

太陽化學の今昔⁽¹⁾

——現代の分光學を生み出した大恩人としての太陽——

山 本 一 清

太陽からの光線を導いて、ガラスのプリズムの中を通過せしめるこゝ、元々無色(或は白色と云ふ人もある)の日光が、種々の色の配列になるこゝを發見したのは、かのアイザーク・ニュートン(Isaac Newton)であつて、それは西暦1666年であつた。ニュートンは之れをスペクトル(Spectrum)と名づけた。

ニュートン以後、此のスペクトルの現象は永く忘れられて、學界の注意を惹かなかつたが、殆んど一世紀半を過ぎた西暦1802年に、ワラストン(W. H. Wollaston)が、プリズムへ送られる日光の圓孔を小さくしてスペクトルの種々の色が純粹になるこゝを知り、之れによつて、赤から靑までの色帯が多くの暗點で遮斷されてゐる現象を發見したが、彼れは之れ等の暗點を、種々の自然色の間の境界であるこゝを考へた。其の後、1808年に、ワラストンは更に、日光を、最初プリズムの縁に平行な向きの細隙の中を通過せしめて後、レンズやプリズムへ導くこゝ、スペクトルの現象は極めて見事に現はれるこゝを知つた。

しかるに、上記のワラストンの諸發明を知らないで、ドイツ國 ミュンヘン市の光學家フラウンホフア(J. v. Fraunhofer)は、やはり日光スペクトルを種々の方法によつて研究した結果、プリズムや廻折格子によつて美しいスペクトルを得るこゝ共に、集光レンズをプリズムの前後に用ゐるこゝの得策なるを知り、此の日光スペクトル中には夥しい黒線の存在するこゝを發見した。之れは西暦1814年であつた。フラウンホフアは此の黒線が其れ其れ常に一定不變の位置に現はれるこゝを確め、此等の總計 600 個を數へ、更に其の中の324 個の位置配列を圖に畫いた。故に此等の黒線を一般に今も尙「フラウンホフア線」と呼ぶ。フラウンホフアは特に著しい8 個の黒線には、目標のために、A から H までの符號を付けた。此等の8 個の線の光波の長さは、(コルヌ Cornu に據れば)、 μ (ミクロン)の單位で下の如くなる。

ア-図

赤	A
	B
橙	C
黄	D
緑	E
青	F
藍	G
靑	H

A B C D E F G H

760.40 686.71 656.21 589.21 526.91 486.07 430.73 396.71

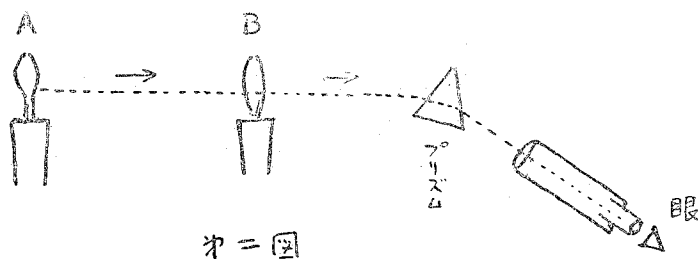
ニュートンの時以來、日光スペクトルは赤橙黄緑青藍靑の七色から成るこゝを言ひ傳

へられてゐるが、此等の色さ、上記の8個のフラウンホフ線との關係は第一圖の通りである。

日光スペクトル中のフラウンホフ線の起る原因が何であるかといふ問題は、フラウンホフ自身を始め、當時の物理學者の間にいろいろ考究されたが、只其の位置が一定なるこゝに、細隙やプリズムの故障に因るものでないことが確められた以外に、全く解決の法が無かつた。フラウンホフは、D線の位置が、實驗室内でナトリウムの化合物を燃して發する光からのスペクトル輝線と偶然一致するのを知り、之れに依つて、太陽の中には何等かの形でナトリウムが存在するを推理したけれど、明確な理由は不明であつた。

ところが、第十九世紀の中ばを過ぎた1859年、ドイツ國ハイデルベルヒ大學の物理學教授キルヒホフ(G. R. Kirchhoff)によつて、フラウンホフ線の謎は全く解けて了つた。キルヒホフは、實驗室内のナトリウム焰が單に輝やいてゐるこゝには、日光中のD線に相當する位置に見事な輝線が常に現はれるけれど、若し此のナトリウム焰の背後に強力な白熱燈を置くこゝには、白熱燈からの連續スペクトルが廣く現はれて、ナトリウム線的位置には黒線が見えることを發見し、之れによつて、分光學上の最大原理を悟るに至つたのである。世に所謂キルヒホフの原則と呼ぶものは

總ての物體は同一の溫度の下に光線を發する能力と吸收する能力との比が一定である
といふのであつて、今日の分光學の基礎は實に此の原則にあるのである。



今少し詳しく分光學上の諸現象を説くと、凡そ、總ての物體は、高温に熱せられて、光りを放つものであつて、殊に、

固體と液體とば、高温によつて、常に白色光即ち連續スペクトルを發し、

ガス體は、高温によつて、常に、獨特な單色光即ち輝線スペクトルを出す。

しかし乍ら、此ういふ風に發光する物體も、同時に又其の發する光と同じ光波を吸收する性能を有つてゐるのであつて、此の

發光能力と吸收能力との比は常に一定である。

故に、例へば、今或る物體が

温 度	1000°	1200°	1300°	1500°	2000°	に於いて、
發光能力を	200	250	280	340	450	とすれば、
吸收能力は	286	357	400	485	643	となり、

即ち

$$\frac{200}{286} = \frac{250}{357} = \frac{280}{400} = \frac{340}{485} = \frac{450}{643} = 0.7$$

となる筈である。そして、或る場合に或る物体が光を發射するか、或は吸收するかといふ事は、全く二つの物体の間の温度の相對關係に因るのであつて、例へば、第二圖の如き場合に、若し、

A の温度がB の温度よりも高ければ、A の光りはB に吸收されて、スペクトルには暗線が現はれ、

A の温度がB の温度よりも低ければ、A の光りがB に吸收される以上にB からの發光が強いから、スペクトルには輝線が現はれる

こととなる。

キルヒホフは上記の原理を應用して、太陽光線のスペクトル中にあるフラウンホフア線を研究し、其の結果「太陽の中央部には白熱された固體又は液體があり、それを包んで稍や低温のガス體がある」と考へた。そして此のガス體の中には

ナトリウム、鐵、カルシウム、マグネシウム、ニッケル、バリウム、銅、亜鉛

の八種の元素が混在してゐることを確めた。之れが太陽の化學構造を研究した最初のレコードであつて、言ふまでもなく、分光學(Spectroscopy)といふ新しい物理學の應用により、はるかの天界から齎らされた珍らしい知識であつた。今まで幾千年の間、天體の經緯度のみを研究し、其の空間運動の法則のみを研究の對象としてゐた天文學界に、ここに全く新しい方法が紹介され、今後は、天文學者が、手にも觸れないで居ながら遠方の天體の化學分析をすることが出来る時代となつた。此の化學分析が最初に試みられたのは即ち太陽であつて、ここに「太陽化學」(Solar chemistry)なる新しい語さへ作られるに至つた。

キルヒホフの發見に驚かされた學界は、俄かに多くの新研究者を此の方面に起した。中にも英國のブリウスター(D. Brewster)、ロツキア(J. N. Lockyer)、ハギンス(W. Huggins)、佛國のジャンサン(M. Janssen)、トローン(F. L. Thollon)、獨國のクーン(K. Kuhn)、瑞典のオングストローム(A. J. Angström)、米國のドレーパー(H. Draper)等は此の方面の有名な人々であつた。ブリウスターやクーン等は日光スペクトル中に、フラウンホフアが見た以上の多數の暗線を見、トローン等はA線からE線までの間に實に3200本の暗線を見、其のうち900本以上が地球大氣の吸收線であることも知つた。——日光スペクトルの暗線の中の、地球大氣による吸收線を見分けるには、始め、太陽の地平線上に於ける高度の變化による暗線の變動に依つて區別する方法のみが用ゐられ

てゐたが、後年には、太陽の東端や西端の自轉による視線速度をドプラー原理によつて観測する方法や、又、太陽面の中央部に邊緣部との暗線の異同によつて區別する方法が案出された。

太陽化學の研究によつて、1870年頃、オングストロームは太陽中に14個の元素の存在を知り、1878年ロツキアは33種の元素を認めた。しかし、此のロツキアの見た33種の元素中には多少不確實のものもあり、又、日食の時に限つて見えるが平常は見えないヘリウムも含まれ、尙其の外に、今日は元素を認むべからざるものも數へられてゐた。それで、1887年に米國のヤング(C. Young)が名著“The Sun”の中に「既知の元素」として書き挙げた所によるを、總計22種となつてゐる。

第十九世紀の末葉、米國ボルチモアのジョンズ・ホプキンス大學教授ローランド(H. A. Rowland)が自ら精巧な凹面格子を作つて太陽スペクトル線の研究をしたのは、太陽化學のためにも、一般の分光學のためにも、一大新時機を劃するものであつた。ローランドは光波長 $3000\text{\AA}$ から $7000\text{\AA}$ までの間に無慮30000本の暗線を見、之れ等を精密に一千分の一 $\text{\AA}$ の桁まで測定して、1895年から1897年までにわたり *Astrophysical Journal* (第一巻から第五巻まで) に發表した。此れによるを、スペクトル暗線の検査によつて、太陽の中に存在するを認定される化學元素は、

カルシウム	鐵	水素	ナトリウム	ニッケル
マグネシウム	コバルト	シリコン	アルミニウム	チタニウム
クローム	マンガン	ストロンチウム	バナヂウム	バリウム
炭素	スカンジウム	イトリウム	ジルコン	モリブデン
ランタナム	ニオブウム	パラヂウム	ネオヂミウム	銅
亜鉛	カドミウム	セシウム	ベリリウム	ゲルマニウム
ローヂウム	銀	錫	鉛	エルビウム
カリウム				

の36種である。此のローランドの發表があつて以來、太陽の中に認められる此の36種の元素は非常に權威ある確定事實として學界は一般に容認する所となつた。従つて、今二十世紀に入つてからも、多くの書物や出版物に記載せられる太陽元素は殆んど皆此のローランドの結果其のまゝであると言つて好い。尤も、年の経過と共に、太陽中に新しく發見される元素も無いではない。又、多少疑はしいけれど或は存在するかも知れないと思はれるものもある。即ち、

1908年出版のニウカム(S. Newcomb)の著“The Stars”中には	太陽の中に認められたる元素は	44種
1911年 アボット(C. G. Abbot) “The Sun”	同	44種
1912年 ファウラー(A. Fowler) “Astronomy”	同	38種

1912年	シヤイナー(J. Scheiner)	“Populäre Astrophysik”	同	37種
1916年	モールトン(F. R. Moulton)	“Introduction to Astronomy”	同	38種
1921年	シヤイナー〔第三版〕	“Populäre Astronomie”	同	39種
1922年	ニウカム・エンゲルマン(Newcomb-Engelmann)	“Populäre Astronomie”	同	47種

さいふ有様であつて、最後のニウカム・エンゲルマン〔第七版〕には、一躍して可なり多くの元素が認められてゐるけれど、それでも、ローランドの36種以外のものは多少疑はしいものが多いのである。(序でに一言することは、ローランドの表の中には、ヘリウムが含まれてゐない。之れはいろいろの考へ方もあらうけれど、兎に角、ヘリウムの暗線は太陽の色球からの光の中には現はれてゐるが、普通の光球の光の中には見えてゐないから、省かれたものである。然るに、上記の諸書の中、ファウラー氏のもの以外は、皆このヘリウムを加算してゐるのである。)——つゞく。

汎太平洋學術會議中の天文會合

去る十月三十日より豫定の如く東京で開かれた第三回汎太平洋學術會議の中の天文部(Section of Astronomy)は十一月二日午後一時から部會を開いた。英國の J. Proudman 氏が座長となり、

○特に太平洋地方に關する天文觀測

○太平洋地方の地球物理的問題と太陽活動との關係

の二題目を中心として、下記の論文が發表された。

1. ドクトル Miguel Selga 師(フィリピン)——来る 1923 年 5 月 9 日フィリピン 諸島南部にて見ゆる皆既日食
—— マニラの緯度
2. ドクトル C. E. Adams 氏(ニュージーランド)——緯度變化(代讀)
3. 同 —— 同じ寫眞板上に月と星とを撮つて經緯度の決定(代讀)
4. 同 —— 同
5. 理學博士 山本一清教授(日本)——天文臺建設地としての南滿州
6. ドクトル C. E. Furness 教授(米國)——太陽熱の測定(幻燈入り)
7. 理學博士 山本一清教授(日本)}
三澤勝衛 氏(日本)} —— 太陽黑點觀測の新例
8. 理學博士 山本一清教授(日本)——太陽黑點と太陽恒數との關係について
9. 理學博士 新城新藏教授(日本)太陽輻射線中の極端短波と地學現象
10. 理學博士 關口鯉吉技師(日本)——氣温に太陽活動の影響を検出する試み
11. 同 (日本)——春季の日本に於ける氣壓狀況と太陽活動
12. 同 —— 西太平洋の電波送受により太陽活動が大氣電離に影響を証明

他の部に比して、天文部は外國よりの代表者少なく、従つて部會も餘り振はないだらうと思はれてゐたが、實は案に相違して、此の天文部會は約五十の席に殆んど空席無く、後方には立つたまゝ傍聽する人々もあつた。出席者は上記の論文發表者の外に、京都大學よりは上田、荒木兩助教授、能田、竹田兩理學士。上島、渡邊兩氏及び山本夫人、東京天文臺よりは平山臺長、早乙女教授、萩原理學士、水澤觀測所よりは木村所長、池田、山崎兩技師等も見え、外國人としては、ジャヴの J. Clay 氏、濠洲のヴォンヴィラ教授ニュージーランドの C. C. Farr 氏、P. Marshall 氏、米國の L. F. Jenkins 嬢、G. W. Littlehales 氏、濠洲の E. F. Pigot 老、支那の秦汾氏等も見え、又、日本人の天文家以外に長岡、田中館、中村、小野、田丸の諸博士も見えてゐた。