

スペクトロヘリオスコープで観測したゼーマン効果

フレドリック・ヴェイオ(Fredrick N. Veio)とレオナルド・ヒギンス(Leonard F. Higgins)

スペクトロヘリオスコープ(分光太陽望遠鏡)は眼視的に、太陽黒点を横切ったスペクトル線が広がっていることや時々分裂しているのを容易に見つけることができます。

これは、1896年にピーター・ゼーマン博士(Dr.Pieter Zeeman)によって発見された「ゼーマン効果」として知られています。この効果は、一つ以上のレベルに原子のエネルギー準位を分裂させる黒点の近く磁場によって引き起こされる。いくつかの光球スペクトル線の拡がりには高分散のスペクトロスコープで観測できる。1 ミリに 1200 本の 50 ミリ×50 ミリのグレーチングは二次スペクトルで十分に約 0.05Å(オングストローム)を分解するだろう。

私は、1964年(参考 1,2,3)にコンパクトな移動可能なスペクトロヘリオスコープを製作した。そして詳細を記した小冊子を出版しました。同じ年に NOAA のハロルド・ラインバッハ博士(Dr.Harold Leinbach)はあるコピーを書いた。彼は、黒点の磁場や H-α 線を観測する専門家用のスペクトロヘリオスコープについて記述した。(参考 4) スペクトロヘリオスコープでのブラージュや黒点の極性は、パスバンド 0.05Åで緑色のマグネシウム線の 5167.3 Åを使って決定される。彼はまた 6102.7Åのカルシウム I 線を使うことを推奨している。1975年の磁場に関する記事が「オリオン」に出版された。(参考 5) 極性望遠鏡をアマチュアが製作できることを勇気付けたものだ。

私の家から車で一時間のところに住んでいる友人のレオナルド・ヒギンスは 1999年(写真 1) にスペクトロヘリオスコープを製作した。それは口径 150 ミリのヘリオスタットを持っている。

凹面鏡の口径は 125 ミリあり焦点距離は 2.7 メートルある。500 ミリのバーローレンズを使って合成焦点距離は 6 メートルある。スペクトロスコープは口径 200 ミリの凹面鏡を使ったエバート型の装置である。ディフракションプロダクツ社のグレーチングが使用されている。これは 50 ミリ×50 ミリの



レオナルド・ヒギンス（右）とフレドリック・ヴェイオ（中央）



面積があり、最強波長は 6000\AA である。その線分解能は 1 次オーダーで 3.2\AA 、2 次オーダーで 1.3\AA である。ヤングの振動型の太陽像合成装置が使われている。(参考 6)

レオナルドは、黒点の暗部のゼーマン効果の観測に熱中した。我々は、1999 年と 2000 年の夏に初めて二つの非常に感受性の高い暗線を観測した。しかし同時にその波長を決定することができなかった。2002 年の 9 月に我々は、観測技術を改良して正しい波長を確かめることを決定した。

ムードン天文台は、太陽のスペクトルのスペクトログラムの優れたシリーズを持っている。低分解能と高分解能の両方の写真があり、インターネットで自由に見ることができる。

ピアース(Pierce)は紫から赤までのスペクトルの完全なリストを提供している。(参考 7)

我々が認識した最初のゼーマン線は $H\text{-}\alpha$ 線の近くにあった。(図 2) 非常にまれにしかゼーマン線は分裂しないので、我々は多くのゼーマン線を見つけることができなかった。

スペクトル線が広がっているのか、分裂しているのかははっきりしていないし、容易に間違えることになるので、注意深く探さなければならない。大きな黒点の暗部はゼーマン線の決定の助けになる。

テーブル 1 は我々が眺めた 15 本の非常に敏感な線のリストを示している。(参考 8) 非常に敏感な線は 0.03\AA の普通の暗いコアを持っているだろう。しかし暗部の中では約 10 倍の 0.3\AA の広がりを持っているだろう。ミッチェル(Mitchell)は黒点の中に眼視的に見られる 680 本の線についても述べている。(参考 9) これらの大部分は非常に感受性が高く、 0.03\AA の普通の線は 0.06\AA に広がっているだろう。

テーブル 1 非常に感度の高いいくつかのゼーマン線の波長

5219.7 Å	Ti I	ブレンド
5224.3 Å	Ti I	ブレンド
5224.6 Å	Ti I	ブレンド
5225.5 Å	Ti I	分裂
5247.6 Å	Cr I	分裂
5250.2 Å	Fe I	分裂
5426.3 Å	Ti I	暗部でのみ見られる
5429.2 Å	Ti I	暗部でのみ見られる
5432.6 Å	Mn I	
5889.3 Å	Ti I	
6554.2 Å	Ti I	
6556.1 Å	Ti I	
6572.8 Å	Ca I	
6574.3 Å	Fe I	
6575.0 Å	Fe I	

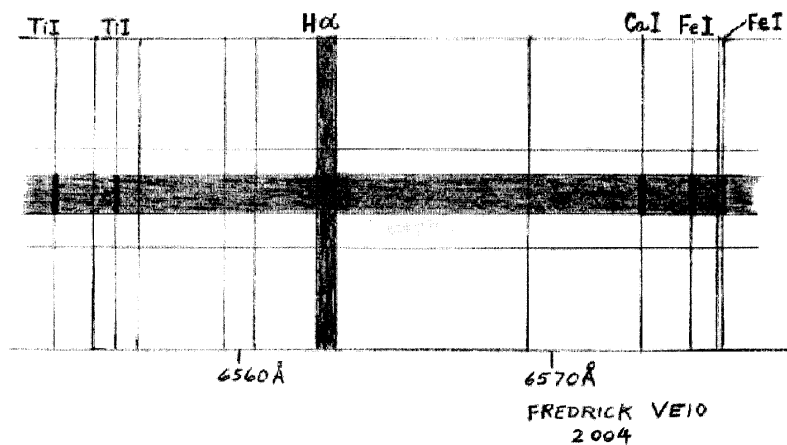


図2 テーブル1で記述されている特徴のいくつかを説明するH α 線のまわりの吸収線スケッチ

2003年の春に、我々はフランスのフィリップ・ルーセル(Philippe

Rousselle)に 10 本のリストを送った。彼は自分のスペクトロヘリオグラフとスペクトロヘリオスコープで新しい線、特に 5429.2Å の Ti I を観察した。2003 年の秋にレオナルドと私は 4 つの新しい線を追加した。2004 年 3 月 14 日には次の通り見つけた。

6134.6Å	Zr I	ごく近接していて、暗部だけに見られる
6135.1Å	V I	ごく近接していて、暗部だけに見られる
6135.4Å	V I	ごく近接していて、暗部だけに見られる
6137.0Å	Fe I	分裂、半暗部と暗部に見られる
6173.3Å	Fe I	分裂、半暗部と暗部に見られる
6232.6Å	Fe I	分裂、半暗部と暗部に見られる
6233.2Å	V I	暗部だけに見られる
6708.0Å	Li I	暗部だけに見られる
6743.1Å	Ti I	暗部だけに見られる

6137.0Å Fe I 線は太陽スペクトルの中では、最も強い眼視的なゼーマン線である。

直径 20 秒から 25 秒の中規模の暗部を推量すると、ゼーマン線を見つけるための平均的な最小の光学系と次数(スペクトルの)は次のようになる。

数本の線を見るためには、焦点距離 2.7 メートルの望遠鏡系、焦点距離 2 メートルの分光系、ミリ 1200 本の 50 ミリ×50 ミリのグレーチング、1 次でも受け入れ可、2 次ならなお良い。

もっと多くの線を見るためには、焦点距離 5.4 メートルの望遠鏡系、焦点距離 3 メートルの分光系、ミリ 1200 の 50 ミリ×50 ミリのグレーチング、2 次なら最良。

1964 年に私は、スペクトル線の強度比較(幅と濃度)で自分の助けにするため、次のスケールを構成した。かすかな線は、灰色でかすかに見える。

太陽のスペクトル線の眼視的な暗いコア(芯)

3933.7Å	CaII K	3.0Å	非常に広い	非常に強く黒色
3968.5Å	CaII H	2.0Å	非常に広い	非常に強く黒色
6562.8Å	H α	0.6Å	広い	強く黒色

ヴェイオとヒギンス：スペクトロヘリオスコープで観測したゼーマン効果

4861.3Å Hβ	0.4Å	広い 強く、黒色
5895.9Å Na I D1	0.1Å	広い 強く、黒色
5172.7Å Mg I b2	0.1Å	広い 強く、黒色
5167.3Å Mg I b4	0.05Å	狭い 強度中、黒色
5893.0Å Ni I	0.03Å	狭い 強度弱、黒色
光球面での線	0.015Å	狭い 弱い、灰色

セッキ(Secchi)は黒点のスペクトル線を重ねた太陽スペクトルのよいスケッチを残している。わずかにセンシティブなものと非常にセンシティブなゼーマン線を示している。(参考 10) レオナルドと私は同じような外観を見た。

ヤング(Young)もまた Hα線の領域内でゼーマン線のすばらしいスケッチを残している。(参考 11,12)

レオナルドと私はこれらの線のいくつかを観測したことがある。

Address: P.O.Box 467, Clearlake Park, CA 95424, USA
[fveio@hotmail.com]

参考

1. Veio F. N., Sky and Telescope, vol.37 45 (1969)
2. Veio F. N., Orion, vol.29, 23 (1971)
3. Veio F. N. J.Brit. Astron. Assoc., 85, 242 (1975)
4. McIntosh P. S., Solar Activity, Observations and Predictions, Boulder, (1971)
5. Veio F. N., Orion, 33, 48 (1975)
6. Beck R., et al., Solar Astronomy Handbook, Willmann-Bell, 1995, p.43-47
7. Pierce A. K., Astrophys. J. Suppl. , 17, 1 (1968)
8. Veio F. N., Sonne(Berlin), 2003 September, No.107
9. Mitchel W. M., Astrophys. J., 22, 4 (1905)
10. Secchi P. A., Le Soleil, I and II, 289, (1875)
11. Young C. A., The Sun, 167 (1896)
12. Ingalls A. G., Amateur Telescope Making, vol.1, 191, New York (1957)

インターネット上の参考

Spectrohelioscope web site hosted by Veio:

<http://groups.yahoo.com/groups/spectrohelioscopes>

Leonard Higgins site:

<http://www.spectrohelioscope.org>

Meudon Solar Observatory, near Paris:

<http://mesola.obspm.fr>

Michael Rushford site:

<http://eots.eyes-on-the-skies.org>

Philippe Rousselle of France site:

<http://www.astrosurf.com/spectrohelio>

Toshio Onishi of Japan site:

<http://www2s.biglobe.ne.jp/~t-oni>

2004.5.5 受取り、2005.1.26 受入れ

J.Br.Astron.Assoc. 116, 1, 2006 出版

訳者：大西 俊夫(会員)