

期が少し食い違うはず), 正弦波の変動を必ずしも説明できないこと, 等の理由によって, Helfand と Hamilton の反論を退けた<sup>3)</sup>。

だが依然として, 惑星の生き残り・形成については難しい課題として残されている。Podsiadlowski, Pringle, Rees の3人は2つの可能性を挙げている<sup>4)</sup>。ひとつは連星系にある白色わい星の合体, もうひとつは惑星をもった主系列星と中性子星との接近である。前者は中性子星ができる条件がよくわかっていないという点で, 後者は低質量エックス線連星・ミリ秒パルサーに関連するという点で, どちらも研究者の興味を引き付けている。

真偽のほうははっきりしていないが, 図1のようなよい精度の観測データは(惑星に関するものとしては) これまで得られていないとっていいだろう。この変わり者(あるいはこの現象)の解明が待たれるところである。

油井 正生 (東大理)

#### 参 考 文 献

- (1) Bailes et al. (1991) Nature 352 311
- (2) Helfand and Hamilton (1991) Nature 352 481
- (3) Lyne (1991) Nature 352 573
- (4) Podsiadlowski et al. (1991) Nature 352 783

☆ ☆

☆ ☆ ☆

## ハッブル宇宙望遠鏡によるライマン $\alpha$ の森の観測

——遠宇宙と近宇宙を結ぶ虹の架け橋——

いままでライマン $\alpha$ の森は赤方偏移が1.7以上の遠宇宙でしか観測されていなかった。最近ハッブル宇宙望遠鏡によって初めて赤方偏移が0付近の近宇宙にもライマン $\alpha$ の森が観測され, その数は遠宇宙から類推されるよりも多かった。これは, ライマン $\alpha$ の森の進化のみならず宇宙の進化にも大きな波紋を投げかけるだろう。

### 1. はじめに

地球の大気の影響を受けずに可視光と紫外光で天体観測を行うべく, 天文学者たちの期待を一身に受けたハッブル宇宙望遠鏡(HST)は, 1990年4月26日早朝(日本時間)スペースシャトルディスカバリー号から宇宙空間に送り出された。紫外線を使って天体現象を調べるには, 大気の外に出なければならないからである。HSTは二種類の分光観測器を搭載している。紫外から可視光(1150Å~8500Å)まで波長分解能 $R = \lambda / \Delta\lambda = 1300, 250$ で非常に暗い天体( $m_v \leq 18 \sim 26$ ,  $S/N = 5$ , 露出時間1時間の場合)まで見えるFOSと, あまり暗い天体は見えないが( $m_v \leq 11 \sim 17$ ,  $S/N$ , 露出時間は同上), 紫外域(1150Å~3200Å)で高い波長分解能( $R = 2000, 20000, 100000$ )を持つGHRSSである。この二種類の分光器でキューサーの紫外域での分光観測が行われた<sup>1,2)</sup>。

### 2. ライマン $\alpha$ の森

ライマン $\alpha$ の森とは, 赤方偏移の大きなキューサーを高い波長分解能で分光した時, キューサー自身のライマン $\alpha$ (水素に固有の光の波長)の輝

線より短波長側に観測される非常に多くのライマン $\alpha$ の吸収線のことをさす。この吸収線はクェーサーと我々の間の銀河間空間に存在する銀河間雲によっておこると考えられる。

ライマン $\alpha$ の森にはいくつか統計的な性質が知られている。その中でも特徴的なのは、その数の変化である。単位赤方偏移当りに観測される数は、赤方偏移が小さくなるにつれ宇宙膨張で予想されるよりも急激に減少し<sup>3,4)</sup>、何らかの進化効果があることを物語っている。また、現在の銀河分布に大規模構造が見られるのとは異なり、銀河間雲の分布は構造が見られない<sup>5)</sup>。今までのライマン $\alpha$ の森の観測は、地上の望遠鏡を使った可視光での高波長分解能の分光観測で行われてきた。宇宙膨

張で伸びたライマン $\alpha$ は赤方偏移が1.7以上で可視域になるからである。これより小さな赤方偏移に対しては、紫外光で高い波長分解能による観測をしなければならない。

そこで、HSTの登場となる。

### 3. ハッブル宇宙望遠鏡による観測

明るいクェーサーが観測された。電波観測などで有名な3C 273 (赤方偏移は0.158)である。バーコールたちがFOSを使った観測を1991年1月14日から16日に行い<sup>1)</sup>、モリスたちは2月23日、GHRSで観測を行った<sup>2)</sup>。

観測されたスペクトルには多くの吸収線が見られる(図1)。これらのうちほとんどが、我々の銀

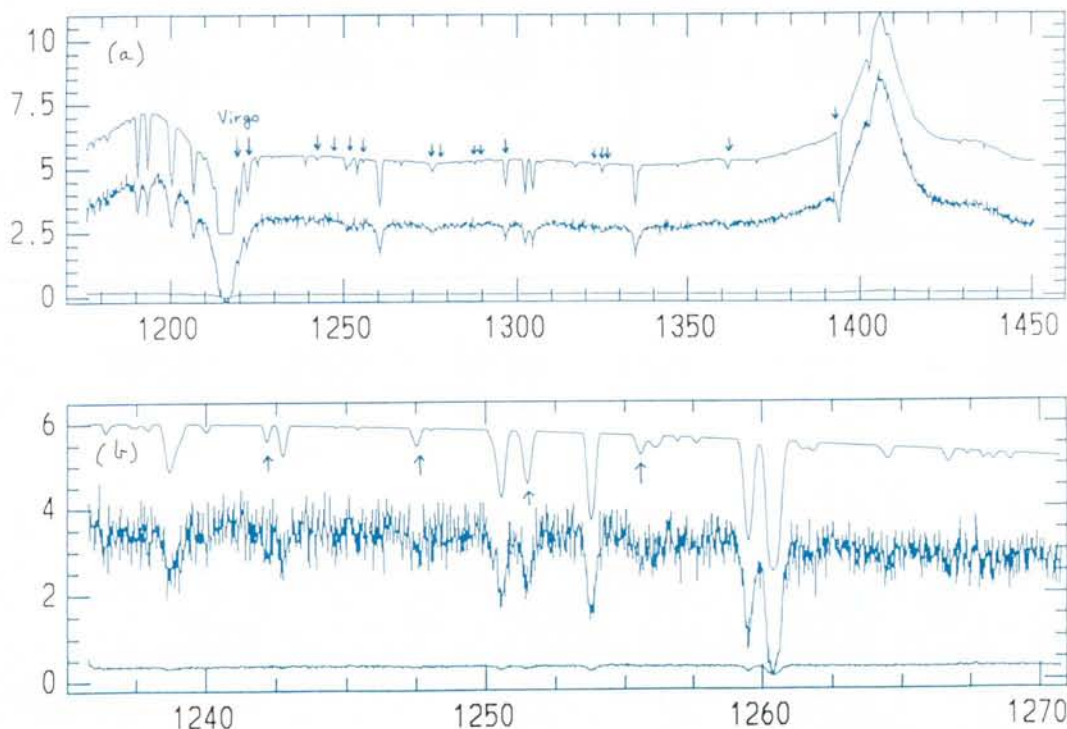


図1 モリスたちがGHRSで観測した3C273のスペクトル。横軸が波長( $\text{\AA}$ )、縦軸はフラックス( $10^{-13}\text{ergs cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{\AA}^{-1}$ )で、観測された生のデータと、連続光のレベルを仮定して観測器の特性を考慮してスムーズにしたデータ(青)が示されている。1406 $\text{\AA}$ のピークがクェーサー自身のライマン $\alpha$ の輝線である。我々の銀河によるライマン $\alpha$ の吸収が1216 $\text{\AA}$ に見える。矢印のついたものがライマン $\alpha$ の吸収線である。(b)は(a)の一部を拡大したものである。



河の星間物質による吸収であるが、どの元素の線にも同定出来ない吸収線がクエーサーのライマン $\alpha$ 輝線の短波長側に残る。これは、銀河間雲ではなく銀河などに付随した吸収線である可能性もあるが、その場合は同じ赤方偏移の炭素などの吸収線(CIVなど観測されやすい)も観測されるはずだが、この場合は観測されていない。つまり、銀河間雲以外の候補はないのである。

得られたライマン $\alpha$ の吸収線は、FOSで等価幅が $0.2\text{\AA}$ 以上のもの6本、GHRISでは等価幅が $0.025\text{\AA}$ 以上のもの16本である。このうち2本は赤方偏移が乙女座銀河団のものと同様に近く(3C 273は天球上の位置が乙女座銀河団に近い)、乙女座銀河団に付随する銀河間雲であろうと考えられる。赤方偏移が1.7以上での数の進化から期待される数と比較すると、得られた吸収線の数はその3倍から10倍も多い。モリスたちは乙女座銀河団に属すると思われるものを除いた14本のライマン $\alpha$ の吸収線を解析して吸収線の中性水素柱密度と線幅(速度幅)を求めた。得られた値は赤方偏移の大きなライマン $\alpha$ の森のものと同様に、同種の天体に帰因すると考えられることを示している。また、14本の吸収線の分布に銀河分布のような構造がみられるかどうか調らべられたが、分布に特徴はなく、赤方偏移の大きなライマン $\alpha$ の森の結果と何ら矛盾しない。ただ、数が非常に少ないため統計的な不定性が大きく、今後の観測が期待される。

3C 273の観測の結果をまとめると、(1)赤方偏移が0付近までライマン $\alpha$ の森が存在している、(2)吸収線は赤方偏移の大きなものと同様の物理量を持っているらしい、(3)その数は赤方偏移の大きなところから予想されるものよりもかなり多い、(4)銀河分布にみられるような構造はなさそうだということである。これからもっと多くの観測結果が出なければはっきりとは言えないが、ライマン $\alpha$ の森が宇宙年齢ぐらい生き残っていることと、どこかでライマン $\alpha$ の森の進化が急激に変

ったということは、確かなようである。

#### 4. 虹の向こうに

ライマン $\alpha$ の森にはいろいろな理論モデルがあり<sup>6,7,8,9,10</sup>、進化もいろいろな要因で起こる。HSTによって多くの観測の結果が出れば銀河間雲の進化の全体像が見えて来て、いろいろなモデルに制限を与えるだろう。また、銀河の空間分布が示す大規模構造が赤方偏移の小さなライマン $\alpha$ の森にも見られるかどうか、これからのHSTの観測で決着がつくだろう。もし、構造があったとしたら、それはいつ形成され、現在の銀河分布とどう関係しているのか興味深い。特に、何もないといわれているボイドには本当に何もないのかも、分光観測によって暗い銀河、銀河間雲の有無を調べると分かるはずである。その結果によっては、現在考えられている銀河形成のシナリオに大きな制限を与えることになるだろう。

ところで、現在観測されているよりもっと遠く、赤方偏移の大きなところでは、どうなっているだろうか?赤方偏移が5よりも大きくなるとライマン $\alpha$ もそろそろ近赤外域に入ってくるので、近赤外線での観測にも重点を置いている「すばる」望遠鏡の活躍が期待される。「すばる」による観測とHSTの観測とを合わせて、そう遠くない将来、私たちは宇宙の進化の様子を知ることが出来るだろう。

村上 泉(東大理)

#### 参 考 文 献

- (1) Bahcall et al. 1991, *Astrophys. J. Letter*, **377**, L5.
- (2) Morris et al. 1991, *Astrophys. J. Letter*, **377**, L21.
- (3) Murdoch et al. 1986, *Astrophys. J.*, **309**, 19.
- (4) Lu et al. 1991, *Astrophys. J.*, **367**, 19.
- (5) Sargent et al. 1980, *Astrophys. J. Suppl.*, **42**, 41.
- (6) Ikeuchi and Ostriker 1986, *Astrophys. J.*, **301**, 502.
- (7) Rees 1986, *Monthly Notice Roy. Astr. Soc.*, **218**, 25P.
- (8) Bond et al. 1988, *Astrophys. J.*, **324**, 627.
- (9) Ikeuchi et al. 1989, *PASJ*, **41**, 1095.
- (10) Murakami and Ikeuchi 1991, Submitted to *Astrophys. J.*