

大気吸収線の環境依存性

高橋 一馬 (信州大学大学院 理工学系研究科 M1)

Abstract

私の研究での主目的は比較的地球に近い星雲である、オリオン大星雲方向の星間物質によって分光スペクトル中に現れてくる吸収線の分析である。

この中でも特に、まだ吸収物質が明らかになっていない $4000\text{-}13000\text{\AA}$ の領域に約 600 本発見されている吸収線 (DIB) について詳細に分析したいと思っている。現在この DIB の吸収物質として最有力な候補としてフラレンが挙げられている。

しかし、フラレンと DIB の同定を行う上で大きな障害となってくるのが地球大気吸収線である。大気吸収線のノイズを除去しきれないために DIB が大気吸収線の中に埋もれてしまっているという現状がある。現在でも、大気吸収線の除去作業は行われている。その手法としては、DIB が写り込んでいる対象星からのスペクトルデータと DIB が写っていない対象星近くの標準星からのスペクトルデータを割り算することで DIB だけを残そうとするものである。

しかし、これは完全には上手く行っていない。対象星と標準星のデータを取った時の大気状態は異なっており、その違いにより 2 つのデータ上での大気吸収線スペクトルが異なってしまう、割り算をしても除去しきれずに残ってきってしまうという問題がある。

この大気吸収線の除去精度の向上を目指して、標準星と対象星のデータ取得時の大気の違いに着目し、大気状態の違いによる吸収の違いを補正するために吸収線と大気状態の環境依存性を調べた。

本研究では、すばる望遠鏡で取ったデータについて、私が主に調べたいと思っている近赤外領域 ($9000\text{-}10000\text{\AA}$) にある二本の大気吸収線について、データ取得日時での地表での気象データ (気温、湿度、大気圧) と比較して大気吸収と大気状態との相関を調べた。

結果としては、 secz による への影響を除くと、今回のデータからでは各大気状態要素と との明確な 3 以上の相関を確認することは出来なかった。ここから、 secz の への影響と比較した時の、他の要素の への影響の弱さが確認できた。

今後、この弱い相関関係を調べるためには、より多くの変化に富んだデータを用いたり、様々な高度での大気状態のデータを用いて、より精度の高い相関を調べる必要があるだろう。

1 Introduction

我々が行なっている観測天文学では、望遠鏡で取得されたデータを用いて実際の調査が出来ない、遙か遠くの宇宙の観測を行う。そのために、このデータが全ての研究の手がかりであり、基礎となる物である。しかし、観測データの大部分の物は地上で取得された物である。宇宙から観測されたデータもあるが、圧倒的に地上の望遠鏡の数が多いために、必然的に地上からのデータがメインになってきてしまう。そこで、地上で取得されたデータにおいて問題となってくるのが地球大気による吸収の影響である。

私は、近赤外領域にある DIB について調べたいと思っているのだが、その領域 ($9000\text{-}10000\text{\AA}$) では特にこの大気による吸収線のノイズ (主に水分子による吸収線) (Matheson et al. 2000) が激しく、研究の大きな障害となっている。現在でも、大気吸収線の除去のために、[DIB + 大気吸収線] のスペクトルと [大気吸収] だけのスペクトルとの割り算を行なっている。しかし、この二つのスペクトルでは、それぞれのデータ取得時の大気状態が異なるために割り算を行なっても、大気吸収線が除去しきれずに残ってしまう。この大気状態の違いの主なものとしては (大気の厚さ、

温度、気圧、湿度)などが考えられる。この中で大気の厚さの補正は行われているが(例えば Toru,M.et al.2009)、しかし、他の要因による補正は行われてこなかった。そこで、私は今回、実際に他の大気状態要素と大気吸収の相関を見ることで、他の大気状態からの大気吸収への影響や、その大きさを調べ、補正に取り入れていく事を目的に研究を行った。

2 Instruments/Observations

今研究で、扱ったデータはすばる望遠鏡の高分散分光器 HDS で取得された 9000-10000Å の波長帯のオリオン星雲中の 12 天体のデータである。各天体に対して 3 フレームずつデータがあり、標準星 2 天体も加え、計 42 フレームのデータを使った。このデータを、IRAF という解析ソフトを使い解析を行い一次元規格化スペクトルを得た。

得られたスペクトル中の 9662.3Å と 9664.6Å にある二つの吸収線を選び、これについて大気状態と深さの関係を調べた。データ取得時の大気状態情報は MKWC から取得した CFHT での地表気象データを用いた。(すばる望遠鏡での気象データは取得出来なかったため、近くの CFHT でのデータを用いた。)

3 Results

最初に、相関関係が認められている、大気の厚さ(secz)と吸収線の深さから分かる光学的厚さ()との相関を確認した。(図1)

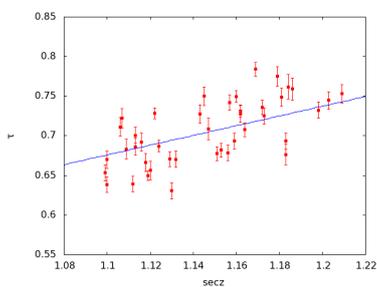


図 1: 9662Å の τ と secz との相関関係

この図 1 から、相関係数 0.659 と高い相関が見られ、期待された比例関係が確認された。これより、このデータの気象条件との関係がしっかり現れていることが確認できた。また、この相関は他の気象条件の影響を受けているはずだが、secz だけとの強い相関を見ることが出来るため、secz の への強い影響が確認出来る。図 1 は 9662Å の吸収線のデータだが、9664Å の吸収線でも同様の傾向が確認出来た。

他の大気状態の要因による光学的厚さの影響を見ていく。大気状態として、今研究で注目したものは気温、気圧、湿度である。これらの変化がどれほど吸収線の深さに影響を及ぼしてくるのを見るために、これら大気状態と光学的厚さの相関を調べた。

大気状態(気温、気圧、湿度)と光学的厚さ()との相関を見る上で問題となったのが、相関を調べたい要素以外の要因が影響を及ぼしてしまうことだった。特に大きな影響を及ぼしたのが大気の厚さ(secz)であり、理論式より導かれる期待される相関よりも secz の影響だと思われる相関が現れてしまった。そのため、最も影響が大きいと考えられる大気の厚さ(secz)の値で光学的厚さ()を割り、規格化し secz の影響を排除した値で気温、気圧、湿度との相関を調べた。(図 2, 3, 4, 5, 6, 7)

これら全ての結果をまとめた物が図 8 である。(図 8)

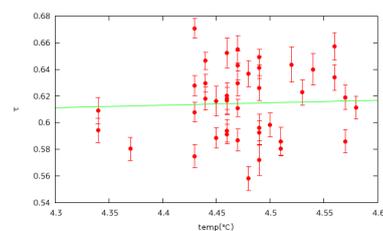


図 2: 9662Å の規格化した τ と気温との相関関係

4 Discussion

図 8 の結果より、secz の影響を除くと、傾き 3 以上の明確な相関が確認出来なかった。

また、相関係数も 0 へ近づき、本研究では、大気吸収線の補正を行える程有意な明確な相関は見られなかった。

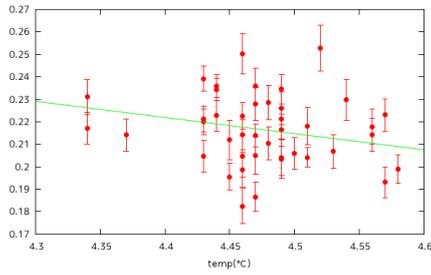


図 3: 9664Å の規格化した と気温との相関関係

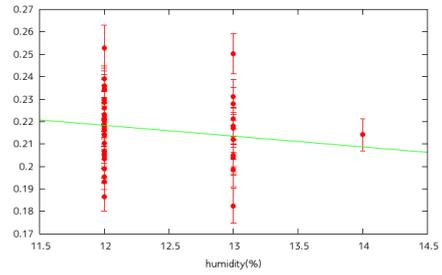


図 7: 9664Å の規格化した と湿度との相関関係

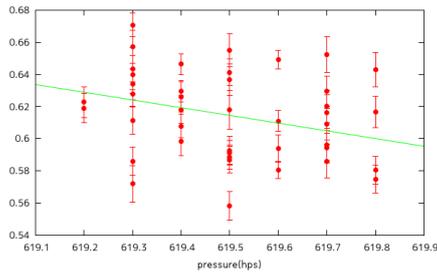


図 4: 9662Å の規格化した と気圧との相関関係

縦軸	横軸	相関係数・傾き	seczによる規格化後の結果
τ	secz(9662 Å)	$r=0.659$ $a=0.014 \pm 0.004$	
τ	secz(9664 Å)	$r=0.417$ $a=0.217 \pm 0.002$	
τ	温度(9662 Å)	$r=-0.988$ $a=0.198 \pm 0.119$	$r=0.129$ $a=0.018 \pm 0.08$
τ	温度(9664 Å)	$r=-0.076$ $a=0.019 \pm 0.058$	$r=-0.148$ $a=-0.072 \pm 0.044$
τ	気圧(9662 Å)	$r=-0.656$ $a=-0.159 \pm 0.029$	$r=-0.243$ $a=-0.048 \pm 0.008$
τ	気圧(9664 Å)	$r=-0.487$ $a=-0.058 \pm 0.009$	$r=-0.174$ $a=-0.018 \pm 0.006$
τ	湿度(9662 Å)	$r=-0.510$ $a=-0.037 \pm 0.010$	$r=-0.166$ $a=-0.086 \pm 0.030$
τ	湿度(9664 Å)	$r=-0.389$ $a=-0.015 \pm 0.005$	$r=-0.131$ $a=-0.005 \pm 0.002$

図 8: 各相関関係のまとめ

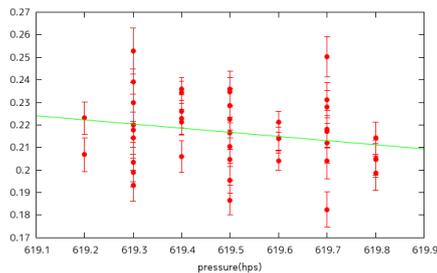


図 5: 9664Å の規格化した と気圧との相関関係

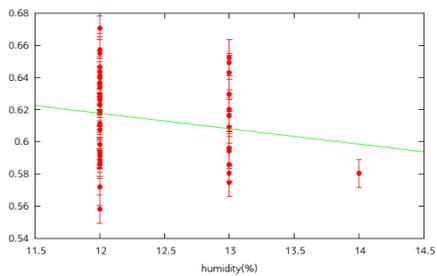


図 6: 9662Å の規格化した と湿度との相関関係

5 Conclusion

今回の結果から、secz 以外の大気状態要因と光学的厚さとの相関は小さく、これらの補正では効果的

な大気吸収線の補正を行うのは難しい事が分かった。この補正を実際に行うためには、今後、地表付近だけでなく、様々な高度での大気状態のデータや、より変化に富んだ多数のデータによる多変量解析を行う事で、より精度の高い相関を得ることが必要である。

さらに、大気状態のモデルから理論的に予期される光学的厚さへの影響についても考え、これと実際の相関を比較して見ていきたいと考えている。

6 参考文献

- 天文学への招待 (岡村定矩. (1))
 ピーターソン活動銀河学 (Bradley M.Peterson. (2))

Reference

- [1] 岡村定矩. 2012. 朝倉書店
- [2] Bradley M.Peterson. 2013. 丸善株式会社
- [3] Matheson et al. 2000,AJ,120,1499
- [4] Misawa et al. 2009,APJ,700,1988