

目 次

綜 合 報 告

大澤清輝：太陽彩層の爆發現象について(I)	155
-----------------------------	-----

論 叢

中野猿人：潮汐の話(I)	160
--------------------	-----

新 著 紹 介

G. スキアバレリ著・森川光郎譯：舊約の天文學	166
-------------------------------	-----

抄 録 及 資 料

無線報時修正値	167
VI月に於ける太陽黒點概況	168
太陽のウォルフ黒點數	168
太陽及び月の光度等級其他	168

天 象 欄

流星群	169
變光星	169
東京(三鷹)に於ける星の掩蔽	169
太陽・月・惑星	170

綜 合 報 告

太陽彩層の爆發現象について (I)

大 澤 清 輝

内 容

第I章 爆發の性状とその観測方法
第II章 爆發の統計的研究

第III章 爆發の地球物理学的効果
第IV章 爆發の本體について

序

太陽彩層の爆發現象 (bright chromospheric eruption) は單に爆發 (eruption) ともいふ。單色太陽望遠鏡で特別な波長 (例へば H_α 線) による太陽像を見てみると、時々太陽の表面に非常に明い斑點が発生して數分乃至數十分で消えてしまふことがある。その突發的なことと壽命の短いことは他の太陽面現象に類のない特徴で、“爆發”といふ名もそこから起つたのであらうが、本質的にもその名に相應はしい現象かどうかは未だよくわかつてゐない。然し、地球上の火山の爆發とか、或は火藥の爆發などから類推される様なものでは勿論ない。

1859年9月1日に Carrington がはじめてこの現象を目撃した。⁽¹⁾ その後、Lockyer, Secchi,

Young 等も周縁に起つたのを見たといふ記録があり、1892年以後は單光太陽寫眞儀で (H_α, H, K 等の吸収線で撮影した太陽像の中に見出されたこともあつた。然し多くは偶然に出合つたにすぎず、系統立つた研究は殆どされてゐなかつた。⁽²⁾

Hale による單色太陽望遠鏡の發明 (1926年) は、この現象の研究に新時代をもたらした。更に

1932年には國際天文學協會の仕事の一つとして、世界各地の天文臺は單色太陽望遠鏡による観測を分擔し、太陽面の觀察はリレー式に絶え間なく行はれる様になつた。最近では統計的研究をするに充分な材料も提供されるし、一步進んでは分光學的、測光學的な研究も始められてゐる。これらの近代的研究は爆發に関する我々の概念を進歩させてゐることは言ふまでもない。例へば、數年前まで一般に行はれてゐた定義：

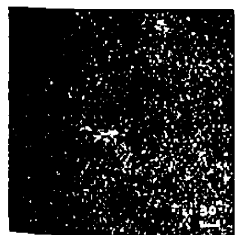
“爆發現象とは、H_α, H, K 線等の單光太陽像 (實視又は寫眞) の一部で輝度が非常に増加する現象である。”

よりは、最近の定義：

“爆發現象とは、太陽面の一部で彩層の發輝線の強いものが現はれる現象である。”

の方が事柄の核心に近い様な気がするのである。

一方、太陽彩層の爆發現象に伴つて、地球上にも種々の現象——地磁氣嵐、極光、無電短波の傳播状態の異常 (Dellinger 現象) などが現はれることは最近殆ど確認されてゐる。爆發とこれら地球物理學的現象との相關關係は、太陽黒點と地球の氣象との關係の様に“統計的に”認められるばかりでなく、“一つ一つの對應”が認められるといふ點が著しい。爆發の本體をつかむには、單光寫眞儀や單色望遠鏡による直接の観測の他に、それのひき起す地球物理學的効果を研究することも忘



第1圖 K_{2.3} 線で撮影した爆發

白い點又は不規則な部分は Bright Eruptions, 殊に黒い部分は黒點, 薄い斑紋は通常の K_{2.3} Flocculi (K_{2.3} Flocculi は contrast を出すために殊に薄く接付けてある。) 右下は Scale 30" を示す。(東京天文臺野附技師)

(1) Carrington: M. N. 20, 13, 1859.

Hodgson: M. N. 20, 15, 1859 (獨立の観測)。

(2) 1930年までの研究の歴史は Hale の綜合報告 (Ap. J. 73, 379-413, 1931) に詳しく記されてゐる。

れてはならない。同時に爆發の研究は實用的な意味でも重要なものになつてきたのである。

爆發の研究の歴史はまだ若く、今後の國際的ならびに自然科學諸分野の協力による研究にこそ期待がかけられてゐるが、一應現在までに我々の得た知識をまとめて紹介しようとするのが本稿の目的である。

第I章 爆發の性状とその観測方法

この章では、観測の方法を簡単に紹介しながら、それと平行して爆發の性状を述べようと思ふ。観測結果の統計的な研究や詳しい考察は後の章に譲つてある。

§ 1.1. 単色太陽望遠鏡

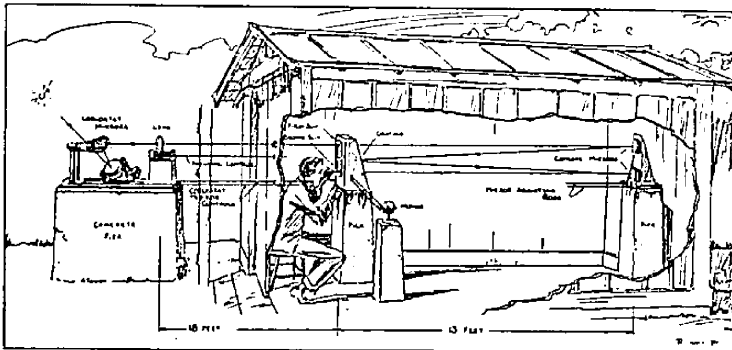
爆發が全色光では見えないこと、突發的な

の像を作る装置であつて、原理は同じだが、単色望遠鏡の方は肉眼で觀察する装置なので、變化の速い現象に follow できるので便利である。又、line-shifter によつて Doppler 偏移が簡単に測れるのも都合がよい。(第2圖 b 参照)。然し記録の正確さや客観性から言へば單光寫真儀の方がよく、將來も單色望遠鏡と單光寫真儀とを併用するのが理想的であらう。現在各地の天文臺で用ひてゐる單色望遠鏡は主として Hale のタイプであるが、第1スリットで像を sweep する機構には多くの改良が加へられ⁽³⁾、今後も發達する餘地がある。最近 Mitchel の考案したのは従來の二三の缺點を除いたもので、注目に値する。その他、單光寫真儀と單色望遠鏡とを組合せた装置 (Meudon)⁽⁴⁾ や、自動單光寫真儀 (Wilson 山)⁽⁵⁾ などもある。

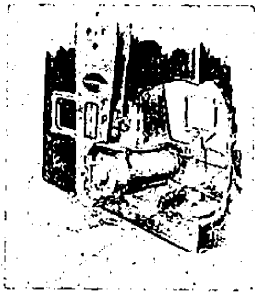
§ 1.2. 單光太陽像の意味⁽⁶⁾

第2スリットをスペクトル中の吸収線のない所におけば、全色光の太陽像と全然同じで色がついてゐるだけの太陽像が得られる。然し第2スリットを吸収線にあてると、よく知られてゐる様に、明暗とりどりの縞羊斑が見えてくる。その形状は元素によつて多少異なり、殊に水素の縞羊斑は黒點を圍んで渦狀の流線をなしてゐる。又、吸収線の wing と centre と

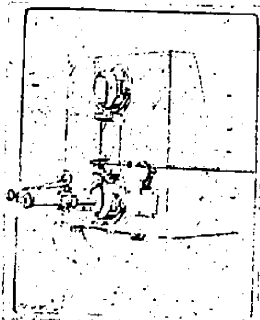
- (1) 單色太陽望遠鏡の装置は Hale: Ap.J. 70, 265, 1929 に詳しい説明がある。邦語では關口教授の“天體物理學(觀測と統計)” (岩波全書) p. 83 にある。
- (2) 單光太陽寫真儀の説明は太陽に関する教科書などには必ず見られる。例へば Abetti: Solar Physics (Handb. d. Astrophys. Bd. IV.) が詳しい。邦語では前記の關口教授の著書の p. 51 をはじめ、通俗的な本にも見られる。
- (3) 例へば, Pettit: P.A.S.P. 51, 95, 1939. Mitchel: Ap. J. 88, 542, 1938. Mt. Wilson Contr. No. 599.
- (4) d'Azambuja: L'Astronomie, 53, 97, 1939.
- (5) Richardson: P.A.S.P. 49, 83, 1937. 活動寫真用 35mm フィルムを用ひて4分毎に1枚の單光像を撮映する。H. 單光像を1枚とるには約 50 秒を要するといふ。この機械によれば長時間の連續觀測ができ、勞力も少い。
- (6) 單光寫真儀、單色望遠鏡に共通である。



(a)



(b)



(c)

第2圖 Hale の單色太陽望遠鏡

a) 装置全般 b) oscillating slit と line shifter
c) oscillating slit の代りに fixed slit と迴轉プリズムとを用ひた場合。

と、壽命が短いこと等の特徴は、そのまま観測の困難さの原因となつてゐたが、單色太陽望遠鏡⁽¹⁾ (spectroheliroscope) は殆どこの困難を征服した。これは單光太陽寫真儀⁽²⁾ (spectroheliograph) と同様、任意の單色光 (嚴密に言へば狭い波長域の光—0.04Å 位まで狭くすることができる。)で太陽

では様子がかなり違ひ、第2スリットを吸収線の中央に近づけるほど太陽大気⁽¹⁾の高層に於けるその元素の分布状態が示される。なぜかと言へば、振動数 ν の光の輻射には optical depth⁽²⁾ $\tau_\nu=0$ から $\tau_\nu \approx 1$ までの層が與ると考へられ、その中の例へば $\tau_\nu=0.5$ に相當する geometrical depth (實際の長さ) は吸収係數 ($k_\nu + l_\nu$) が増すと減小する、従つて吸収係數の大きい所即ち吸収線の中央近くでは、その剩餘強度は大気の高層のみから輻射されたものだからである。

この大ざつばな考へ方は強度の大きい吸収線にはよく通用するが、弱い線では中央の吸収係數が小さいため、全色光像との差が少い。又、水素の Balmer 系列線の様な sub-ordinate line⁽³⁾ では剩餘強度が單純な理論から期待されるよりも大きく、従つてその單色光像の意味も複雑になつてくる。その他單色光像の理論は吸収線の輪廓や剩餘強度の理論と密接な關係があつて興味深い、ここでは深くは立入らない⁽⁴⁾。ただ、吸収線の剩餘強度は太陽大気の物理的状態の局所的な變化を鋭敏に感じるのは事實である。(sub-ordinate line では殊に著しい。)

§ 1.3. 單色望遠鏡で觀た爆發の性狀⁽⁵⁾

爆發によつて變化を起す太陽吸収線の内では水素の H_α 線が最も著しく、爆發の觀測には實視、寫真ともにこの波長を用ひることが多い。 H_α 線の剩餘強度は平常は 0.15、明緬羊斑では 0.2~0.4、



第3圖 H_α 線の reversal (active な黒點の近くのスペクトル)

爆發部はそれ以上、時には1を超えて發輝線になつてしまふこともある。

(第3圖)。小さな爆發は剩餘強度では明緬羊斑と區別ができず、時間的の

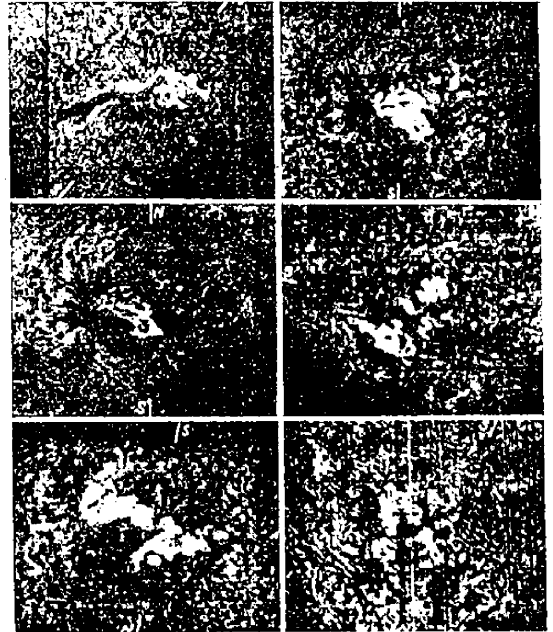
變化の速さで區別がつく。

又、單色望遠鏡に付いてゐる line-shifter で Doppler 偏移を測つた結果、爆發は測定し得るだけの視線速度を(周縁でも disk⁽⁶⁾ に於ても)持つてゐないことがわかつた。然し吸収線は往々數 Å にも達する Doppler 偏移を示すことがある。

しかも爆發の初期には短波長の方に、極大期以後には長波長の方にずれてゐることが多い。つまり氣體の一塊が始めは上昇し、あとで又下降したこ

とが暗示される。爆發に伴つて噴出狀紅焰が煽動されるためであらう。

又、爆發の前後では附近の緬羊斑の形狀は全然變化がない。これは爆發の起る場所は緬羊斑よりも高い層であつて、光球や反彩層を擾亂する現象ではないことの證據となつてゐる。又、周縁で起つた爆發の觀測によると、その光球からの高さは數千キロ以下であることも知られてゐる。



第4圖 爆發の種々相 H_α 單光寫眞 (Mt. Wilson にて撮影)

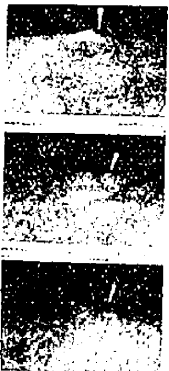
- (1) 光球 (photosphere) の上にある反彩層 (reversing layer) と、更にその上にある彩層 (chromosphere) とを總括して大気 (atmosphere) といふ。
- (2) $\tau_\nu = \int_x^0 (k_\nu + l_\nu) \rho dx$
- (3) lower state が ground state でない線をいふ。
- (4) 單光像の理論は例へば Unsöld: Phys. d. Sternatm. に書いてある。吸収線の輪廓については本月報 32 卷 (1939) 第1號から第4號にわたつて藤田講師の書かれた綜合報告 (天文學文獻抄第5冊) がある。
- (5) Hale: Ap. J. 73, 379, 1931.
d'Azambuja: C. R. 205, 554, 1937; L'Astronomie 53, 97, 1939.
Richardson: P.A.S.P. 49, 233, 1937.
Waldmeier: Naturwiss. 24, 638, 1936; 25, 715, 1937; Zs. f. Ap. 14, 91, 1937.
Abetti: Solar Physics (Hdb. d. Ap. Bd. IV); Il Sole.
- (6) 太陽の見かけの圓板を disk といふが、特に周縁以外の部分だけをいふこともある。

II. 以外の Balmer 系列線でも爆發は見られる。又、Ca⁺ の H, K 線の單光寫真にも現はれる。その他 Mg の b 3 重線, Na の D 2 重線, Ca⁺ の赤外 3 重線でも 観測される。特に注目してよいのは He の D₂ 線が現はれることである⁽¹⁾。Waldmeier の研究によれば, H_α 像に爆發が現はれると, D₂ 像には明-又は暗緬羊斑が現はれるといふことである。d'Azambuja は monochromator⁽²⁾ と同じ原理の二重單光寫真像を設計して, 赤外部の吸収線による單光像を研究したが, He の 10830 Å⁽³⁾ の單光像にも爆發が現はれること⁽⁴⁾, 水素の Paschen 系列線の單光像には緬羊斑すら現はれないことを見出した。

§ 1.4. 連續波長域による観測

爆發現象が吸収線を reverse すること(従つてその波長の單光像に異常光輝の斑點が現はれること)は上に述べた通りであるが, それでは吸収線の外の連續波長域の光は全然變化しないのだろうか, 特に正常以上の高温度の黒體輻射が行はれてゐるのではないだろうか。この問題は爆發現象の本体を考へる上からも重要である。

この意味から, Richardson⁽⁵⁾ は第 2 スリットを二つ立て, H_α 單光像と同時に吸収線外の任意の波長の單光像をも撮影して比較研究したが, 吸収線外の波長では爆發は見られない—變化があつたとしても極めて僅かであらう, といふ結果を得た。



第 5 圖 1938 年 3 月 31 日の爆發(周縁からの距離 13'')
上: H_α 線にて撮影
中: 莖外線にて撮影(本文)
下: 爆發終了後, 莖外線にて撮影

最近には Cambridge の太陽物理學觀測所の仕事の一つとして, 莖外線連續波長域による観測が行はれてゐる⁽⁶⁾。Al 鏡で作つた直徑 2 吋の太陽像を莖外線 filter⁽⁷⁾ を透して寫すのであるが, 周縁に非常に近い場合には爆發部が明るい斑點として認められたことがある。その場合輝度は約 27%, disk 全體の 3220 Å の輻射量にすれば約 0.0014 % の増加であつたとい

ふ, 同じ爆發の H_α 観測によれば, 輝度は近接部の數倍, disk 全體の H_α 輻射は約 0.2% 増加してゐる。この結果は然し, 測光方法が不完全なので, 結論を出すことは差控へなければならぬ。

1859 年に Carrington が始めて目撃した爆發は白色光だつたさうであるが, これは必ずしも連續波長域の光が増したのではなく, 多くの吸収線が強く reverse して發輝線になつたために全體として白く見えたのかも知れない。とに角その爆發は例外的に強大だつたに違ひない⁽⁸⁾。

§ 1.5. 爆發のスペクトル観測

以上は皆, 特別な單色光で作つた太陽像を観察する方法であるが, 普通分光器を用ひて爆發のスペクトルを研究するといふ横觀的な方法も可能な筈である。それを實行するには然し, 別に單色望遠鏡の観測者がゐて爆發が始まつたこと及びその位置を急報する必要があり, 又短時間に寫し終らないと爆發の早期及び晩期のスペクトルが混じる恐れがあるので實際問題としては簡単なことではない。Mt. Wilson でこれを試みた時も計畫の一部は成功しなかつた。然し爆發のスペクトルが得られて, reversal の比較的強度が大體知られたことは非常に興味深い⁽⁹⁾。これを次に紹介する。

先づ 3 個の Al 鏡(凹, 凸, 平面の順序)で 7

- (1) 太陽のスペクトルには D₂ 線は permanent line としては存在しない。但, 周縁では D₂ の發輝線がある。
- (2) 藤田講師の綜合報告(前掲)の第 2 節に紹介されてある。
- (3) 10830 Å は He に関する唯一の permanent line である。(Babcock: P.A.S.P. 46, 132, 1934).
- (4) 高次スペクトルによるかぶりを防ぐために可視光線を遮る filter を用ひ, 乾板は I-Z Kodak をアムモニア處理したものを使つた。直徑 4cm の 10830 Å 像をとるには約 6 時間を要するので, 平常はごく小部分だけを撮影した。
- (5) Richardson (前掲)。
- (6) Dobbie, Moss, Thackeray: M. N. 98, 606, 1938.
- (7) よく磨いた Vita-glass の両面に銀をうすく sputter したもので, 3220 Å を中心とする 20~50 Å を透す。
- (8) Hale (上掲), Richardson, Minkowski (後出) も Carrington の見た白色光について考察してゐる。
- (9) Richardson, Minkowski: Ap. J. 89, 347, 1939

時の太陽像を作り、その爆發部を廻折格子分光器(分散度は第2次で5.8 Å/mm)にのせ、用ひてゐない order のスペクトルの H_β 縞羊斑で guide しながら shutter をきるのである。乾板又はフィルムは波長域別に夫々適当なものを用ひ、露出は數秒程度であつた。(第1表)

第 1 表

波長域 (Å)	スペクトルの order	filter	乾板又はフィルム
3300—4000	III	UG-2	kinema positive film
3900—6900	II	なし	II-emulsion film
8000—8900	I	λ 6300 filter	144-P 乾板
10000—11500	I	同上	Eastman I-Z (アムモニア増感)

この結果の爆發スペクトルを正常の太陽スペクトルと比べて、爆發によつて變化した吸収線(又は新たに現はれた發輝線)について變化の強度を目測で評價したのが第2表である。

第 2 表

波 長 (Å)	元素及び記 號	變化の強度		lower state の 焔昂電壓 (eV)
		Disk	周縁	
10938.12	H	—	10	12.04
10829.7	He	25	30	19.74
10049.39	H	—	7	12.04
8682.17	CaII	7	4	1.685
8542.13	"	10	7	1.693
8498.06	"	5	0	1.685
6678.149	He	—	10	21.13
6562.816	H(H _α)	50	100	10.16
5875.79	He(D ₃)	—	15	20.87
4861.344	H(H _β)	40	30	10.16
4471.48	He	—	5	20.87
4340.477	H(H _γ)	30	15	10.16
4101.750	"(H _δ)	25	10	10.16
3870.078	"(H _ε)	30	10	10.16
3968.494	CaII(H)	70	25	0.000
3933.684	"(K)	100	30	0.000
3889.052	H(H _ζ)	20	8	10.16
3835.387	"(H _η)	15	—	10.16
3797.900	"(H _θ)	10	—	10.16
3770.63	"(H _ι)	5	—	10.16
3736.919	CaII	5	—	3.137

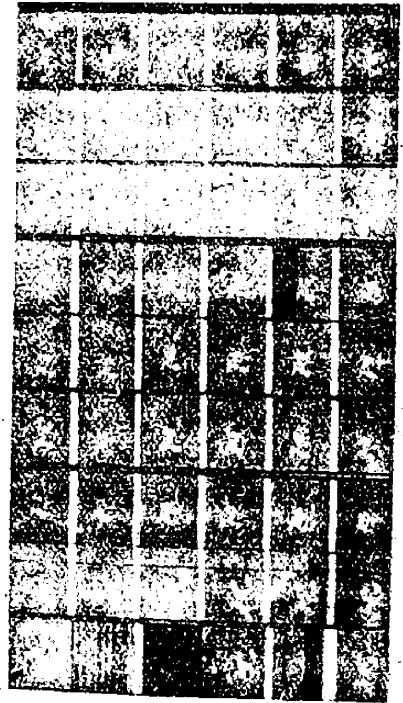
この結果を見て特に目立つのは He の發輝線(周縁で4本、disk では1本)と、Balmer 系列線が多數現はれたことである。(平常の太陽スペクトルには、Palmer 系列の吸収線は H_α までしか認め

られない。H_ε は H 線に blend されてゐるため microphotometer tracing によつてのみ見出され、それ以上の高次線は幅の廣い haze となつてゐる。) 爆發のスペクトルはこの點、彩層のスペクトルによく似てゐる。この事實も爆發が光球爆發ではなくて彩層爆發であることの證據になる。

なほ He の D₃ 線は發輝線としてではなく、弱い吸収線として現はれたさうである。Na の D 線、Mg の b 線は特に變化が認められなかつたらしい。又、連続波長域の

光には認め得るだけの變化はなく、Balmer limit 附近は特別に注意したが發輝らしいものは存在しなかつたさうである。

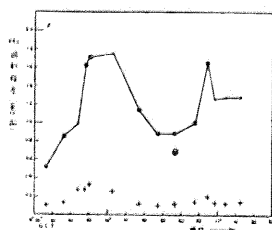
爆發のスペクトル觀測は將來も續いて行はれて、重要な結果を提供するであらう。



第6圖 1938年4月13日の爆發
5枚の H_α 單光寫眞 (§ 1.6. 参照)

§ 1.6. 爆發の寫眞測光

爆發を量的に研究することは、その地球物理學的效果を研究するにも必要なことであるが、最近までは殆ど肉眼的な大ざつばな評價のみが行はれてゐた。Cambridge では上に紹介した葦外線寫眞と平行して、H_α 像の寫眞測光をもプログラムに入れてゐる。(1) その方法は、H_α 像撮影に用ひる乾板と同じ箱の中の他の乾板を tube sensitometer で calibrate しておくのである。(光源は 1500 watt lamp, 赤 filter 付, 露出は 3 秒及び 5 秒)。これによつて太陽單光像の任意の個所の輝度を、附近の正常部の輝度を單位として表はすことができる。従つて爆發部分の輝度分布がわかるし、それを面積について積分すれば disk 全體としての H_α 過剩強度が得られる。又、連続的に撮影すれば、それらの時間による変化をも知ることができる。昨年 IV 月 13 日の爆發の際には、單色望遠鏡の觀測者からの合圖



第7圖 1938年4月13日の爆發

H_α 過剩強度の變化を示す。(小さい圓は重價²/λ) + は特に明るい一小部分だけの過剩強度である。

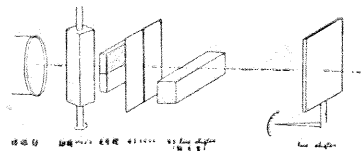
積分した過剩強度よりも peak intensity (爆發の面積の内が一番明るい一點の強度) に關係があるらしいが、peak intensity を正確に測る事は難し

いといふことである(2)。爆發も珍しくない。)なほ、爆發に伴ふ Dellinger 現象の大きさは、

いといふことである(2)。

§ 1.7. 爆發の實視測光

H_α 緬羊斑の輝度を肉眼で測るためには、簡単な楔光度計やランプ光度計が以前から用ひられてゐるが(3)、一長一短があつて、爆發を測光するに



第8圖 實視測光装置

は不向きである。Newton は最近單色望遠鏡に簡単な装置をつけ加へて爆發現象を測光することを考案した(4)。それは、元來の line-shifter と第2スリットとの間に第2の line-shifter を入れて、下半分のスペクトルを約 15Å だけずらせる様にするのである。(第8圖) 上半分のスペクトルはずらさないままで第2スリットには入る。従つて、爆發部の H_α 像(上半)と附近の正常部の H_α ± 15Å 像(下半)とを並べて同一視野内に見ることが出来る。それから両者が等輝度になる様に楔を動かして目盛をよむのである。その時新しい line-shifter の透過度による補正が必要である。

寫眞測光、實視測光ともに近い將來に於てよい結果が得られるであらうが、出来れば葦外線による測光も望ましい。又光電測光もこの方面に進出することであらう。〔未完〕

(東京天文臺 天文學文獻抄第7册別刷)

- (1) Dobbie, Moss, Thackeray (前掲)
- (2) 地球大氣の状態も問題になつてくる。
- (3) M. N. 93, 172, 1933; M. N. 96, 5, 1936.
- (4) Newton: M. N. 99, 463, 1939.

論 叢

潮 汐 の 話 (I)

中 野 猿 人

1. 潮汐研究の歴史

海岸近くに住居した民族は早くから潮汐干満の現象を知つて居たであらうと思はれる。支那では

西曆紀元前 2200 年頃の人である禹の作と言はれて居る『山海經』に初めて潮汐に關する記事が現はれて居り、其れには海鯨が洞窟から出ると潮が

引き洞窟に入ると潮が満つと書いてある。印度の『大藏經』には潮汐の干満は龍神の變化であると記されて居る。又晉の葛洪が西暦紀元300年頃に著した『抱朴子』には潮汐は天河の激湧なりとある。潮汐は天地の呼吸である等と言ふ説も支那に行はれた。大潮や小潮の現象及び此等と太陰との關係の如きも支那では可也古くから知られて居た様である。我が國の神話の中に火闌降命ホノソリノミコトと彦火火出見尊ヒコホホデミノミコトとの御争に關する所謂「潮満瓊及び潮涸瓊の物語」と言ふのが此れは潮汐の現象と何か關係があるものと思はれる。降つて『萬葉集』には潮の満ち干を詠んだ歌が澤山見出されるから、潮汐の現象は我が國でも相當に古くから、特に九州、瀬戸内海或は近畿地方の人々に知られて居たであらう。往時我が國の人々の間に行はれて居た潮汐の説は支那及び印度から傳來したものであつた。他方古代西洋文明の中心であつた地中海沿岸の住民は何うであつたかと言へば、彼等は潮汐に就いて餘り多くを知らなかつた様である。此れは地中海が我が日本海の様に潮汐の干満が非常に小さい爲であつたらう。希臘のヘロドタス(B. C. 484—424)は紅海の潮汐に就いて記述して居るが、此れが希臘に於ける潮汐に關する最初の文獻であるとされて居る。アレクサンダー大王が西暦紀元前325年印度に遠征したのであるがインダス河口に於いて、故國の地中海沿岸で經驗した事もない潮汐の現象を目撃した遠征軍は非常な狼狽をしたと言ふ事が傳へられて居る。此れと略々時を同じうしてピテアスはジブラルタル海峡を経て英吉利迄航海をし初めて潮汐の半月毎の變化と月齡との間の關係を見出して居る。希臘の有名な地理學者ストラボ(B. C. 63—A. D. 24)は海洋に關する多くの著述をして居るが、彼は所謂潮汐の一日不等(晝間の潮と夜間の潮との差異)に就いて述べて居る。

上に述べた様に、潮汐の現象は各民族に依つて相當早くから注意せられ、又其の原因を説明する種々の臆説が行はれたのであるが、此等は何れも餘り科學的ではなかつた。潮汐が眞に科學的に研究せられる様になつたのは漸く十七世紀になつてからの事である。力學の祖と言はれて居るガリレオは潮汐は地球の自轉に因つて生ずるもので、地動説の有力な證據であると考へたのであるが、今

日から見れば彼の考は正鵠ではなかつた。ケプレルは地球表面の水が恰も太陰及太陽の方向に引付けられる如く動いて行く傾向のある事を認めなければも此れを數式で表はす事は出来なかつた。彼の考は然し間違つては居なかつたのである。潮汐の原因を本當に突き止めたのは有名なニウトンであつた。ニウトンは西暦1687年に刊行された名著『プリンシピア』に於て初めて萬有引力に基き潮汐に關する若干の理論を發表した。其れに據れば潮汐干満の現象は地球上の海水に働く太陰及び太陽の引力が地球上の場所に依つて異なる爲めに起ると言ふのであつて、實に萬有引力の法則が潮汐の理窟を説明する鍵である事を明らかにした。ベルヌーイは1740年潮汐の釣合説(地球が海水に包まれて居て海面は潮汐を起す力と釣合の形を取ると考へた場合の理論で後に説明する)を完成し、ラプラスは1775—1776年に海水が地球全面を被ふて居る場合の潮汐を動力學的に論じた。

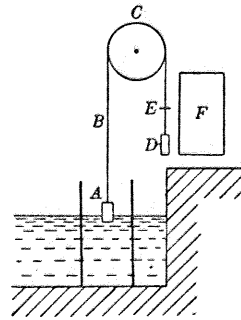
一方では航海や水産漁業其他の實際問題として各地の潮汐の模様を知る事が次第に必要になり、進んでは未來の潮汐をも豫知すると言ふ事が必要になつて來た。十三世紀の初頃ワリングフォードは倫敦橋の高潮時と月齡との關係を示す表を作つたが、此れは潮汐豫報の最初の試みと見る事が出来る。英吉利のラボック(1803—1865)及びヒューエル(1794—1866)は潮汐に關する色々な研究を行つたが、特に各地に於ける澤山な潮汐觀測の材料を整理分解し、又潮汐豫報の方法を考へ出し正確な潮汐表を拵へた。又同じく英國のエヤリー(1801—1892)は海溝中に於ける波の傳播の理論に關する重要な研究を遂げ、又波の進行する際に起る摩擦抵抗に就いても論じた。ケルビン卿(1824—1907)は1867年頃潮汐の調和分解法と言ふものを考へ出し、又未來の潮汐の豫報や過去の潮汐の推算等迄出来る様な潮汐推算器と言ふ器械を拵へた。ケルビン卿の案出した潮汐の調和分解法は實測材料を取扱ふに最も有力な方法である。ダーヴィン(1845—1912)は潮汐の調和分解法を完成し、地殻に起る潮汐を研究し、又潮汐摩擦に因つて天體の進化を論じた。米國のフェーレル(1817—1891)は北大西洋の潮汐は定常波である事を論じ、又流體の摩擦其他に就いて多くの理論的

研究を行つた。同じく米國のハリスはフェーレルの考を祖述して所謂潮汐の定常波説を唱へた。近年になつて潮汐の研究は非常な活況を呈し、實際方面に於いては觀測の材料がどしどし蒐集せられ、一方理論の方面では種々の場合に於ける潮汐の動力學的理論が發表せられて居る。就中近年の著しい進歩は海水の運動に関する流體力學の微分方程式(即ち運動方程式や連續方程式)から出發して、沿岸に於ける潮汐の實測材料及び海上に於ける潮流の觀測材料を用ひ、任意の海に起る海水の運動を數値積分法に依つて算出すると言ふ様な力學的方法が實際の海に於ける潮汐の研究に應用される様になつた事である。此の方面に於ける獨逸のステルネックやデファント等の研究は特筆すべきものがある。又潮汐に依る摩擦の問題も近年になつて盛に研究せられて居る。

2. 潮汐の觀測

海の表面が潮の満ち干、即ち潮汐の爲めに上り下りする模様を知る爲めに色々な道具を使ふ。一番簡單なのは檢潮杆と言つて尺度を盛つた柱を動かさない様に海中に建てるか或は岸壁や棧橋の柱等に打付けて置いて毎時間水面の高さを讀むのである。風波のあるときは海面の高さの讀取が困難であるから、成る可く波の穏かな場所を選んで杆を建てる事が必要である。目盛は 0.1 米毎位に施して置くのが宜しい。風波の爲めに海面が最高及び最低となつたときの高さを數回連續して讀取り、其の平均値を以つて海面の高さとする事にすれば風波の影響は大部分除いてしまふ事が出来る。然し此の様な方法では風波の影響を完全に除去する事は到底不可能であつて、海面が穏かな時でも 5 厘位迄しか確實には測定出来ない場合が多い。尙滿潮や干潮の時刻及び高さを決定する目的には其の前後各々約 30 分間に亘り數分間毎に高さを讀取る事が必要である。檢潮杆に依る方法が一番原始的で簡單ではあるが此れで長期間に亘つて連續觀測をするとなれば可也手数が掛かる。此の様な手数を省き、又之よりも一層詳しく潮汐を調べるには自記檢潮儀を使ふ。是は時計仕掛で動く紙の上に水面の上り下りを引續いて自記させるものである。普通用ひられる自記檢潮儀に二通りある。一つは浮きを水面に浮べて其れの上り下りを滑車や

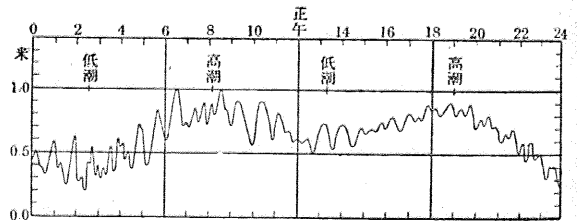
齒車で實際の 1/10 とか 1/20 とかに小さくして書かせるものである。ケルビン式やフース式、リッパール式の檢潮儀は皆是である。其の構造の原理を略圖に依つて示すと第 1 圖の如くである。A は海面に浮んで居る浮きで、之に結び付けてある綱



第 1 圖

B は滑車 C の溝を通つて捲き付けられ、B の他の端には錘 D が吊り下げてあつて浮き A と鈎合つて居る。又綱には錘 D の少し上の方にペン E が取付けてある。F は鉛直の軸の周りに一定の速さを以つて廻轉する圓筒で之に紙が捲付けられて

居る。海面の昇降に依つて浮き A が上昇或は下降すれば錘 D 及びペン E は下降或は上昇する。ペン E は圓筒 F に捲いた紙に軽く接するから、ペンの昇降は紙上に曲線となつて現はれる譯である。此の様な曲線を潮候曲線と稱へる。是は詰り時を横に潮位を縦にして時と海面の高さとの關係を圖示したものに他ならない。第 2 圖は潮候曲線の一例である。約半日位の週期で大きく昇降し



第 2 圖

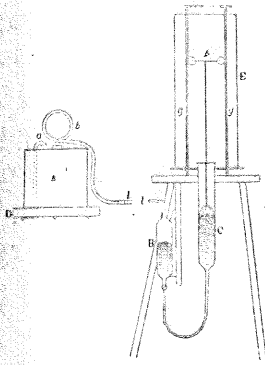
函館港の潮候曲線(大正 14 年 11 月 23 日)

て居るのが所謂潮の満ち干で、此の外にもつと週期の短い振動(此の圖では週期數十分)が現はれて居る。之は潮汐の副振動と呼ばれて居るもので主として氣象的原因で起るものである。浮式檢潮儀では風波の様な表面の波の爲めに浮きが烈しく運動するのを防ぐ爲めに海岸に近く掘つた井戸に管で海の水を導き、此の井戸の中に浮きを浮かして置く。第 1 圖にある二本の縦の太線は此の井戸を示して居る。井戸の管が餘り太過ぎ又は短か過ぎると風の波が現はれる。又管が餘り細過ぎ又

は長過ぎると週期の短い副振動などは良く現はれない。潮の満ち干だけを現はすには却つて此の方が良い事もあるが、副振動を調べるには管が小さ過ぎては良くない。

次に浮きを使はない方の式は水の底に入れた吊

鐘型の圓筒或はゴムの袋等の中の空気が水の爲めに受ける壓力を書かせる仕掛になつて居る。我が國で廣く使はれて居る此の種の自記檢潮儀は本多光太郎博士に依つて考案されたもので、水の爲めに受ける壓力を U 字形の管に入れた水銀で



第3圖

釣合はせ、水面の上り下りに伴れて水銀の面が上り下りするのを浮きとペンとで書かせる仕組である。第3圖は其の構造を示したものである。

A は底に重い鉛 D を付けた金屬製の鐘狀の罐(沈鐘と呼んで居る)で、其の内部は管 a に依つて外氣に通じ、又細長い眞鍮或は鉛の管 l に依つて硝子管 B C に通じて居る。管 l が沈鐘 A に接続する部分 b は通常鐵で出来て居り、又手で携へ易いように圖の如くループ狀に彎曲させてある。硝子管 P, C がゴム管で連結されて居るのもある。此の器械の働きを簡単に述べる。C の上部から適當量の水銀を注入すると硝子管 B 及び C に半ば水銀が盛られる。次に沈鐘 A を海底に沈めたとすると、海水は管 a を通じて沈鐘内に入り込み、沈鐘内の空気を壓縮し、硝子管 B の水銀面を押下げるから硝子管 C の水銀面は上昇する。海面が潮汐に依つて上り下りすると沈鐘内の空気は壓縮、膨脹し、之に伴つて C 管の水銀面は海面の上り下りに略々比例して上り下りする。C 管の水銀面にはエポナイト製の浮きが浮び、此の浮きにはペン p が附いて居る。ペン p が何時も鉛直に上り下りする様に小さな車が附いて居て之が框 g の溝を軽く轉がる様にしてある。ペン p は時計仕掛で鉛直軸の周りに廻轉する圓筒に捲付けた紙に軽く接して居て、紙上に潮候曲線を描く。尙硝子

管 B の底部にあるコックを捻ぢて通路を狭くすると週期の短い副振動等は餘り現はれないが通路を廣くすると良く現はれる。詰り此のコックは浮式檢潮儀の場合に於ける井戸の管の役目をするものである。

上に述べた二種類の自記檢潮儀の外にまだ色々の種類がある。例へば薄い金屬で出来た曲つた管が壓力の變化に伴れて曲り伸びするのを利用した式のものもあるが餘り用ひられない。又上り下りする水の柱の電氣抵抗の變化を利用したものもあるが之は何うもうまく行かない様である。極く氣候の寒い土地では井戸などの水が氷るのを防ぐ必要があるが、之には通例石油のランプを一つ點じて置けば良い。檢潮儀を据付ける場所を選ぶ事は大切である。潮汐の主な部分を調べ、又は平均海面等を求める目的ならば餘り副振動の著しい灣の奥等は良くない。又口の極く小さい奥の廣い袋狀の灣では潮汐の高さも時刻も灣の外とは可也違ふものである。

3. 潮汐の現象

潮汐は矢張り波の一種であるが、其れの主な部分は凡そ 12 時間位の週期の波と凡そ 24 時間位の週期の波と重つたものである。或場所では 24 時間の週期を有つた潮即ち一日潮が殆んど無かつたり、又場所に依つては半日潮が無かつたりする事もあるが、一般に是等の二つが重なつて來る。それで一般に一晝夜の間満潮が二回、干潮が二回ある。其の二つの満潮の高さや干潮の低さは一般に同じではない。此れを潮汐の一日不同と名付ける。一日不同は又季節に依つて始終變つて行くものである。太陰曆の月の始と中頃即ち朔と望の頃には潮の満ち干は大きく是を大潮と名付ける。上弦及び下弦の頃には之に反し潮の満ち干は小さく、是を小潮と名付ける。又一年の中では春分と秋分の頃が潮の満ち干が最も大きく是を彼岸潮と言ふ。世界中で潮汐の最も著しい所は亞米利加のファンディー灣の奥で大潮の平均の高さ(干潮面から満潮面迄の高さ)は 15.4 米、彼岸潮の高さが 19.6 米もある。英吉利のブリストル水道では彼岸潮の高さが 16.3 米である。朝鮮の仁川あたりでも 13.2 米に達する事がある。是等は何れも世界で名高い潮汐の大きい所であるが、一般には 1 米から 2 米

位のものである。例へば東京の附近では館山が1.9米、品川で2.2米、小笠原の父島で0.9米と言つた具合である。日本海の様な入口の狭い内海では潮汐は非常に小さい。例へば新潟で0.4米、敦賀で0.3米位である。

一日に二回の満潮と二回の干潮が起る場所では満潮から満潮迄の時間或は干潮から干潮迄の時間は日に依つて多少變化するが平均すると約12時間25分であり、又一日に一回の満潮と一回の干潮が起る場所では満潮から満潮迄或は干潮から干潮迄の時間は日に依つて稍著しく變化するけれども、平均の値は12時間25分の二倍即ち約24時間50分である。所が月が或土地の子午線に南中してから再び南中する迄の平均時間は24時間50分であるから、月が南中してから満潮となる迄の時間及び干潮となる迄の時間は日に依つて多少變化するけれども或定つた場所では略定つた値を有する。此等の時間を夫々高潮間隙及び低潮間隙と言ふ。高潮間隙及び低潮間隙は日に依つて數十分以内の範圍で變化するが、各々の平均値を平均高潮間隙及び平均低潮間隙と稱へ、朔及び望のとき換言すれば大潮のときの高潮間隙の平均値を潮候率と呼んで居る。潮候率は場所に依つて著しく異なるけれども、或定つた場所では略と一定の値を有する。例へば函館の邊で4時間、本州の中央(太平洋岸)あたりから四國にかけて6時間位、瀬戸内海の三田尻で8時間半、宇品で9時間半、尾の道で11時間位、又日本海の新潟では3時間、敦賀では2時間半と言つた様な具合である。

一日に二回の満潮と二回の干潮とがある場所では、月が赤道附近に在る頃には一日に略と規則正しく二回の満潮と二回の干潮とが起り、潮の一日不同が非常に少いが、月が赤道から南北に遠ざかるに従つて潮の一日不同は著しくなり、月が赤道から南或は北に遠ざかつた頃に一日不同は最も甚しくなる。即ち春秋の朔望の頃には月は赤道附近に在るから潮汐の一日不同は小さく干満は規則正しく行はれるが、春秋の上弦及び下弦の頃には月は赤道から最も遠ざかるから潮汐は不規則で一日不同が大きい。之に反して夏冬の朔望の頃には月は赤道から最も遠ざかるから一日不同は大きい、夏冬の上弦及び下弦の頃には月は赤道附近に

在るから一日不同は小さく潮汐は規則正しい。月が赤道附近に在る頃の一日不同の小さい規則正しい潮汐を分點潮と言ひ、月が赤道から最も遠ざかつた頃の一日不同の最も著しい不規則な潮汐を回歸潮と言ふ。尙、約半箇月を隔てた日の潮汐は略と等しい。例へば朔の日と次の望の日、或は上弦の日と次の下弦の日に於ける満潮や干潮の時刻や高さは略と等しい。又約半年を隔てた月齡の等しい日の潮汐は略と等しいが午前と午後とを反對にしたものとなる。例へば東京では6月の朔或は望の頃には低い方の干潮は正午頃に起るが12月の朔或は望の頃には低い方の干潮は夜半の頃に起る。又同じ月で且月齡の等しい日の潮汐は毎年略と等しい。

4. 潮汐を起す力

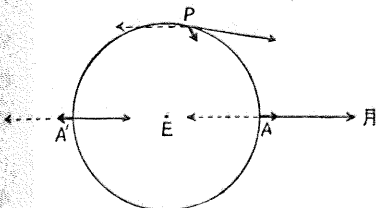
潮の満ち干の起るのは月や太陽の地球に及ぼす引力が地球上の場所に依つて一樣でない爲めである。天體が地球の色々の部分に及ぼす全體の力の



第4圖

中から、之が地球の中心に及ぼす力を引去つた残りを名付けて起潮力と言ふ。此の力が地球上に何の様分布して居るかと言ふ事を考へて見よう。今問題を簡單にする爲めに月Mと地球Eと唯二つだけしか存在しない場合を考へる。(第4圖)そして二つの天體は共通の重心Gの周りに同じ角速度で廻つて居るとする。此の共通重心の位置は引力の法則に依り、月と地球とを結ぶ直線上に於いて中心からの距離を兩者の質量に反比例する様に内分する點である。地球の質量は月の質量の約81倍であるから、月と地球との間の距離は地球の半径の約60倍であるから、月と地球との共通重心は地球の中心から其の半径の約0.74倍の距離に在る譯である。次に事柄を更に簡單にする爲めに地球が自轉をしないものと考へる。詳しく言へば地球の中心から勝手に引いた一つの半径を考へると、此の半径は何時迄も方向を變へず自分自身に平行に動くのみであると考へる。此の様な條件で月と地球とが共通の重心Gの周りを一定の角速度 w で廻つて居る場合には地球の總べての部分は夫々同じ大きさの

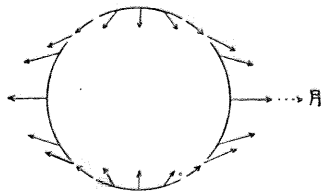
圓の上を同じ角速度 w で廻つて居る事は明らかである。今此の様な有様で月と地球が相互間の距離を變へずに廻つて居る時には二つの天體の間の引力が丁度其の廻轉の爲めに起る遠心力と釣合つて居なければならぬ。二つの天體間の互の引力は丁度夫々の天體の質量が其の中心に集つた場合と同じであるから、詰り地球の中心の所に於ける月の引力が此の遠心力と釣合つて居る譯である。地球上の總べての點は前述の通り同じ半径の圓の上を同じ角速度で廻つて居るから、其の遠心力は何處でも同じで夫々の點が描く圓の中心から外の方に向いて居るが、之に反し引力の方は場所に依つて皆違ふ（第 5 圖）。即ち月に面した側の點 A（月を天頂に仰ぐ様な點）では地球中心 E に於けるよりも大きく、反對側の點 A'（月を天底に見る様な點）では E に於けるよりも小さい。それで A



第 5 圖

では引力の方が遠心力に優り、A' では之に劣る。即ち A では起潮力は丁度月の方に向ひ A' では丁度月と反對の方向に向ふ。P の様な點では引力と遠心力とは互に傾いて居るが、力の平行四邊形を作れば二つの力の合力が分る。

若し P が地球の中心 E よりも月に近ければ合力即ち起潮力は月の方に向ひ、若し P が地球中心 E よりも月に遠ければ起潮力は月と反對の方に向ふ事は容易に分る。此の様にして地球上の色々の點に於ける起潮力を求めて見ると凡そ第 6 圖の様な有様になる。



第 6 圖

此の圖を見れば地球表面上に於ける起潮力の分布は恰も月が地球の兩側に在つて海の水を引張り合つて居る様な觀を呈して居る。

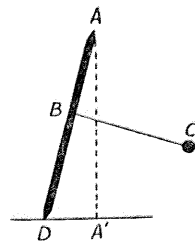
今、若し上に考へた様な運動に地球の自轉を加へたならば何うなるかと言ふに、其の爲めに地球表面の重力が全體に少し變り又緯度に依つての

違ひも有るが、其れの爲めに上の圖の様は大體に於いて變らない事は明らかである。少くも地球の上で經度に依つての違ひは此の爲めには起らない。換言すれば地球の自轉は赤道あたりの海面を或定つた高さだけ恒久的に高める様な作用をする。詰り恒久的な海面全體としての形狀の變化を生ずるものではあるが潮汐の干満には深い關係はない事が分る。倍、起潮力を水平の方向と鉛直の方向とに分けて見ると、次の様になる。

$$\text{起潮力の水平分力 } H = \frac{3mR}{2r^3} \sin^2 Z$$

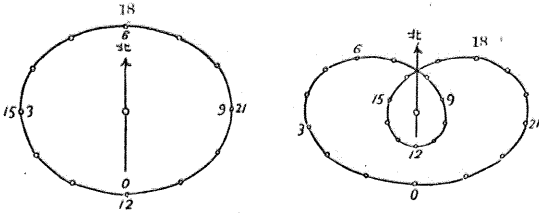
$$\text{起潮力の鉛直分力 } V = \frac{mR}{r^3} (3\cos^2 Z - 1)$$

但し m は月を地球に比べた質量の割合、即ち約 $\frac{1}{81.4}$ 、 R は地球の半径、 r は月と地球との間の距離、 Z は月の天頂角即ち其の土地の眞上から月の傾いて居る角度である。水平分力 H の大きさは $Z = 45^\circ$ 或は $Z = 135^\circ$ の時最も大きく、鉛直分力 V は $Z = 0^\circ$ 或は $Z = 180^\circ$ の時に最大である。 V の最大の値は地球の平均の重力の $\frac{1}{8640000}$ 位なものであるから、今日作られる最も精密な器械でも此の僅かな重力の變化を見付ける事は困難である。 H も小さいもので地球の平均の重力の $\frac{1}{11520000}$ 位に過ぎない。然し水平の方向には他に働く力が無いから僅かな力でも其の影響が現れる事になるのである。今重力 g が鉛直に働いて居る外に水平の力 H が働けば其處の鉛直線が少し傾く譯である。然し其の傾きは極めて僅かなもので、譬へて言へば長さ 11.52 軒程もある長い振子を吊したと考へると其の端が僅かに 1 耗だけ倚ると言つた様な程度である。此の様な長い振子を拵へて其の端の偏れを實際に觀測する様な事はとても出来る事ではない。ダーウィンなどは實際非常に長い振子を拵へ其の端の偏れを光學的に擴大して觀測しようとしてたけれどもうまく行かなかつた。所が此の様な長い振子の代りに之と全く同じ働きをする水平振子と言ふものを使ふと實際此の僅かな鉛直線の偏れを測る事が出来るのである。水平振子と言ふのは第 7 圖に示す様に棒 BC が鉛直



第 7 圖

線 AA' から僅かに傾いた AD を軸として廻轉し得る様な振子で BC は何時も AD を含む鉛直面内に平衡を保つて静止する。従つて今例へば C に紙面に垂直な方向に僅かな力を加へたとすれば横棒 BC は其れに應じて大きく廻轉する。軸 AD の鉛直線からの傾き A'D が小さければ小さい程此の廻轉角は大きい。此の原理を應用すれば極めて僅かな水平分力でも測る事が出来るのである。要するに水平振子は形こそ普通の振子と變つて居るが働きは極めて長い普通の振子と同じであると思へばよいのである。月の方向即ち Z が變るに伴つて、鉛直線の端は大體第 8 圖の様な曲線の上を動いて行く事が實驗の上からも確めら



第 8 圖

れた。但し此の圖は北緯 52°23' の所に於ける變化で、左の圖は月が赤道に在る場合、右の圖は月が赤道から 18°26' 南に在る場合である。又圖の曲線の傍に書いてある數字は月が子午線に南中してから次に又南中する迄の時間を 24 に割つた時刻即ち太陰時を示す。實際は地球が完全な剛體でないので地球自身も起潮力の爲めに少し變形し其の爲めに事柄が尙複雑になるが、此の圖は地球が完全な剛體で起潮力の爲めに少しも變形しないも

のと考へた場合の圖である。

僅、上の様に鉛直線の方向が週期的に變る事の第一の結果は海の表面が其れに垂直にならうとして動く事である。海面が上り下りして潮汐干満の現象が起るのは其れから起る第二の結果に過ぎない。假りに大洋を澤山の區域に仕切つて水が互に往き來出来ない様にしたものと想像すれば潮汐は殆んど判らない様に小さくなつてしまふであらうと思はれる。其の證據には實際湖水等では潮汐の満ち干がある事はあるが非常に小さいものである事が知られて居る。

今迄は月ばかりの影響を述べたが太陽に就いても全く同様な事が當嵌まる。太陽の場合は質量が月に比べて著しく大きい代りに距離が遠いので、其れの影響は結局月のよりも少く、2.2:1 の割合である。此れは起潮力が距離 r の三乗に逆比例するからこそ此の様な結果になるのであつて、若し起潮力が r の三乗に逆比例せず例へば自乗に逆比例するとしたならば太陽の影響は月とは丸て程度の違つた大きいものとなるのである。實際の潮を起す力は月と太陽と二つのものとの影響が重なつたものであるから非常に複雑である。第一月の運動の週期と太陽の夫れとが互に割り切れない數の割合になつて居るから、全く同じ有様が二度と繰返される事はない。又前に擧げた H や V の式の中にある r や Z が時と共に變る有様も可也複雑なものである。此の様な起潮力を受けたときに海の水が何の様に動くかと言ふのが次の問題である。(未完)

新 著 紹 介

G. Schiaparelli 著 森川光郎譯：舊約の天文學
 菊判 256 頁 教文館發行 定價金 1 圓 50 錢

Schiaparelli の “Astronomy in the Old Testament” の原著は 1903 年にイタリア語で出版され、翌年獨譯、翌々 1905 年英譯が出版され、今日に至るまで貴重な書物として推賞されてゐる。今回森川光郎氏が邦譯を出されたが、かかる種類の書物の乏しい我國に於て喜ばしいことである。又その邦譯は多少の誤字がある様であるが、天文學の方から見ても基督教の方から見ても適切忠實になされてゐる點に敬意を表したいと思ふ。

この書物は本文 9 章と附録 3 篇から成立つてゐるが、

本文を 4 部に大別することが出来る。第 1 部は第 1 章緒論である。この章と序文に於て著者の立場が示されてゐる。即ち天文學者が舊約聖書を綿密に讀んで研究材料を取出し、先人の既に検討考證した結果をも取入れ、集大成した意味の意見を敘述してゐるのである。従つて天文學者の側から見れば珍奇な材料や學ぶべき研究方法や又古代文化と關係あるさまざまの結論を見ることが出来るが、一方聖書學者の側から見ればあまり研究材料にならぬ天地創造の思想や宇宙自然の頌歌などを取上げなかつたことに不満を感ずるであらう。又著者は極端な意見や荒唐無稽な説は全然考慮しないと云つてゐるが、しかも尙こ

の書物全體に聖書の解釋に對する批評的態度が横溢してゐることを指摘されるかも知れぬ。兎に角この書物は宗教的な立場よりも科學的立場に傾いてゐると言へるのである。

第2部は第2章蒼穹・大地・深淵即ち舊約聖書に現はれた宇宙觀である。エルサレムが世界の中心にあり、そのまはりの大地に諸國や海や島々があつて地の果に至る。そこから高く天が懸つて居り、その天の上に水があつてこれが雨となつて落ちる。風は四方の天の庫から吹いて來る。又大地の下に深淵と呼ばれる水の世界があり、死者はこの下なる水と通ずる黄泉へ行かねばならぬのである。科學的に見れば全く幼稚不完全な宇宙觀世界觀を見る。

第3部は第3章天體、第4章星座、第5章マッザロースを含む天體・星座の検討である。殊にマッザロースに就いての考證は面白い。日本譯の聖書では十二宮又は星宿となつてゐるが實は金星を指すといふ結論であり、結局舊約聖書には日月の外に金星・土星・オリオン・プレヤデス・ヒヤデス・北斗星・南方の星座といふ様な名稱が現はれて來る。

第4部は第6章日と其の分割、第7章ユダヤ月、第8章ユダヤ年、第9章七の週期を含むユダヤの曆法及び時

法である。ユダヤ曆は陰陽曆であり、一日は夕方から始まり、一月は新月の初めて見た夕方から始まることは周知の事實であるが、この外毎年の諸祭日が定まつてゐて嚴格熱心に守られたので、舊約聖書から實際の曆や祭の記事を取出すことには特殊の野心的興味がある。それは1000年又はそれ以上の年月に跨がつて記された驚くべき記録を天文年代學的に整理することの可能性を吟味する企である。著者のこの企ては殆ど成功してゐない。しかしながら曆法時法を大觀して得られる常識は他の年代學的判斷に二次的な目安を與へる。又7年毎の安息年や7日毎の安息日が忠實に守られてゐる事實、夥しい日月食の記事などはまだ何等かの發言權を有つてゐるさうに見える。

以上がこの書物の大要であるが、所謂通俗書でないので天文學の側にとつても基督教の側にとつても少しく難解であらう。殊に緒論の章があまりに基督教の専門的術語で埋められてゐるのが目立つてゐる。これに對する解説が欲しい様に感ぜられる。けれども舊約聖書に於ける天文學といふ題目に對してこの書物は絶對的な權威を持つてゐると言へる。その意味で永く珍重して讀まべき書物である。(石井)

抄 録 及 資 料

無線報時修正値 東京無線電信所(船橋)を経て東京天文臺より放送した今年Ⅵ月中の報時修正値は次の通りである。

學用報時は報時定刻(毎日11時及び21時の5分前即ち55分より0分までの5分間に306個の等間隔の信號を發信するが、此の修正値はそれら306個の信號の内約40個の信號を測定し、最初及び最終、即ち55分0

秒及び0分0秒を表はす信號の起端に對する修正値を算出したものである。

分報時は1分より3分まで毎分0秒より1秒間の信號を發信するが此の修正値はそれら3回の信號の起端に對する修正値を平均したものである。次の表中(+)は遅れすぎ、(-)は早すぎを示す(東京天文臺)

1939 June	11 ^h		21 ^h				1939 June	11 ^h		21 ^h			
	學用報時		學用報時		分報時	學用報時		學用報時		分報時			
	最初	最終	最初	最終		最初		最終	最初		最終		
1	-0.115	-0.118	-0.11	-0.130	-0.136	-0.13	0.009	0.010	0.01	0.038	0.030	0.03	
2	-0.153	-0.148	-0.14	-0.147	-0.151	-0.14	0.011	0.020	0.03	0.037	0.039	0.05	
3	-0.001	0.002	0.01	0.030	0.030	0.04	0.029	0.026	0.04	0.016	0.012	0.02	
4	0.000	-0.001	0.01	0.015	0.009	0.02	0.043	0.050	0.07	0.002	0.003	0.01	
5	-0.003	-0.016	-0.01	0.013	0.009	0.02	0.004	-0.009	0.01	0.001	-0.003	0.01	
6	0.013	0.020	0.03	0.018	0.012	0.02	0.080	0.085	0.10	0.050	0.046	0.05	
7	-0.032	-0.035	-0.02	-0.020	-0.024	-0.02	0.049	0.044	0.05	0.030	0.036	0.04	
8	-0.117	-0.118	-0.11	0.015	0.013	0.02	0.034	0.027	0.04	0.015	0.011	0.01	
9	-0.020	-0.021	-0.01	-0.002	-0.008	0.00	0.037	0.036	0.04	0.012	0.008	0.01	
10	-0.041	-0.052	-0.04	-0.012	-0.022	-0.01	0.019	0.020	0.02	0.032	0.030	0.03	
11	-0.013	-0.024	-0.01	-0.016	-0.028	-0.02	0.042	0.043	0.05	0.099	0.101	0.10	
12	0.017	0.022	0.03	0.025	0.029	0.04	0.054	0.053	0.06	0.095	0.091	0.10	
13	0.003	0.000	0.02	-0.017	-0.033	-0.01	0.239	0.238	0.24	0.042	0.040	0.05	
14	-0.038	-0.043	-0.03	-0.037	-0.037	-0.03	0.121	0.120	0.13			0.10	
15	-0.035	-0.038	-0.02	0.003	0.005	0.00	0.167	0.166	0.17	0.007	0.011	0.02	

VI 月に於ける太陽黒點概況

日	黒點群	黒點數	黒點概況	日	黒點群	黒點數	黒點概況
1	—	—	雨、観測なし	16	9	112	IV優勢、東に小群(V)
2	15	113	小群多數散在	17	9	107	IV減少、V稍々多し
3	13	136	小群多し、特に中央(I)及南部(II)	18	8	82	V稍々數多きのみ
4	13	91	I, II數多し	19	8	83	Vのみ著し他は小群
5	10	124	I, II優勢、東に新群(III)	20	9	68	V中央にて著しく、半影を持つ
6	9	66	I, II減少、III増大	21	5	48	V稍々顯著なるのみ
7	—	—	曇、観測なし	22	—	—	雨、観測なし
8	—	—	小雨、観測なし	23	7	53	V西部にて減少、著しきものなし
9	9	90	III中央にて著しきのみ	24	9	68	V多きのみ、他は寂寞
10	10	97	III著し、その他小群	25	—	—	曇、観測なし
11	—	—	曇、小雨、観測なし	26	—	—	曇、観測なし
12	—	—	曇、観測なし	27	—	—	曇、時々雨、観測なし
13	—	—	曇、観測なし	28	—	—	雨、観測なし
14	9	98	III西にて減少、中央に稍著しきもの(IV)	29	—	—	曇、観測なし
15	8	135	IV數多し	30	—	—	曇、観測なし

使用器械、観測方法等については本誌第 31 卷第 4 號第 77 頁参照 (東京天文臺發表)

太陽のウォルフ黒點數 (1939 年 IV, V, VI 月) (表 A)

A) 黒點數はツァイス 20cm 屈折鏡による實視観測の結果で實驗的に $k=0.60$ と決定したものである。

(東京天文臺發表)

(A) 東京天文臺

	IV	V	VI
1	21	—	—
2	—	—	158
3	—	148	160
4	—	142	133
5	—	169	134
6	—	150	94
7	—	—	—
8	104	—	—
9	88	125	108
10	116	142	118
11	121	159	—
12	107	—	—
13	—	—	—
14	109	—	113
15	130	154	129
16	—	125	121
17	124	112	118
18	119	97	97
19	89	97	98
20	—	81	95
21	—	59	59
22	—	91	—
23	—	—	74
24	124	—	95
25	130	—	—
26	—	112	—
27	181	126	—
28	112	—	—
29	192	—	—
30	171	—	—
31	—	—	—
	123.4	122.8	111.9

(B) 會員

	IV	V	VI
1	20	176	167
2	—	—	181
3	—	144	112
4	109	149	125
5	94	167	142
6	82	141	136
7	83	—	153
8	98	171	125
9	116	116	129
10	113	132	109
11	122	150	—
12	123	—	82
13	112	153	—
14	128	174	116
15	128	185	141
16	143	119	97
17	124	127	119
18	119	112	103
19	98	100	92
20	138	93	87
21	128	76	54
22	118	97	—
23	161	100	—
24	161	106	—
25	165	77	55
26	165	155	—
27	145	111	—
28	168	121	—
29	170	109	153
30	145	170	128
31	—	163	—
	124.1	134.8	118.5

本會會員の太陽黒點観測

本會會員の観測は天文臺の観測のある日について互に比較して下記各観測者の k を決定し、この値から日々のウォルフ黒點數を出し平均したものである。(表 B)

観測者	観測日數	k	観測者	観測日數	k
大石辰次	38	1.23	坂上 務*	33	1.23
香取眞一	42	0.94	中野 繁	20	1.40
坂上 務*	20	0.94	森久保茂	27	1.23

* V, VI 月は観測器械變更の爲別に k を計算した。左の値はIV月、右はV, VI月である。

太陽及び月の光度等級其他

太陽、月の光度等級に關しては 1916 年に H. N. Russell が從來の観測を比較検討の末求めた値が一般に採用されてゐるが (Ap. J., 43, 1916; Russell, Dugan, Stewart: Astronomy Vol. 2, 1926), 最近 G. P. Kuiper が Russell が取扱つた材料に更に其以後の観測をも含めて、此等を總て international system で統一し其重量平均を求めてゐる (Ap. J., 88, 1938). Kuiper の論文は太陽、月の光度を求めるのが主目的ではなくて、恒星の各スペクトル型に對する溫度スケール、熱指數 (= 輻射等級 - 實視等級), を數值的に求め更に一步進めて實驗的に恒星の質量光度の關係を導くのが主眼であるが、此等恒星に對する諸星の標準となるべき太陽に對して正確な數値の必要上太陽、月への吟味を行つてゐる。

倍太陽の實視光度等級を求めるには、1) 恒星と太陽を直接の實視観測に依つて比較する、2) 恒星と太陽を直接の寫真観測を行ひ之に色指數を加へる、3) 月を仲介にし

て月に對して 1) 及び 2) の方法を用ひる, 4) 恒星と太陽の輻射光度を比較して實視光度に換算する, の四通りの方法がある. 1) に依る Zöllner, Fabry, Ceraski, W. H. Pickering の四人の觀測値を平均すれば太陽の實視等級として $m_{\odot} = -26.77^m$ IPv (International photovisual system) を得る. 2) の方法では E. S. King と Birk の測定があるが此等を International photographic system に修正し, Morgan 及び Kuiper の決めた太陽のスペクトル型 dG2 に相當する色指數 $+0.53^m$ を引き, 兩者の重量平均をとれば $m_{\odot} = -26.60^m$ IPv となる. 3) に對しては月の光度が先づ求められねばならないが, 此に關しては King (寫眞), Zöllner (實視), Pickering (實視), Pettit (輻射計), Calder (光電管) の觀測から重量平均として

$$m_{\zeta} = -12.66^m \text{IPv}$$

を得た. 但月の色指數は Wilsing, Scheiner, Russell, Pettit, Danjon, Calder の重量平均 $+0.75^m$ を採用した. 従つて月の寫眞等級は $m_{\zeta} = -11.91^m$ となる譯で

ある. 太陽と月との光度の差は Rongier の光電管觀測値を International system に直し, 此と前記の月の光度を組合せれば $m_{\odot} = -26.77^m$ IPv である. 4) では Pettit & Nicholson の材料から dG2 に對する熱指數 0.07^m (Kuiper の値) を用ひて $m_{\odot} = -26.94$ IPv が求められる. 以上四通の測定値に對して上記の順序に夫々 1, 1/2, 2, 3 の重みをつけて重量平均を計算すれば次の如くなる.

$$m_{\odot \text{vis}} = -26.84^m \pm 0.04^m \text{IPv} \quad M_{\odot \text{vis}} = +4.73^m \text{IPv}$$

太陽の輻射等級に就いては前述の 1) 2) 3) の重量平均 -26.75^m IPv に熱指數を加へたもの, 即 $m_{\odot \text{bol}} = -26.82^m$ と, Pettit & Nicholson の輻射觀測から得られた値 -27.01^m とを夫々 2/5, 5 の重みを附して組合せば次の値を得る.

$$m_{\odot \text{bol}} = -26.95^m \quad M_{\odot \text{bol}} = +4.62^m$$

尙 Kuiper は太陽の有効温度は Unsöld (Physik der Sternatmosphären, 1938) の値 $T_e = 5713^{\circ} \pm 30^{\circ} \text{K}$ が現在最も信用し得るものとしてゐる. (清水)

天 象 欄

流星群 Ⅸ月はⅧ月より著しく流星数が減少するが普通の月よりは多い. 主な輻射點は次の通りである.

	赤經	赤緯	輻射點	性質
Ⅷ月—Ⅹ月上旬	4 56	+41°	γ Aur	速, 痕
21日頃	2 4	+19	α Ari	緩
27日頃	0 16	+28	α And	緩
中旬—下旬	0 52	+ 6	δ Psc	緩

變光星 次の表はⅨ月中に起る主なアルゴル種變光星の極小の中 2 回を示したものである. 長週期變光星の極大の月日は本誌本巻第 16 頁にある. 本月中に極大に達する筈の星で觀測の望ましいものは S CrB, RU Cyg RR Sco, S UMa 等である.

アルゴル種	範圍	第二極小		週期		極小中央標準時		D	d
		m	m	m	d	d	h		
062532 WW Aur	5.6-6.2	6.1	2	12.6	18	0, 23	1	6.4	0
023969 RZ Cas	6.3-7.8	—	1	4.7	9	19, 16	23	4.8	0
204834 Y Cyg	7.0-7.6	7.6	2	23.9	10	21, 16	20	7	0
182612 RX Her	7.2-7.9	7.8	1	18.7	12	21, 20	0	4.8	0.7
220445 AR Lac	6.3-7.1	6.5	1	23.6	7	20, 11	19	8.5	1.6
030140 β Per	2.2-3.5	—	2	20.8	21	1, 23	21	9.8	0
191419 U Sgc	6.5-9.4	—	3	9.1	10	21, 21	0	12.5	1.6
194714 V505 Sgr	6.4-7.5	—	1	4.4	9	22, 15	20	5.8	0
191725 Z Vul	7.0-8.6	7.1	2	10.9	12	21, 17	16	11.0	0

D—變光時間 d—極小繼續時間

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(Ⅸ月)

(東京天文臺回報第 85 號に據る. 表の説明に關しては本誌第 1 號參照)

日附	星名	光現度	月象	中央標準時	a		b		方向角		日附	星名	光現度	月象	中央標準時	a		b		方向角	
					m	m	m	m	$^{\circ}$	$^{\circ}$						$^{\circ}$	$^{\circ}$	$^{\circ}$	$^{\circ}$		
					P	V	P	V	P	V						P	V	P	V		
6	B.D.+16° 523	6.0	R	21.6	3	19.3	-2.0	+1.3	254	293	19	B.D.-19° 4471	7.0	D	6.0	21	9	—	—	70	22
9	26 Geminorum	5.1	R	24.5	1	44.9	+0.1	+2.2	233	290	20	B.D.-19° 4725	6.9	D	7.1	21	40.5	-0.5	-0.2	58	12
11	A ² Cancri	5.7	R	26.6	4	9.2	-0.2	+2.8	231	287	23	B.D.-15° 5626	6.2	D	10.0	19	25.0	-2.1	+1.4	53	60
19	B.D.-19° 4453	9.0	D	5.9	18	31	—	—	95	70	23	β Capricorni	3.1	D	10.0	19	34.7	-2.2	+1.2	57	62
19	B.D.-19° 4465	8.4	D	6.0	20	17	—	—	60	18	23	β Capricorni	3.2	R	10.0	21	6.9	-2.3	-0.2	261	243
19	B.D.-19° 4464	8.7	D	6.0	20	23	—	—	35	352	30	54 Ceti	5.9	R	17.1	23	24.5	-2.4	+0.6	273	309

太陽・月及び惑星

主として東京天文臺編纂理科年表に據る。時刻は凡て中央標準時。出入、南中は東京に於けるもの。
表中 15 日毎の赤經、赤緯、時差、黄經、距離、視半徑、視差は凡て 12h に於ける値。

太陽

		赤 經			赤 緯			時 差	
月	日	h	m	s	°	'	''	m	s
IX	1	10	37	50.0	+8	39	9	-0	18.2
	16	11	31	54.6	+3	2	6	+4	45.5
X	1	12	25	50.5	-2	47	37	+9	57.8

時差 = 眞太陽時 - 平均太陽時。

		黄 經			地球からの距離		視半徑	
月	日	°	'	''	km	km	'	''
IX	1	157	46	36	1.009	1960	15	52.4
	16	172	20	45	1.005	4044	15	56.0
X	1	187	1	45	1.001	1408	16	0.1

黄經は年初の平均分點に對するもので、光行差は含まれてゐない。距離は平均値 149 504 201km を單位としてある。

秋分(黄經 180°) IX月 24日 7^h 50^m

		出 南 中			入		出入方位		南中高度	
月	日	h	m	s	h	m	°	'	°	'
IX	1	5	12	11 41 20	18	10	北	11.3	63.0	
	16	5	23	11 36 16	17	49	"	4.4	57.4	
X	1	5	35	11 31 4	17	27	南	2.8	51.6	

出入方位は東又は西より測りたるもの。

月

		地平視差		出 南 中		入	
月	日	'	''	h	m	h	m
IX	1	54	21.67	19	9	0	47
	16	59	34.87	8	17	13	56
X	1	55	29.61	18	53	0	58

		下 弦		朔		上 弦		望	
月	日	h	m	h	m	h	m	h	m
IX	7	5	24	13	20	22	20	19	34
				最 北			最 南		
				赤道通過			赤道通過		
					14	1	8		
					20	11	46		
					27	23	54		

		最近		最遠		地球からの距離	
月	日	h	m	h	m	km	km
IX	13	2	59			0.93142	
							1.05577

距離は平均値 384 403km を單位としてある。

惑星

		IX月 1日		IX月 16日	
距離	視半徑	出	南 中	入	
水星	1.0238	3.3	3 47	10 35	17 23
金星	1.7267	4.9	5 5	11 38	18 12
火星	0.4652	10.1	16 13	20 52	1 34
木星	4.0507	22.7	19 24	1 34	7 39
土星	8.6776	8.6	20 31	3 4	9 33
天王星	19.3307	1.8	21 23	4 23	11 19
海王星	31.1973	1.2	6 24	12 38	18 51

		IX月 16日		IX月 16日	
距離	視半徑	出	南 中	入	
水星	1.3340	2.5	4 54	11 18	17 41
金星	1.7219	4.9	5 36	11 49	18 1
火星	0.5330	8.8	15 21	20 5	0 52
木星	3.9697	23.2	18 21	0 28	6 32
土星	8.5005	8.8	19 31	2 3	8 31
天王星	19.0978	1.8	20 24	3 24	10 19
海王星	31.2279	1.2	5 28	11 41	17 54

		X月 1日		X月 1日	
距離	視半徑	出	南 中	入	
水星	1.4091	2.4	6 7	11 56	17 46
金星	1.7058	4.9	6 7	11 58	17 48
火星	0.6139	7.6	14 37	19 29	0 22
木星	3.9542	23.3	17 17	23 18	5 23
土星	8.3760	8.9	18 29	1 1	7 27
天王星	18.8984	1.8	19 24	2 24	9 19
海王星	31.1958	1.2	4 31	10 44	16 56

距離は地球からのもので、その單位は太陽に於けるものと同様。

惑星現象

月	日	現象	月	日	現象
IX	2	木星、月と合	IX	14	海王星、月と合
	3	水星、近日點通過		14	金星、海王星と合
	3	土星、月と合		17	海王星、太陽と合
	5	天王星、月と合		18	火星、近日點通過
	6	金星、太陽と外合		19	水星、海王星と合
	8	金星、日心黄緯最北		22	水星、太陽と外合
	13	水星、月と合		23	火星、月と合
	14	水星、日心黄緯最北		28	木星、太陽と衝
	14	金星、月と合		29	木星、月と合

昭和 14 年 8 月 25 日 印刷
昭和 14 年 9 月 1 日 發行

定價 金 30 錢
(郵稅 5 厘)

編輯兼發行人

東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内
福 見 尙 文

印 刷 人

東京市神田區美土代町 16 番地
島 連 太 郎

印 刷 所

東京市神田區美土代町 16 番地
三 秀 舍

發 東京府北多摩郡三鷹村東京天文臺構内

行 社 團 日 本 天 文 學 會
法 人

所 振替口座 東京 13595

東京市神田區姿神保町 堂
東 京
賣 東京市神田區南神保町 店
岩 波 書
東京市京區區根町 3 丁目 3 番地 店
北 陸 館 掛
東京市芝區南佐久間町 2/4
恒 星 社
所 東京市日本橋區邊 2 丁目 6 番地
丸 善 株 式 會 社

THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXII NO. 9

1939

September

CONTENTS

K. Ôsawa: On the Bright Chromospheric Eruptions (I) (Collective Review).....	155
M. Nakano: Tides (I) (Article).....	160
Book Review—Abstracts and Materials—Sky of September, 1939	166