



## 太陽化學の今昔 (2)

——現代の分光學を生み出した大恩人としての太陽——

理學博士 山本一清

今、ローランドの時以來、太陽の光球中に確認せられる前記 36 種の化學元素を、其のスペクトル暗線の強度 (又は濃度) の順に列べ、更に此等の 36 元素が我が地球上に認められる分量の多少による順序に列べて、前の列と比べて見るに右表の通りになる。——しかし此の表を餘り嚴密な意味に見てはならない。「太陽の光球中に確認する程度」とは言ふものゝ、要するに其れはスペクトル線の強弱如何によつて定められるのであるから、此等の程度は、單に物質の多少のみならず、同時に、温度や壓力等に對する各元素の發光能力が著しく影響してゐるのである。只、一寸、見たところ、太陽の光球中にはカルシウム、鐵、水素、ナトリウム等が最も著しい元素として認められ易いのに、地球の表面では酸素、シリコン、水素、アルミニウムの順に多く認められるといふことを見れば足るのである。或る時代に、『太陽では、重い元素が下層に沈み、軽い元素が上層に多く現はれてゐる』と考へられた時代があつた。實際、第一表中の 36 元素を 9 種づつ一纏めにして、平均

第一表

スペクトル線の強さ

順番	光球	地球
1	Ca	O
2	Fe	Si
3	H	H
4	Na	Al
5	Ni	Na
6	Mg	Ca
7	Co	Fe
8	Si	Mg
9	Al	K
10	Ti	Ti
11	Cr	C
12	Sr	Cl
13	Mn	P
14	Va	S
15	Ba	N
16	C	Mn
17	Sc	F
18	Yt	Cr
19	Zr	V
20	Mo	Li
21	La	Ba
22	Ni	Zr
23	Pa	Ni
24	Nd	Sr
25	Cu	Y
26	Zn	Ce
27	Cd	Cu
28	Ce	Be
29	Gl	B
30	Ge	Zn
31	Rh	Co
32	Ag	Pb
33	Sb	
34	Pb	
35	Er	
36	K	

の原子量を計算して見るこ、

カルシウムから アルミニウムまで	の平均原子量が	35.3
チタニウムから イトリウムまで		64.0
ジルコンから カドミウムまで		101.3
セシウムから カリウムまで		107.2

となり、即ち、大體に於いて重い元素が下層にあり、之れに反して、軽い元素が上層にあると言へるこになる。しかし、之れも、極めて大ざつばな見込みに過ぎないのであつて、個々の元素を調査して見るこ、カルシウムや鐵の如き可なり重いものが、ナトリウムやアルミニウムや、カリウム等の軽い元素よりも上層にあるこが、分光學的にも、又、太陽表面學からも明らかであるから、すべてを餘り簡單に考へ過ぎてはならない。

ローランドの認めた36種の元素以外には、

ガリウム 酸素 ルビテウム

の二種が近來多くの學者によつて確認せられる域に達した。尙、多少の疑ひを以つて

イリヂウム ルテニウム ナルフラム  
オスミウム タンタルム ウラニウム  
白金 トリウム リチウム

が認められてゐる。又、證據は甚だ不確實であるが、或る種の物理學的證據から「太陽面に存在するかも知れない」を疑はれてゐるものは

ハロゲン屬の 弗素、鹽素、臭素、沃素  
酸素屬の 硫黄、セレンニウム、テルリウム  
窒素屬の 磷、砒素、錫、蒼鉛

其他

ホルミウム、テルビウム、イタービウム  
インデウム、タリウム、水銀  
アルゴン、ネオン、

第二表

スペクトル線の數

順番	元素	線の數
1	Fe	2000以上
2	Ni	
3	Ti	
4	Mn	
5	Cr	
6	Co	
7	C	200
8	V	—
9	Zr	
10	Ce	
11	Ca	75
12	Sc	
13	Nd	
14	La	
15	Y	
16	Nb	
17	Mo	
18	Pd	
19	Mg	20
20	Na	11
21	Si	
22	H	
23	Sr	
24	Ba	
25	Al	4
26	Cd	
27	Rh	
28	Er	
29	Zn	
30	Cu	2
31	Ag	2
32	Be	2
33	Ge	
34	:b	
35	Pb	1
36	K	1

等も疑はれてゐる。次ぎに、今までの研究で、絶対に其の根跡が太陽中に認められない元素としては、

アンチモニー、	セシウム、	プラセオテミウム
硼素、	金、	ラテウム
ツーリウム、	クリプトン、	クセノン

である。こゝに最も注意すべきは、「認められない」といふ意味が、必ずしも「存在しない」といふ意味でないことである。今日の天體進化論の教へるところに據れば、太陽も地球も、共に、元は一つの物質團であつたのであるから、今日、地球上に認められる元素が、大親たる太陽中に存在しないといふ風に解するのは非常な短見であるに違ひない。殊に、上述の事は皆太陽の光球中の存否を記してゐるのであつて、従つて、(ヘリウムの場合の如く)、光球以外に認められる物質については少しも論及してゐないからである。

太陽の色球(クロモスフィア Chromosphere)のスペクトルは、光球のスペクトルと比べて種々の點に違ひがある。クロモスフィアや紅焰(プロミネンス Prominence)のスペクトルを研究したのは1868年のロキア(Sir N. Lockyer)が最初であつた、其の當時既に、此の輝線スペクトル中に水素やカルシウムの存在を知り、又、地球上には未だ知られない元素として「ヘリウム」なる新元素が認められた。其の後、ヤング(C. A. Young)、ハギンス(Sir W. Huggins)等の研究によつて、クロモスフェア中に可なり多種類の元素が認められるに至つた。最も近頃の研究としては、ミチエル(S. A. Mitchell)氏が1905年の皆既日食の観測によつて得た閃光スペクトル(Flash Spectrum)の研究からの報告であつて、其れによるこ、

水素	ヘリウム	炭素	ナトリウム
マグネシウム	アルミニウム	シリコン	カルシウム
スカンテウム	チタニウム	バナテウム	クロミウム
マンガン	鐵	ニケル	コバルト
銅	亜鉛	ストロンチウム	イトリウム
ジルコン	バリウム	ランサナム	セリウム
プラセオテミウム	ネオテウム	サマリウム	エウロピウム
ガドリウム	テスプロシウム	ホルミウム	エルビウム

の32種を認めてゐる。之れで見ると、色球中には光球中にある化學元素の殆んど全部を、ヘリウムが認められることになる。

尙又、日食皆既の時にのみ見えるコロナの光の中には、今尚ほ地球上に發見

されない元素として、「コロニウム」なる名の下に波長  $5303 \text{ \AA}$  を始め、數個のスペクトル線が認められてゐる。果して此のコロニウムなる未知元素が太陽コロナ中に在るか否かは將來の研究者を待つて始めて解かるべき謎であるが、しかし、或る人々が想像してゐるやうに、コロニウムが若し極めて簡単な構造の軽い元素であるとするに、吾人は既に原子番號 60 までの元素を悉く知つてゐるのであるから、其の中に新元素を割り込ませることは絶対に不可能である。多分、此のコロニウム線なるものは、既知元素の或る特別な發光状態によつて發せられる光であらう。

西曆 1878 年、ロキア (Sir N. Lockyer) は太陽スペクトル中の波長  $3883 \text{ \AA}$  のところに炭素の吸収線を發見し、其の後、トローブリヂ (J. Trowbridge) やローランドの研究によつて此の事實は確かめられたが、1889年、ボン大學のカイザー (H. Kayser) 氏は、此の吸収線が、遊離した炭素のものでなくて、むしろ炭化窒素即ちシアン (Cyan, CN) の線であることを發見した。之れにより、太陽の如き高温體の中にも、化合物が存在するところが證明されたのである。其の後、1910年に英國ケンブリヂ大學のニウテール教授 (H. F. Newall) は、フラウンホーファー線の中の G と呼ばれる線群の中に酸化炭素 (CO) の光帯があることを證明し、次いで又、ロンドンのイムペリアル學院 (Imperial College) のファウラー (A. Fowler) 教授は

波長  $3360 \text{ \AA}$  に アムモニア ( $\text{NH}_3$ ) の吸収帯

同  $3064 \text{ \AA}$  に 水蒸氣 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) の吸収帯

があることを發見した。更に又、太陽黒點からの光線には

酸化チタニウム ( $\text{TiO}_2$ )

水化カルシウム ( $\text{H}_2\text{C}$ )

水化マグネシウム ( $\text{H}_2\text{Mg}$ )

等の吸収帯が存在するところも發見された。

第三表は、化學元素を最近の物理學の理論に基づいて配列した新週期率の圖である。此の圖の中で、線で圍まれた元素總計 61 種は、何等かの意味に於いて、太陽から發する光りのスペクトル中に現はれてゐるものである。其の中で特に太い文字の 36 種は即ちローランドが確證した元素である。しかし、今は此の 36 種の外に、酸素 O と、ガリウム Ga と、ルビデウム Ru とが光球のスペクトル中には確認せられてゐる。次ぎに、文字の下に横線を引いた 32 種の元素はミチエル氏が太陽の色球のスペクトル中に認めたものである。其の他の

第三表

族	a								b						c						d							族								
列	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	0	列							
i	H 1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	He 2	i							
ii	Li 3	Be 4	(B) 5	C 6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	N 7	O 8	(F) 9	(Ne) 10	ii					
iii	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	(P) 15	S 16	(Cl) 17	(Ar) 18	iii					
iv	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Ni 27	Co 28	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	(As) 33	(Se) 34	(Br) 35	(Kr) 36	iv	
v	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nd 41	Mo 42	— 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	(Sb) 51	(Te) 52	(I) 53	(Xe) 54	v
vi	Cs 55	Ba 56	La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	— 61	m 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	Hf 72	Ta 73	W 74	— 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	— 85	(Rn) 86	vi			
vii	— 87	Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	— 93	— 94	— 95	— 96	— 97	— 98	— 99	— 100	— 101	— 102	— 103	— 104	— 105	— 106	— 107	— 108	— 109	— 110	— 111	— 112	— 113	— 114	— 115	— 116	— 117	— 118	vii			

説明、**黒い線で囲んだ元素**は皆確實に太陽の中に存在するもの、**点得の中の**は太陽中に多少不確實のもの、**下位に細線あるもの**は太陽の色球中に存在するもの、**太い字**はロイランドが確認した36元素、(括弧の中のもの)は太陽のみならず總ての天體のスペクトル中に認められないもの、\*印のものは或る恒星のスペクトル中に認められるもの、+印のものは太陽黒點中に認められるもの

15種の元素は太陽の光球の光りの中に存在するところが多少不確定のものである。但し、リチウム Li は太陽黒點のスペクトル中に認められてゐる。

此の第三表を見て直ぐに知れる通り、太陽スペクトル中に認められる化學元素は多く此の表の左半部にあるものである。此の事は太陽光球の光についても、又、色球の光りについても同様である。此の表の左半は、或る二つ三つの元素を除けば、殆んど悉くのものゝ太陽に存在するところが證明されてゐる。しかるに、表の右の半部について見れば、日光スペクトル中に認められるものが著しく少ない。のみならず、眞に確實な證明のされるものは十指を屈するに足りない有様である。更に又、表の右半と左半とにある元素の中で、太陽光線中に認められるフラウンホッフ線の數を調査して見るに、差違は尙甚だしい。例へば、スペクトル線を數百乃至數千個認められる元素即ち鐵 Fe、ニッケル Ni、チタニウム Ti、マンガン Mn、クローム Cr、コバルト Co、炭素 C、バナデウム V、ジルコン Zr、セリウム Ce 等は總て此の左半にある。表の右半にあるもので、最も多數のスペクトル線を現はすものはカドミウム Cd、亜鉛 Zn、銅 Cu 等であるが、此等の何れもスペクトル線の數は僅々五個を越えない。

此うした事實は、ひそり、太陽光線のみならず、一般恒星のスペクトル線にも同様なのであつて、殊に、太陽には認められずに、恒星の或るものゝのみ認められる元素はセシウム Cs、テルビウム Tb、硫黃 S の三つである。だから、ひろく天體のスペクトル中に認められる元素として考へれば、表の左半は益々完全に近く認められると共に、右半は依然として存在が證明されない。尤も、しかし、前記の如く、スペクトル線中に認められないといふところは其の元素が絶対に存在しないといふ證明にはならないとも言へる。一つの理由は、要するに分光學的に線を出し難い元素が表の右半に多いといふところにも取られるのであるから。故に、之れは、むしろ、化學元素の物理學、又は一般に、原子の物理學に於ける或る性質を表はすを見て好いわけである。さにかく、今日、太陽や恒星のスペクトル線の中には

●素 B、弗素 F、ネオン Ne、燐 P、鹽素 Cl、アルゴン A、砒素 As、  
セレンウム Se、臭素 Br、クリプトン Kr、アンチモン Sb、  
テルリウム Te、沃素 I、クセノン Xe、金 Au、ラドン Rn。

の16種の元素が全く認められてゐない。しかし、地球上には確かに存在するのだから、之れは「天體に存在しない」のではなくて、今日の分光學では證明が不可能といふ意味に解すべきである。(つづく)



**アンドロメダの大星雲** (獨逸 Prof. M. Woef 撮影)

月の無い夜の空に高く、アンドロメダの中央に、天空最大の此の渦巻き星雲を、肉眼で見上げるのは吾人のインスピレーションである。はるか九十五萬光年の彼方を見る人の心は、跳らざるを得ない。——同時に又之れは、九十五年の大昔しを目の當り見てゐるのだ!!

寫眞の中央、左端に近く輝く一星は五等のメ星である。又、大星雲の右上に約二十五ミリ離れて見えてゐる楕圓形の光はN. G. C. 221さいふ星雲である。