

# 動きはじめた美星天文台分光器

美星天文台 綾仁一哉

## 1 美星天文台とその分光器

美星天文台は1993年7月にオープンした公開天文台で、岡山県美星町(倉敷から北西約20km)にある。一般市民への天文普及、アマチュアの支援、研究活動、光害監視の4つを目的として設置された。

メインの望遠鏡は口径101cm反射望遠鏡で、一般観望用の接眼部の他に、観測装置として、光電測光器、撮像用CCDカメラ、分光器を備えている。これらが、(古典)カセグレン焦点、ブローケン・カセグレン焦点にそれぞれ取り付けられていて、第3鏡の回転、角度変更をリモートで行うことで、使用装置を迅速に切り替えることができる。

分光器は101cm望遠鏡のブローケン・カセグレン焦点についていて、高分散カメラと低分散カメラを持っている。液体窒素冷却CCDカメラ(英AstroCam社製)はEEV社の1024×256ピクセルの長方形タイプのCCDチップがセットされていて、ピクセルサイズは27 $\mu\text{m}$ 、チップの長手方向をスペクトルの分散方向に揃える。このカメラを高分散、低分散のいずれかのカメラに取り付けて使う。それぞれのカメラの特性は次の通り。

高分散カメラ 分解能  $\lambda/\Delta\lambda \sim 5000$ 、フォールデッド・シュミット光学系でレンズを使っていないので、紫外域は3600Åあたりまで使える。

低分散カメラ  $\lambda/\Delta\lambda \sim 500$ 、レンズを使っているため、紫外はCa H, K線あたりが限度。赤外は1 $\mu\text{m}$ あたりまで。

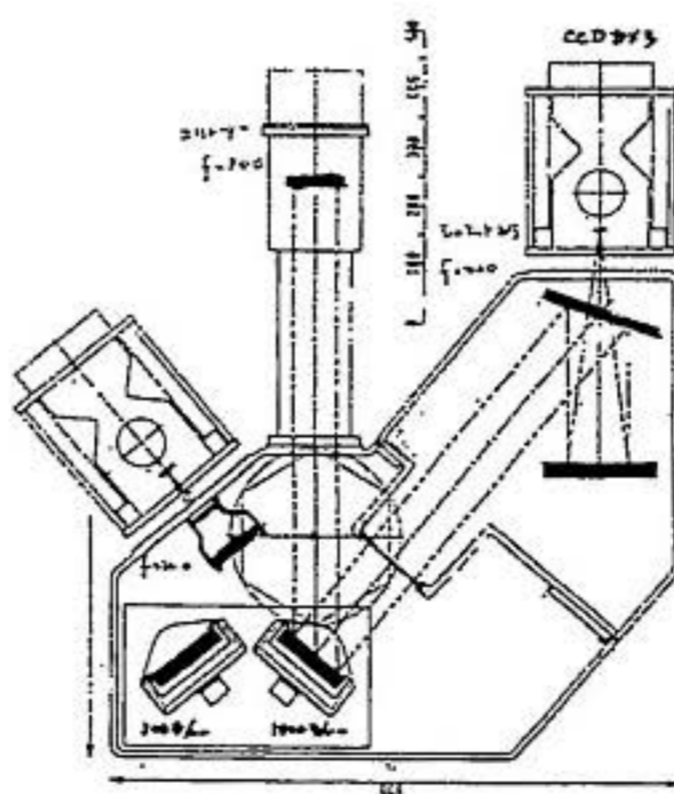


図1: 美星天文台分光器概略図

図1は美星天文台分光器の概略図である。この部分と望遠鏡との継ぎ目の部分にスリットがあり、これを通った光が紙面表から裏向きに図の中央部分に入り、小さい平面鏡で上に折り曲げられてコリメータ鏡に当たる。ここで下向きの平行光線となって下のグレーティング(回折格子)に



あたり、分散される。高分散カメラを使う場合は分散された光が右上のフォールデッド・シュミット光学系に入って、右上のCCDカメラに結像する。低分散カメラは左上のレンズ光学系を通して左上のCCDカメラに結像する。下のグレーティングは平行移動で2種類を切り替えられる。

去年はCCDカメラがトラブルのため、11月より修理に出していたが、今年の3月末に再び使えるようになった。

## 2 新天体確認観測としての分光観測

去年は分光器が立ち上がったばかりで、分光器はプロジェクトよりも新天体確認観測に活用された。例えば、岡山県立玉島高校教諭の小坂氏は自宅の屋上にST-6 CCDにカメラレンズを付けて変光天体搜索観測をしているが、発見された増光天体の確認観測を美星の分光器で行っている。スペクトルを撮ってみるとほとんどM型の天体で、ミラ型変光星と判明するが、いつか新星などが発見されることを期待している。

## 3 観測の実例1. カシオペヤ座新星1995

カシオペヤ座新星1995は8月の下旬にアマチュア天文家の山本稔氏が発見したもので、美星天文台とAsiago天文台で分光確認観測が行われ、強いBalmer輝線とFe II輝線から新星であることを確認した。なお、この天体は前述の小坂氏のデータに7月末ごろからの増光が記録されていた。

それ以後、岡山県内アマチュアの大倉信雄(岡山市在住)・赤澤秀彦(寄島町立寄島中学)両氏による光電測光と美星天文台の分光のモニター観測が行われた。しかし、11月の下旬、AstroCamのCCDにトラブルが発生したため、分光観測は中断してしまった。

今年の1月までの光電測光による光度変化の特徴は、8月末の発見当時はVで9等台であったのが11月まではゆるやかに8.4等まで増光していた。ところが、12月には7.1等まで急増光し、同じ月の間に9等台に急減光するという、フレア的な振る舞いが観測された。新星の中では明るい状態が異常に長い(Information Bulletin on Variable Stars No.4295)。

図2はこの新星の昨年9月12日に撮影した低分散スペクトルである。スペクトルの特徴は、まず輝線幅が狭いことが挙げられる。通常の新星は輝線幅が1000km/s以上あるが、この新星は発見当時に300km/s程度であり、その後100km/sまで減少した。高分散スペクトルで見ると、輝線の短波長側に吸収のある、いわゆるはくちょう座P星(Pシグニ)タイプの輝線輪郭を持ち、しかもこの吸収の青方偏移量が $-300\text{km/s}$ から $-200\text{km/s}$ に減少している(図3)。輝線の種類はBalmer線と、Fe II、の他に、NaのD線も見えている。美星で観測できた11月までは輝線強度は減少傾向であった。しかし、岡山天体物理観測所のZ分光器の観測とAsiago天文台の観測によると、12月の「フレア」の後の1月には、Balmer線とFe IIが再び増光したそうである。

図3に見られる吸収線成分は光源のこちら側の低温の膨張成分を見ていると考えられるが、この偏移量の減少は、膨張成分が減速したか、あるいは、ガスの透明度が変わって低温成分が見えるようになったと解釈できる。その何れであるかは明らかではない。

我々の高分散スペクトルのNa D線には星間吸収線とみられる成分がある。等価幅は $D_1$ 、 $D_2$ の平均で $0.7\text{\AA}$ 、速度は $-17\text{km/s}$ であった。速度からオリオン腕(local arm)の星間物質による吸収と見られるが、等価幅は十分大きく、オリオン腕の向こうの縁以上の距離、(1.2kpc)にあると考えられる。その向こうのペルセウス腕(2.5kpc)の寄与は明らかでない。これは銀緯がやや高い( $b = -8.8^\circ$ )のためにこの距離では影響が小さいものと考えられる。IUEによるこの新星の観測によ

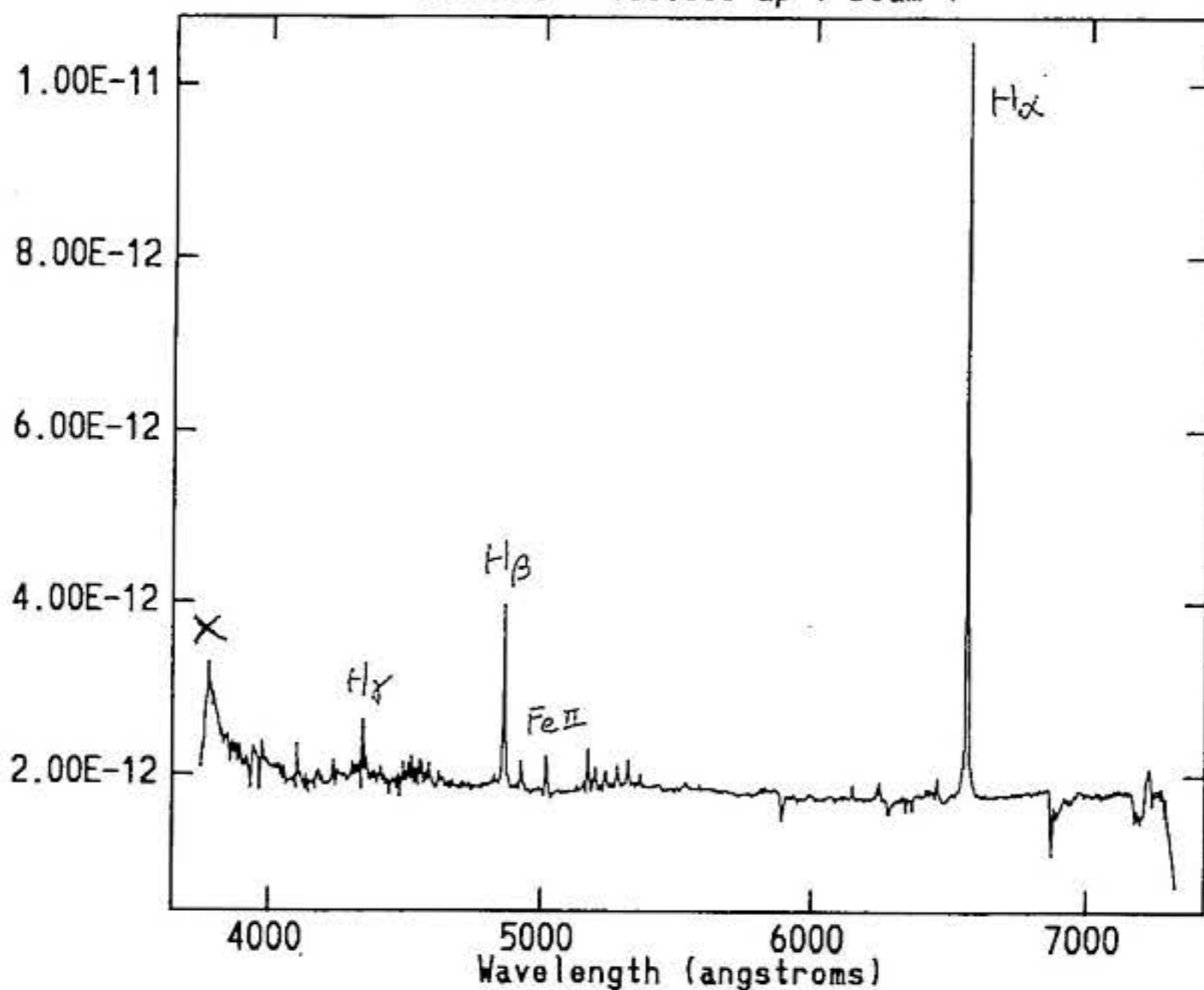


図 2: 9月12日のカシオペヤ座新星の低分散スペクトル。露出3分。波長感度特性補正済。短波長側の端が立ち上がっているのは、フラットフィールドの補正が十分でない事による。幅の狭い Balmer 線と FeII が特徴的。

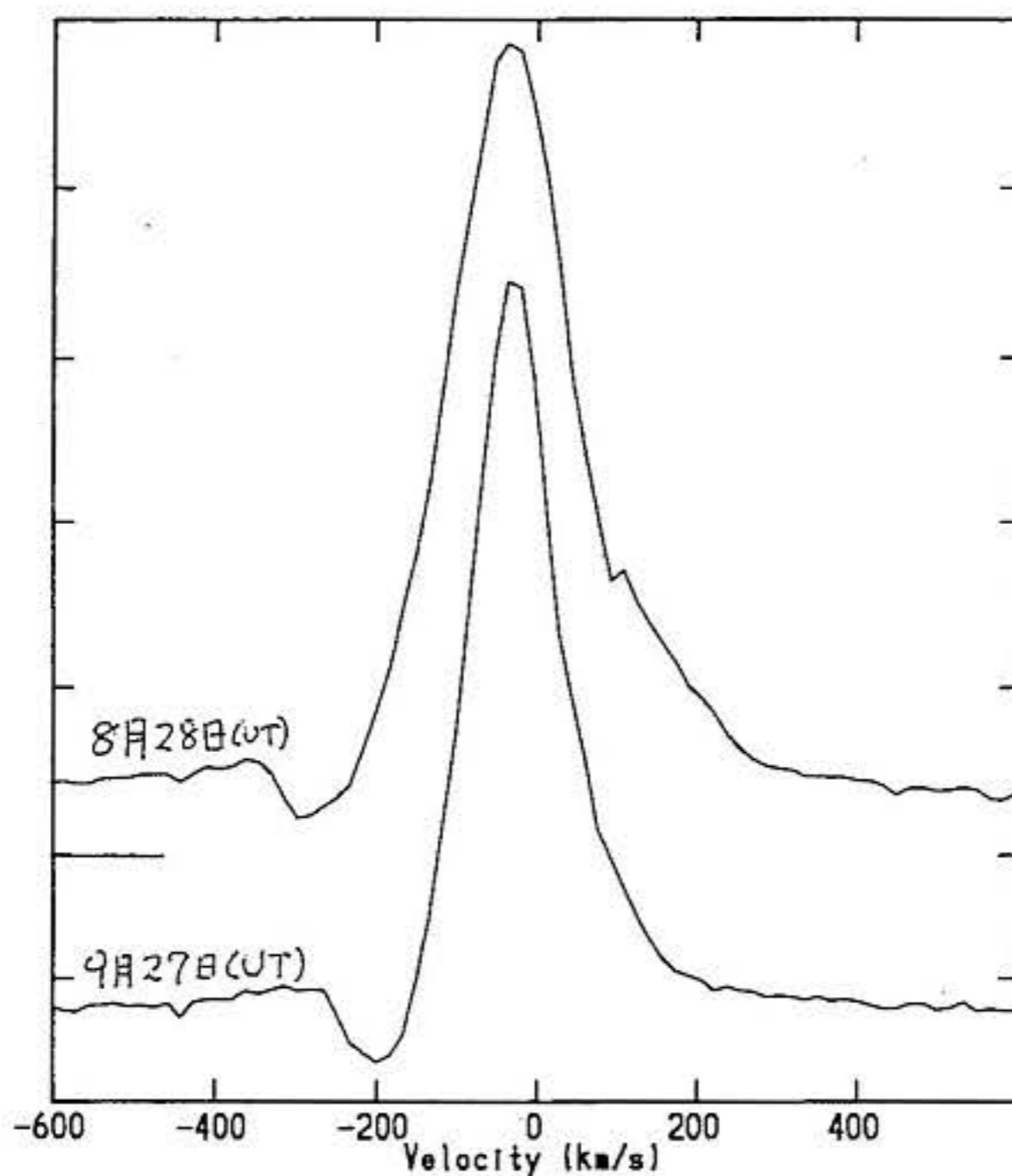


図 3: カシオペヤ座新星の H $\alpha$  の輝線と吸収線の形1ヵ月間の変化。



ると、220nm吸収の様子から  $E_{B-V} = 0.6$  であり、 $A_V$ で表すと1.8等になる。これはカシオペヤ座方向では大きい値であり、距離が遠いことを示している。

美星天文台の大島は、パロマー天文台スカイサーベイ (POSS) のプリント上で、この新星の爆発前の星像と、比較星として測光データのある近傍の  $R = 11 \sim 18$  等の星の星像を測定し、爆発前の明るさを  $B \sim 19 - 20$  等、 $R \sim 17$  等と見積もった。爆発前の天体は「赤い」天体だったのである。

さて、新星には典型的な新星である古典新星、共生星の新星などがある。古典新星は、白色矮星と赤色矮星の連星で、赤色矮星の外層がロシュローブを満たして白色矮星に降り積もり、ある程度積もったところで積もった物質が白色矮星の表面で爆発的に核反応を起こしたものと考えられている。一方、共生星は、高温星(白色矮星かO、B型の準矮星)と赤色巨星のペアで、赤色巨星からの恒星風として流れ出たガスが高温星に降着して新星と同様の現象を起こすことがある(共生新星)。

カシオペヤ座新星1995がこの2種類のうちのどちらであるかが、長い間問題になっていた。Duerbeck は明るさの変化が光度変化の遅い古典新星 (slow nova) の代表HR Delに似ていると指摘している。しかし、古典新星なら、爆発前には白色矮星の降着円盤が見えていて、むしろ青いはずなので、POSSプリントの測定と合わない。

一方、Munari たちは輝線と吸収線の狭さなどに注目して共生新星説をとらえた (IAU Circular 6259)。しかし、共生星では赤色星はM型巨星が多く、これが爆発前に  $R \simeq 17$  等とすると、スペクトル型M0IIIとして、距離が約20kpcにもなり、銀河系の外に出てしまう。また、この新星は増光幅が10等に及ぶが、共生新星の増光幅は典型的に4等、最大8等程度で、増光が大きすぎるという難点もある。

この3月末のIAU Circularに極大前後のスペクトルの変化の様子が Asiago の飯島達によって報告された (IAU Circular 6365)。それによると12月の極大時は輝線がほとんど見えなくなり、F型超巨星のスペクトルになった。急減光のあとの1月初めにはBalmer線、Fe IIの輝線が再び現れた。3月初めには輝線幅が600km/sまで広くなり、しかもはくちょう座P星型輝線輪郭の短波長側吸収の青方偏移が-1060km/sと大きくなるという、発見後1、2ヶ月間とは逆の傾向がでている。

結局古典新星の光度変化が非常にゆっくりしたタイプを見ていると思われる。12月の極大前後のスペクトルがトラブルで撮れなかったのが残念でならない。

## 4 観測の実例2. 超新星1995al

超新星1995alはイタリアのPesciとMazzaがこじし座の銀河NGC3021に発見したものである。11月1日に発見されて、5日に美星でスペクトルを撮ったものが図4である。このスペクトルは、Ia型超新星の極大直前の典型的なものであった。

超新星は大きく分けて、I型とII型があり、スペクトルの形で分類できる。II型超新星は大質量星が進化の最終段階で爆発し、後に中性子星、あるいはブラックホールを残すと考えられているもので、大マゼラン雲で1987年に発見されて有名になった超新星もこのタイプである。外層には水素が残っているので、極大期のスペクトルには水素のスペクトルも見える。

これに対して、I型超新星はスペクトルに水素の線が無いのが特徴である。I型超新星のうち、よく見られるIa型超新星は、近接連星の一方が白色矮星で、これに伴星からガスが降着して最終的に爆発したものと考えられている。古典新星と似ているが、違いは、ガスの降着率が十分大きいので、ガスが降着するとすぐに核反応するために反応が爆発的にならないことである。すると、



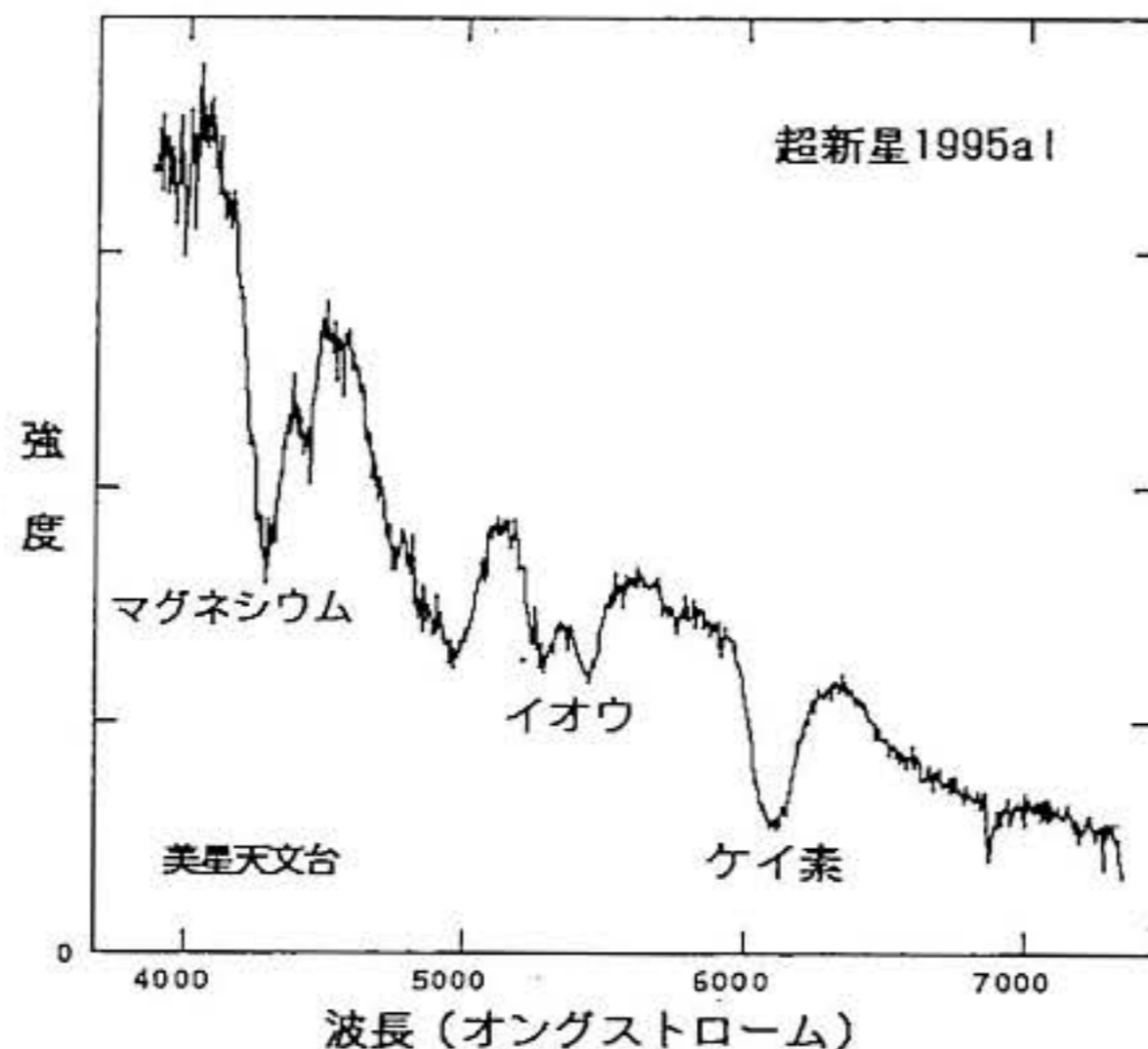


図 4: 超新星1995alの低分散スペクトル

物質が吹き飛ばずに、白色矮星を太らせ、ついには白色矮星の質量がチャンドラセカールの限界(約1.4太陽質量)を越えて、白色矮星の中心から炭素の爆燃が起こり、星全体が吹き飛んでしまう。中性子星やブラックホールは残らない。これがIa型超新星である。表面の水素は既に反応してなくなってしまい、炭素爆燃の生成物のケイ素・マグネシウム・イオウなどが表面近くにあったのがスペクトルの吸収線に現れている。

なお、超新星1995alのスペクトルを撮ってまもなくCCDのトラブルが発生したので、フォローの観測はできなかった。

Ia型超新星はチャンドラセカール質量の白色矮星が爆発する、つまり爆発の条件がどの超新星でも同じであり、したがって、最大光度も同じになると考えられるため、銀河の距離をハッブル定数と独立に求める手段として注目されている。しかし、最近ではIa型もバラエティーがあることが分かりつつある。超新星の光度変化観測と同様、スペクトル観測もサンプルを増やすことが重要である。すばやく分光観測のフォローアップができる天文台は少ないので、美星、綾部の天文台の役割は重要である。

## 5 おわりに

3月末にCCDカメラが戻ってきたため、再び分光観測を始めている。4月中旬にはSS433の「あすか」との共同観測に参加した。また、活動銀河中心核のモニター観測として、NGC4151の低分散分光観測を行っている。この銀河は幅広いBalmer輝線の形が変動することが知られている。これからも融通のきく観測時間と機動力を生かした分光観測を続けていきたいと考えている。また、一般には馴染みにくい分光天文学を展示、教育普及活動に活用するための、典型的スペクトルのデータベース作成も少しずつ行っていきたい。