっていた。私は、8時30分や11時に見えていた東の光が、形はよく似ていたが、眞の黄道光であったと断言することはできない。”また、7月7日の記録には、眞の黄道光の光は、軟かく、薄織物の感じだが、東の光は硬い感じがする、とも書いている。

ジョーンズの東の光に関する観測記録が、3晩しかないのは非常に残念である。彼自身も、この観測記録を出版する時に書いた序文の中に“残念なことは、私が夕方の東空に高く立ち上っている光を認め(1853年7,8月)，またその翌年も数回それを見ながら、これは黄道光であるはずがないと考えて、後半の時期には、それを記録しなかったことである”と書いている。

ジョーンズが見た東空の発光現象が、にせ黄道光であるとすれば、これは、フェセソコフ達やシュミットが、西空にだけしか見ていないことと、くい違っている。しかし、現象の見え方としては、東西が逆になっただけで、非常に似ている。もしかしたら、場所と時の条件が異なれば、にせ黄道光は、夕方の東空にも明方の西空にも見えるのかも知れない。事実、東空のこの現象を見た人は、他にもある。

ジョーンズは、大冊の観測記録を出版する前に、この観測についての短い報告を、1855年のアストロノミカル・ジャーナル誌に発表した。これを見て、ドイツのエンボルト男爵が、すぐに小論文をアストロノミシェ・ナハリヒテン誌に出して、自分も52年前の1803年に、ペリーのカラオからメキシコのアカブルコに40日間の航海をした時に、同様な現象を見たと述べている。それによると、1803年3月17, 18日は、夕方の西空の黄道光が、これまでに見たことがないほど明るく見えた。西空の光が明るい間に、東空を見ると、そこに同じピラミッド状の、白みがかった微光を放つ、ハッキリと目立つ現象が見えていた。水夫達も西と東の2つの微光に、感嘆していた、という。

それから、ペイルドンという人が、1900年に太平洋天文学会誌に載せた報告の中にも、東のにせ黄道光らしきことが書いてある。この人は、バンクーバーとシドニーの間を往復する商船アオランギ号に乗り組んでいた、黄道光観測歴10年の予備役海軍士官で、この報告は、1898年11月30日から1899年8月18日までの期間に、太平洋上で黄道光を観測した記録である。それを読むと、夜半前に東空が明るかったという記録が、何ヵ所かある。もっとも、彼の記述はいさか簡潔すぎて、説明不十分となり、東の空に見たものが、通常の黄道光帶であったのではないかと思わせる箇所もある。たしかに、空の条件が非常によい場合には、夜半前の西の黄道光の先端が

伸びて黄道光帶となり、対日照を経て東の地平線まで達しているのが、見えるのである。しかし、なかには、例えば1899年8月8日の午後10時から12時の間に、おひつじ座（東の地平線）から銀河にかけて、円錐状の光が見えたという記述もある。そして、この論文の中の観測結果の総括のところでも、東の地平線上で円錐状に見えていたものが、だいに空に上ってくると一様な帶状になるといっているので、彼の見た東の光も、単なる黄道光帶ではなかったらしい。

西空にせ黄道光を、オーストラリアで見た人が2人いる。1人はシドニイのサイクスで、1905年の英國天文協会の雑誌に寄せた短い報告がある。同年の4月14日の午前4時に、黄道光や対日照を見ようとして小高い場所を行ったところ、西空にまぎれもない微光のドームが見えたという。高度は東空に見えていた黄道光の半分くらい。銀河とは離れていたし、対日照との間にはあきらかに暗いすき間があった。何度も見なおして確認したので、間違いないそうである。

もう1人は、それより25年くらい後になるが、クイーンズランド州のスタンソープという町に住んでいた、パウスフィールドという牧師さんである。この人は、英國天文協会の指導のもとに1931年1月以来、自宅の屋上で黄道光の観測を続け、1934年に王立天文学会誌に論文を出している。彼はつぎのように書いている。

“奇妙な現象がたびたび観測された。午前2時から3時の間に、西の地平線が再び明るくなり始めるのである。それは、日の出の3.5時間前頃に最も明るくなるが、その時はまだ、東空はずっと暗い。日の出の2時間前くら

いになると、東の黄道光が光を増し始め、西の光はしだいにぼやけてくる。そしてそれから夜明けまでは、東が西よりも明るい。”

彼はこの論文の末尾に、1931年4月から1933年9月までに、この西の光が観測された58晩のリストと観測メモを附している。これを見ると、観測の日付が年間を通じて分布しており、9月から11月にかけて見えるといった前記のショミットの話とは異っている。また、各晩の観測時刻が、午前2時から5時までの間に、いろいろとバラついているので、単純な比較はできないが、ザッと眺めたところでは、1931年の4月～7月頃が最も明るく、その後はしだいに暗くなっていたようである。それにしても、2年半くらいの間に、58晩も見えたということは、この現象は、それほど稀なものではないようである。

フェセンコフ達が、対日照の原因として地球の尾説をとなえると、ドイツのホフマイスターは、早速1952年8月に、南西アフリカの南回帰線上海抜1890mにあるファーム・フォイクトラントに観測に出かけた。ホフマイスターが1930年代に行った、膨大な黄道光肉眼観測は有名で、彼はその結果から、対日照の惑星間塵起源論者であった。彼は、1954年に論文を発表して、フェセンコフに反論するとともに、せ黄道光についても彼の観測結果を述べている。それによると、日没後1,2時間たって、東空を見ると、そこには、西空の真の黄道光の形にある程度似た、円錐形の現象が見えている、という。大気光は、天頂距離が増すと明るく見えるので、地平線に沿って土手のように、大気光の明るい部分があるが、日

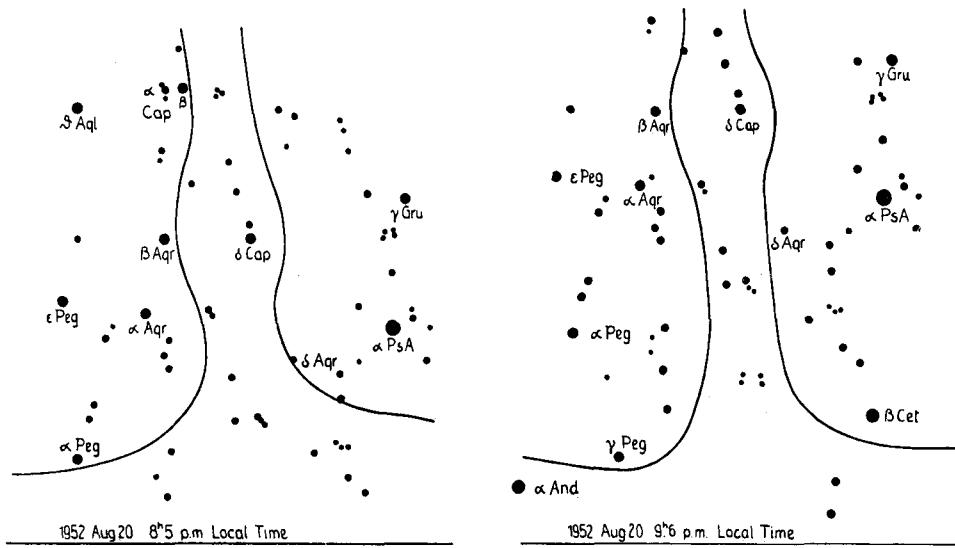


図1 ホフマイスター (Hoffmeister) のスケッチ。地平線に沿った大気光の土手と、黄道光帶との重なり部分が、円錐形にせ黄道光として見えるといいう。黄道光帶のふくらみは対日照。

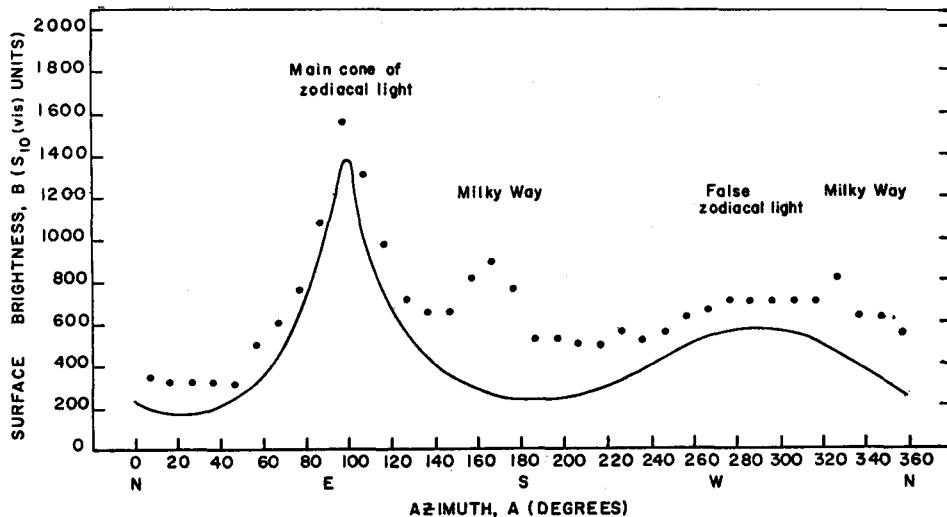


図2 ワインバーグ (Weinberg) の光電観測。天頂距離 80° の小円に沿った 5300 \AA の輝度分布。黒丸が観測値で、実線は星野光や大気光を差し引いたもの。東に真の黄道光、西ににせ黄道光が現われている。

周運動で、対日照がこの土手を抜け出した後も、対日照に続く黄道光帶が常にこの土手とつながっていて、その部分が円錐状に見える。つまり彼は、にせ黄道光は、黄道光帶と大気光の土手が重なった効果で見えるというのである。そして、この現象を、夕方にも観測したという。

にせ黄道光の、これまでの唯一の光電観測は、アメリカのワインバーグが行った。彼がコロラド大学の大学院時代に、1961年11月から1962年5月まで、ハワイのハレアカラ山で本物の黄道光を、 5300 \AA の波長で光電観測をしていたとき、副産物的に、にせ黄道光が観測できたのである。彼は、1963年の学位論文の中で、にせ黄道光について、つぎのように言及している。

“天頂距離 80° の小円に沿って測定した輝度曲線の中に、いわゆるにせ黄道光の存在が、ハッキリと現われている。それは、真の黄道光帶の位置に重なっている。天頂距離の大きいところだけで見え、天頂方向に明るさが減っている。この現象は、対日照とは別個のもので、あきらかに地球大気に関連したものである。これは、天球の反対側に、明るい真の黄道光が見えている時だけ見え、真夜中には見えない。数晩の夕方の観測を調べた結果、フェセンコフやシュミットとは違って、東空にもにせ黄道光を検出した。われわれの少いデータだけからいえば、東のにせ黄道光は、西のにせ黄道光よりも暗い。”

彼はまた、にせ黄道光の部分で、大気光は強くなっていないといっている。

以上が、これまでに、にせ黄道光（あるいはにせ黄道光らしい現象）を観測した人達の観測記録である。フェ

センコフ達が、にせ黄道光の発見を発表した当時は、世界の黄道光観測者の中には、まだ半信半疑の人もいた。しかし、昔のベテラン観測者を含めて、これだけの人達が見ていることがわかった現在では、このような現象が存在するということは、一般に認められて来た。

これらの観測は、お互いにいろいろな差異もあるが、共通しているのは、にせ黄道光は、東か西の地平線附近に見える円錐状の淡い発光現象で、ほぼ黄道に沿っているという点である。また、日周運動をしたという記録はない。したがって、地平座標に固定した現象、つまり地球に附隨した現象であろうということも想像される。だとすると、どこで見えたかということも問題になるが、上記の観測地は、北緯 50° に近いパリヤから、南緯 34° のシドニイまで、比較的広範囲に分布している。

各観測の間で異っていて、今後の観測課題となるものは、東空か西空か、あるいは東西ともに見えるのかという問題、限られた季節か季節に無関係かという問題、時間的には、反対側半球に明るい真の黄道光が見えている時か、それより前（または後）かという問題等々である。また、ホフマイスターの観測以外では、毎晩定期的に見えてはいないので、どのような時に見えるのかということを、他の関連のありそうなデータと比べて、調べる必要もある。ちなみに、上記の諸観測は、大体、太陽活動の極大期付近と極小期付近に集っている。

1971年10月、われわれが小笠原父島で大気光観測を行っている時に、明方の西空に、にせ黄道光の現象を初めて目撃した。その時は光が淡く、円錐状の形まではよ

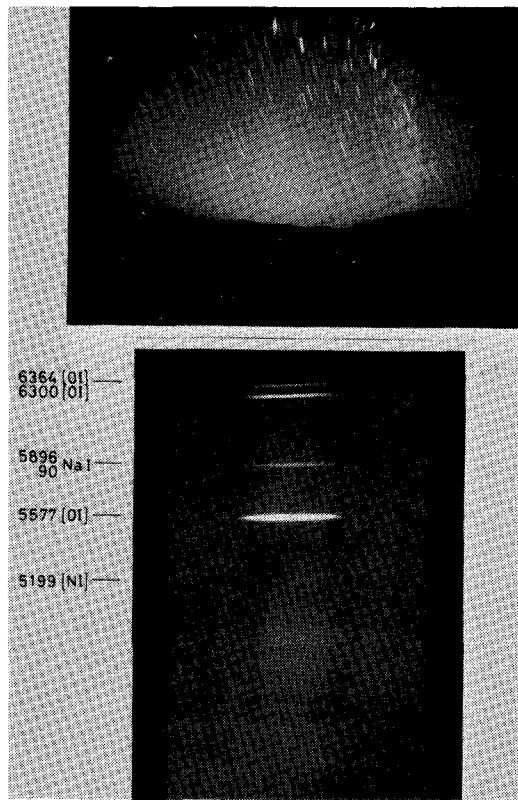


図 3 西表島での写真観測（上）と分光観測（下）の一例。1978年10月4/5日3時30分～4時0分に西空を同時撮影。魚眼写真には右側に銀河が見え、ペガスス四辺形の左上 ϵ Psc 附近に対日照も写っている。分光写真的スリットの長さは、空の約 50° に相当し、位置は魚眼写真的円形視野の中心で水平方向。大気光スペクトル以外は人工光の水銀線も写っていない（つまり光害がない）。

くわからなかつたが、肉眼で見て、たしかに西空が明るいことはわかつた。

このようなことから、われわれは、にせ黄道光の観測を計画し、国際磁気圏観測（IMS）期間の1978～79年に、沖縄・西表島（琉球大学熱帯農学研究施設）に4回出張して、魚眼カメラによる写真観測、広視野分光器による分光観測、天頂距離 70° の小円に沿った光電掃天観測を行つた。西表島をえらんだのは、これまでの観測の多くが、低緯度で行われていることと、日本本土では市街光に妨げられて、とくにこのような、地平線附近に淡く拡がつた光の観測は、ほとんど不可能に近いからである。

図3は、写真観測と分光観測の一例で、魚眼カメラと分光器を平行にし、夜明けの西空の天頂距離 70° に向て、同時撮影したものである。魚眼写真的中央の明るい部分が、にせ黄道光であつて、これは肉眼でも認められ

た。ただし、この明るさは、種々の写真効果のためにいささか誇張されていて、実際はこれほど明るくはない。分光写真には、大気光スペクトル以外は写っていない。注目すべきことは、窒素の 5199 \AA 輝線が写っていることで、これはオーロラのスペクトル中には見られるが、通常の大気光スペクトルには現われない輝線である。

また、光電観測からは、ワインバーグの結果とは違つて、にせ黄道光の部分で、大気光（とくに酸素の 6300 \AA 輴線）が強くなっているという観測結果が得られた。

したがつて、少なくともわれわれの観測結果からは、にせ黄道光は大気光の特殊現象ではないかという仮説も考えられるが、まだこれにはいろいろ弱点もあって、結論は将来の観測に待たなければならぬ。

雑 報

恒星のUV観測研究会

お屠蘇氣分もやつと抜けた1月10日と11日に上記研究会が東大天文学教室で催された。70年代初めから人工衛星やロケットによる宇宙空間からの星のUV（紫外）領域の観測がアメリカ・ヨーロッパを中心に行なわれてきているが、80年代は日本でも本格的に行なわれようとしている。この現況をふまえて、現在迄の星のUV観測のレビューを行ない、UV観測に対するアレルギーを無くし、これから日本のUV観測・UV天文学を推進させていく為の基盤作りをしようというのが本研究会の主旨目的であった。主な対象は星のUV観測であるが、関連の深いX線や光学観測などについても論じられた。以下簡単に紹介してみたい。

第1日目は午後1時から、寿岳潤氏（東京天文台）の星の分類や大気物理の解明などにUV観測が果たす役割についての全般的な話から始まった。山下広順氏（阪大）から、日本のロケットUV観測における観測機器を中心とした話があり、次に星の光球大気に関連した話に入った。定金晃三氏（大阪教育大）が、ヴェガの鉄元素量、Ap星の α^2CV_n の変光、IUE衛星によるMn-Hg星の観測などについて述べ、さらに筆者（東大）によりMn-Hg星について今迄のUV観測のレビューがなされた。晩期型（超）巨星の線スペクトルの気球やIUEなどによる観測結果の説明が辻隆氏（東京天文台）からあった。更に、福田一郎氏（金沢工大）が、自転速度とUVスペクトルの関係や有効性について論じた後、星の外部大気に関する話に移つた。田中捷雄氏（東京天文台）が、昨年のIAUの会議で話題になった星の彩層のIUEやアイソシュタイン衛星などによるUVからX線領域にわたる観測について報告し、次に、松岡勝氏（宇宙研）から、