

チルフの太陽黒點觀測と其の方法

理學博士 山 本 一 清

(一)

太陽面に現はれる黒點を觀測記錄した結果の發表せられるものは今日世界の各地に於いて少なくないけれど、其の中でも、最も早い時代から繼續に行はれ、最も直接的で、又、最も權威あるものは、スヰス國チウリヒ (Zürich) 大學天文臺に於いて十九世紀の中頃から續行せられてゐるものである。これは初め同大學教授チルフが着手したもので、チルフの死後は現今の同大學天文臺長チルファ氏が此の觀測を繼續してゐる。それがために吾人は、連綿として前後七八十年の永きにわたる太陽の黒點活動の記錄を與へられて居るのであるが、尙此の上に、チルフの研究により十七世紀初頭から十九世紀中頃までの二百數十年間にわたる太陽黒點現象の消長も或る一定の方式によつて與へられ、それがチルフ・チルファ兩氏の觀測結果と直接に連絡するやうになつてゐるから、いはゞ三百年以上の長年月にわたる太陽面の狀勢を知るための貴重な尺度を吾人はチルフ・チルファ二氏の努力の賜ものとて得つゝあるわけである。

(二)

そもそも、ルドルフ・チルフ (Rudolf Wolf) なる人は1816年スヰス國のチウリヒ市に近い片田舎に生れた人であつて、家は可なり多くの學者を輩出した家であり、幼時から兩親の教育もよほど注意深く行はれたものであるが、十歳の時、父を失ひ、同時にチウリヒ市に出て或る工業學校に學ぶ頃から特に數學に優れた才能を表はしたといふ。

1833年、チウリヒに高等工學校が創立せられるや、チルフは入學してエシマン教授の天文學、ラーベ教授の力學、ムソン教授の物理學等の講義を開き、益々其の理學的才能を磨いた。1836年には遂に此の學校を卒業して、エシマン教授の奨めによつて外國へ留學を思ひたち、先づ奧國ギーン市の大學に行つて、リトロウ教授の天文學、エテングハウゼン教授の物理學、ベツザール教授の光學を學び、天文臺にも度々出かけて行つて種々の天體觀測を見學した。

それから1838年の初めにはリトロウ教授の紹介によつて獨國ベルリン大學へ移り、天文臺のエンケ教授等にも親しく教へられ導かれた所もあるが、しかし此のベルリン滯在中は、何れかと言へば數學研究に興味を持つこと多く、シタイン教授の下に二三の論文を草したこともあつた。

1838年の夏、ベルリンを立つて、先づゲチンゲン大學にガウスを訪ひ、次いでゴータ大學にハンゼン教授を訪ひ、更にボン大學ではアルゲランデル教授を訪ひ、何れも短時日ではあつたけれど、此うした大家を歴訪したところによつて

色々の暗示を與へられたらしい。

年末には佛國パリに出でたが、此所では何もする暇が無く、すぐ、スヘス國境に入り、ジュネーヴ市の天文臺にアルフレド・ゴーチエ氏を訪ねた後、元のチウリヒに歸り着いた。此の滿二年間の留學に得た所は極めて多く、今やタルフは一かきの天文家となつて故郷に歸つたわけである。そして暫くは母校のエシマン教授の下に研究の日を送つて居た。其の當時、チウリヒ市に地磁氣の觀測所を作らうとする希望を以つて少しく奔走して見たけれど、之れは遂に成功しなかつた。——けだしタルフが此うした計畫をした動機は、さきにゲチンゲン大學を訪ねて、ガウス教授にすゝめられた地磁氣學の興味によるものである。

(三)

1839年、タルフは首都ベルンの一専門學校教授として招かれ、こゝに漸く獨立した理學者として立つこゝとなつた。此の頃、スヘス國內に天文臺らしい天文臺はジュネーヴ市に一つあるのみで、折角若い天文家タルフの研究慾を満足せしめるこゝは、チウリヒでも、ベルンでも出来なかつた。それで、ベルンでは當分觀測研究を斷念したタルフは、一般理學會のために種々世話役をつとめた外は、圖書館に出入して、ひろく文書をあさり、スヘス國の理學史を著はさうとの計畫を進めた。

1847年、タルフは、トレシエルといふ天文家の他へ轉じたあとを繼いで此のベルンの専門學校の天文臺の主任となつた。しかし此の天文臺は、實は名ばかりで、殆んど器械らしい器械は無く、殆んど手の下しやうもなかつた程であるが、此の貧弱な中から、タルフはふご太陽觀測の重要なことを思ひ立ち、わずが「三吋」口径の望遠鏡を以つて太陽の黒點の觀測を始めた。之れは寧ろ偶然の思ひ付きであつたけれど、其の後、年月が経つにつれて重大な意味を持つやうになつたのである。

(四)

1850年の頃、タルフは太陽黒點の觀測の多少の經驗から、此の黒點活動を數量的に表はすための一つの尺度を立案した。それは「太陽黒點の相對數」(Relativzahlen, 即ち英語では Relative Number) と呼ぶものである。前號で、シザーベの偉業に對するジョンソンの演説中にも譯出したこともある通り、黒點の最初の連續觀測者シザーベは、既に、太陽黒點の個々の數を重く見ないで、むしろ其の群の數を數へたのであるが、タルフも亦黒點個々より黒點群の方を、太陽活動の尺度としては重大であるとし、次ぎの如き R といふ數を「相對數」と呼ぶこゝにした。即ち、

$$R = 10g + f$$

こゝに、 g は或る日の太陽面上に見える黒點群の數であるし、又、 f は同じ太陽

面上に見えてゐる黒點個々を數へた數である。但し、群には大群も小群もあり、從つて少數の黒點から出來てゐる群も、多數の黒點を含んでゐる群もあるわけであるが、群としての此等の區別は全く見ないで、同じく一群とし、尙其の群の中にある黒點は個々の數が幾何といふことになつてfの中にも入つてゐることになる。故に、例へば今或る日の太陽面に15個の黒點が三つの群を形成して現はれてゐることをすれば、其の日の相對數は

$$R = 10 \times 3 + 15 = 45$$

となる。そして、一つの群の中には黒點數が幾何以上たるべしと言ふやうな規約があるのでは無いのだから、二個又は五個、又は十個、十五個等の黒點から出來てゐる一つの群も認めなければならないと同時に、單に一個の黒點が獨立して存在する場合にも之れを一群と見なければならない。——何だか之れは少々囚はれた氣味がないわけでも無いやうに見えるが、しかし、ナルフの元の考へでは、そもそも上記のRの式を考察した主旨が、「一個の黒點が生じるよりも一個の黒點群の生じる方が十倍の太陽活動量を要する」といふ假定の下に出來上つてゐるのだから、止むを得ない。——勿論、群に大小がある通り、個々の黒點にも大きなものや小さなものがあるけれど、「相對數」の數へる場合には是等を皆同様に一つと數へるのである。故にすいぶん亂暴な尺度ではあるけれど、元々、此の「相對數」なるものが、日々の太陽黒點を精密に比較しやうといふ目的のものではなく、いはゞ黒點を方便にして、むしろ太陽全體の活動程度の大體を知らうとするのであるから、細かい見方には堪えないのは無理もないのである。

ナルフは此うして算出した相對數を、又、他の人々が行つた黒點觀測の吟味にも應用して、相互に結果を比較することが出来るために、上記の數式よりは寧ろ、

$$R = k(10g + f)$$

なる式を用ゐた。こゝにkはgやfに無關係な恒數であつて、只、使用された器械や方法の能率にのみに依るものである。ナルフは始めから口径「三吋」、倍率六十四倍の器械を使つてゐるから、此の器械での能率を標準とすれば、例へば他の大口徑又は高倍率の器械の如き能率の大きな方法で太陽を觀る人は、ナルフの觀測よりも多くの黒點や黒點群を見るこゝが出来ゐる故に、之れをナルフの結果とを比べるためには、kを1よりも小さい數にする必要がある。又之れに反して、ナルフの器械に劣る能率の觀測ならばkを1よりも大きく取る必要がある。

さにかく、此うしてナルフは自己の毎日の觀測から相對數を計算し、其の相對數の毎月平均又は毎年平均などを算出して、一年中又は一ヶ月中の太陽活動を表はすことにした。

（五）

ナルフが太陽黒點を觀測し始めて、最初の大成功は、太陽黒點の消長が地磁氣の變動と密接に關係してゐるこゝの事實の發見であつた。それは1852年のこゝであつたが、此の發見は、北米カナダのトロント市に居るサバイン將軍も亦同じ1852年に成功した。勿論此の兩研究者は全く偶然に發見の時を同じくしたのであるから、之れは發見者としての兩者の名譽を減少するものではなくて、却つて兩者の別々の發見の價值と確實性を増すものであつた。

（六）

ナルフは1854年にベルン市を去つて故郷チウリヒ市に歸り、高等工學校の教授となつたが、遂に1855年には同市の大學教授となり、いよいよ1861年には新しい天文臺が建てられ、其の初代の長に任ぜられた。しかし如何に地位境遇が變化しても、ナルフはベルン時代に始めた太陽黒點の觀測をすてず、益々熟練を以つて此の貴い事業を續けた。——同時に、かうして觀測研究し得た結果を發表するため1856年から「天文通報」(Astronomische Mitteilungen) こゝの名の不定期出版物を刊行するこゝとなつた。實に此のチウリヒ天文臺の事業を知るために、又、ナルフの觀測による太陽の活動狀況を知るために、Astronomische Mitteilungen は學界に非常な貢獻をしたものであつて、今日も尙此れは後繼者ナルフア氏によつて第一百何巻こゝの發行されてゐる。

（七）

ナルフが、ベルンやチウリヒのやうな、貧弱な器械的設備の天文臺で行ふ事業として太陽黒點の連續觀測を始めたこゝは、まこゝに賢明なやり方であつた。グリニチやパリ國立天文臺のやうに堂々たる天文臺が理想的の設備を以つて、今までの舊來天文學——即ち、天體の位置や運動の研究——を追ふのみのポリシーを早晩改めなければならぬ時機に達したのが十九世紀の中頃であつたが、しかし、まだ學界の大勢は近い將來に發展すべき新方面の天文學に對する見込みがつかず、全體が一種の行き詰まりに遭遇した（「天界」第61號第73頁參照）と思はれた時、太陽黒點の永續觀測が忘れられたる——しかも貴重なる事業たるこゝ、しかも之れが僅か「三吋」口徑の望遠鏡でも成し得る重要事業なるこゝに、ナルフは氣が付いたのであつた。

しかし、何と云つても、「三吋」でやる太陽黒點觀測は、術として、極めて簡單であり、又容易である。殊に又當時のナルフとして見れば、始めてから間もないのであるから、其のまゝでは、手許にある材料は甚だ少ない。そこで、ナルフは餘暇を以つて圖書館に入り、古い時代から先人のやつた太陽觀測記録を調査研究するこゝを始めた。

ナルフの、此の古記録の調査は頗る徹底したものであつた。即ち第十七世紀のハリ奥特、ガリレオ、シャイネル、リチオーリ、ヘズリウス等の殘した觀

測を始め、近くはシヅメ、シミト、カリントン等に至るまで、前後二百数十年にわたつて切れ切れに行はれた太陽黒點の報告原文をあつめ、此等を精査の上、悉く、ナルフ一流の「相對數」に整理して了つた。——此等の結果は詳細に「天文通報」に發表されたが、更に之れを大きく纏めた結果を、ナルフは、1877年、英國ロイヤル天文學會所要の第四十三卷に發表した。此の論文の中には1749年からの毎年毎月の太陽黒點「相對數」が大きな表にして掲げてある。

此のナルフの大研究によつて、吾人は1749年以來の「相對數」を知り、従つて過去二百餘年に近い間の太陽活動狀況を知る材料を持つてゐるのである。

(八)

ナルフは自ら此の夥しい觀測材料を整理すると共に、シヅメ以來の問題である黒點増減の週期を研究し、遂に $11\frac{1}{9}$ 年なる平均週期を得た。之れが即ちナルフ週期として今尙世に有名なものである。勿論、シヅメの「約十年」といふ週期よりも正確である。しかし、ナルフ自らが既に論じてゐる如く、この $11\frac{1}{9}$ 年は永年の觀測記録から導き出した平均週期であつて決して精密に此の簡単な週期のみが誰の目にも現はれてゐることを意味するのではない。現にナルフの指摘する所によれば、

黒點相對數極大の年は	1615.5	1626.0	1639.5	1649.0	1660.0	1675.0……
其の間隔は	10.5	13.5	9.5	11.0	15.0	10.0…
又、相對數極小の年は	1610.8	1619.0	1634.0	1645.0	1655.0	1666.0……
其の間隔は	8.2	15.0	11.0	10.0	11.0	13.5…

故に極大の年の間隔も、極小の年の間隔もずいぶん大小の差がひき入り交つてゐる。たゞ之れ等を平均して見ると、ほゞ $11\frac{1}{9}$ 年となるのである。

極大や極小の年の間隔が、上述の如くいろいろになつてゐることは、果して太陽の活動そのものが此れほゞ不規則なものであるのか、又は觀測の誤差や、調査研究の不十分なために此うした結果が現はれたのか、明らかでない。ナルフ自身として見れば、此の觀測法や調査研究法の不十分なのを知つてか、しきりに平均値を取ることに苦心し、日々の觀測から毎月毎年の平均相對數を算出するのみならず、更に、各月の平均相對數の、前後十三ヶ月にわたる平均數を以つて其の中央に當る月の最終の平均値とした。例へば、

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1906年	45.5	31.1	64.5	55.3	57.7	63.2	103.3	47.7	56.1	17.8	38.9	64.7
1907年	76.4	108.2	60.7	52.6	43.0	40.4	49.7	54.3	85.0	65.4	61.5	47.3
1908年	39.2	33.9	28.7	57.6	40.8	48.1	39.5	90.5	86.9	32.3	45.5	39.5

此等を元の材料として、1906年7月の最終相對數を得るためには、1906年1から1907年1月までの上記の平均相對數から、更に平均して、先づ

$$(45.5+31.1+64.5+55.3+57.7+63.2+103.3+47.7+56.1+17.8+38.9+64.7) \div 12 = 53.8$$

此の 53.8 は 1906 年六月末又は七月始めに相當する平均値と見るべきものである。次に 1906 年 2 月から 1907 年 1 月までの十二ヶ月の平均として、

$$(31.1+64.5+55.3+57.7+63.2+103.3+47.7+56.1+17.8+38.9+64.7+76.4) \div 12 = 56.4$$

此の 56.4 は 1906 年の七月末又は八月始めに相當する。故に二つを平均して、

$$(53.8+56.4) \div 2 = 55.1$$

とすれば、此の 55.1 は 1906 年七月中頃に相當する平均の相對數と見るべきものである。ナルフは此の 55.1 を 1906 年七月の最終相對數とした。

こうした複雑な計算は、皆、觀測の不完全を豫想すると同時に、又、太陽そのものについても、餘り些細な變動を度外視して、まづ最も一般的な、(従つて最も安全な) 變動の大勢を捕へんを力めたのである。

(九)

ナルフは 1893 年十二月六日に逝去した。(ナルフは、天文家として決して太陽黒點の觀測や研究にのみ終始したのでは無い。若い時、獨逸に留學して幾多の大家に感化を受けたところからも考へられる通り、舊來の天文學にも一通り以上の興味を持ち、ベルンやチウリヒに於いて、測地學や子午線天文學のためにかなりの貢獻をした。殊に 1874 年頃、チウリヒ大學天文臺にケルン製の子午環を据え付けて、恒星の經緯度を觀測したのは學界にも有名なことであつた。又、ナルフは一面に於いて天文學及び一般理學の歴史に興味を持ち、其の方面の頗る立ち入つた研究を成し遂げた結果、1858 年には「スウェーデンの理學者列傳」四卷、1869 年には「數學全書」二卷、又、1891 年には上下二卷の「天文全書」(Handbuch der Astronomie) を著したなど、一生涯を通じ、著述者としての業績も見事なものであつた。——しかし此等は今直接に此の文には必要が無いから省く。)

ナルフの逝去後、チウリヒ大學天文臺は、其の高弟ナルファ氏に繼がれた。そして今日までナルファ氏は立派に此の天文臺の諸事業を繼續してゐる。

(十)

ナルファ氏も今は既に在職三十年を越えて、自身が、もはや可なりの老人である。自分は、1924 年 10 月 25 日、外遊の序でを以つて此のチウリヒの天文臺を訪ねた。(「天界」第 53 號第 198 頁參照) 其の時、幸ひ、ナルファ教授にも會ひ、親しく案内されて天文臺の内外を見せられた。半世紀の前からの「三吋」が今尚保存せられてゐたのを見て、自分は大きなインスピレーションを受けたものであるが、尙其の外に、今は「六吋」の赤道儀で黒點の寫眞觀測や紅焰觀測も行はれ又屋上大ドーム内の「十三吋」赤道儀では恒星の寫眞研究も行はれてゐた。1924 年には、又、火星の觀測も行はれてゐた。——しかし何と言つても、此のチウリヒの天文臺は太陽黒點の眼視觀測の大本山であつて、今は、國際天文同盟 (International Astronomical Union) の太陽黒點眼視觀測部の中央局が此所に

第 一 表

ナルフ・ナルファの太陽黒點の觀測相對數一覽表

年次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
1749	58.0	62.6	70.0	55.7	85.0	83.5	94.8	66.3	75.9	75.5	158.6	85.2	80.9
1750	73.3	75.9	89.2	88.3	90.0	100.0	85.4	103.0	91.2	65.7	63.3	75.4	83.4
1751	70.0	43.5	45.3	56.4	60.7	50.7	66.3	59.8	23.5	23.2	28.5	44.0	47.7
1752	35.0	50.0	71.0	59.3	59.7	39.6	78.4	29.3	27.1	46.6	37.6	40.0	47.8
1753	44.0	32.0	45.7	38.0	6.0	31.7	22.0	39.0	28.0	25.0	20.0	6.7	30.7
1754	0.0	3.0	1.7	13.7	10.7	26.7	18.8	12.3	8.2	24.1	13.2	4.2	12.2
1755	10.2	11.2	6.8	6.5	0.0	0.0	8.6	3.2	17.8	23.7	6.8	20.0	9.6
1756	12.5	7.1	5.4	9.4	12.5	12.9	3.6	6.4	11.8	14.3	17.0	9.4	10.2
1757	14.1	21.2	26.2	30.0	38.1	12.8	25.0	51.3	39.7	32.5	64.7	33.5	32.4
1758	37.6	52.0	49.0	72.3	46.4	45.0	44.0	38.7	62.5	37.7	43.0	43.0	47.6
1759	48.3	41.0	46.8	47.0	49.0	50.0	51.0	71.3	77.2	59.7	46.3	57.0	54.0
1760	67.3	59.5	74.7	58.3	72.0	43.3	66.0	75.6	61.3	50.6	59.7	61.0	62.9
1761	70.0	91.0	80.7	71.7	107.2	99.3	94.1	91.1	100.7	88.7	89.7	46.0	85.9
1762	43.8	72.8	45.7	60.2	39.9	77.1	33.8	67.7	68.5	69.3	77.8	77.2	61.2
1763	56.5	81.9	34.2	32.9	32.7	35.8	54.2	26.5	68.1	46.3	60.9	61.4	45.1
1764	59.7	59.7	40.2	34.4	44.3	30.0	30.0	30.0	28.2	28.0	26.0	25.7	36.4
1765	24.0	26.0	25.0	22.0	20.2	20.0	27.0	29.7	16.0	14.0	14.0	13.0	20.9
1766	12.0	11.0	6.6	6.0	26.8	3.0	3.3	4.0	4.3	5.0	5.7	19.2	11.4
1767	27.4	30.0	43.0	32.9	29.3	33.3	21.9	40.8	42.7	44.1	54.7	53.3	37.8
1768	53.5	66.1	46.3	42.7	77.7	77.4	52.6	66.8	74.8	77.8	90.5	111.8	69.8
1769	73.9	64.2	64.3	96.7	73.6	94.4	118.6	120.3	143.8	158.2	148.1	112.0	106.1
1770	104.0	142.5	80.1	51.0	70.1	83.3	109.8	126.3	104.4	103.6	132.2	102.3	100.8
1771	86.0	46.2	46.7	64.9	152.7	119.5	67.7	58.5	101.4	90.0	99.7	95.7	81.6
1772	100.9	90.8	31.1	92.2	38.0	57.0	77.3	56.2	50.5	78.6	61.3	64.0	66.5
1773	54.6	29.0	51.2	32.9	41.1	28.4	27.7	12.7	29.3	26.3	40.9	43.2	34.8
1774	46.8	65.4	55.7	43.8	51.3	28.5	17.5	6.6	7.9	14.0	17.7	12.2	30.6
1775	4.4	0.0	11.6	11.2	3.9	12.3	1.0	7.9	3.2	5.6	15.1	7.9	7.0
1776	21.7	11.6	6.3	21.8	11.2	19.0	1.0	24.2	16.0	30.0	35.0	40.0	19.8
1777	45.0	36.5	39.0	95.5	80.3	80.7	95.0	112.0	116.2	106.5	146.0	157.3	92.5
1778	177.3	109.3	134.0	145.0	238.9	171.6	153.0	140.0	171.7	156.3	150.3	105.0	154.4
1779	114.7	165.7	118.0	145.0	140.0	113.7	143.0	112.0	111.0	124.0	114.0	110.0	125.9
1780	70.0	98.0	98.0	95.0	107.2	88.0	86.0	86.0	93.7	77.0	60.0	58.7	84.8
1781	93.7	74.7	53.0	68.3	104.7	97.7	73.5	66.0	51.0	27.3	67.0	35.2	63.1
1782	54.0	37.5	37.0	41.0	54.3	38.0	37.0	44.0	34.0	23.2	31.5	30.0	38.5
1783	28.0	38.7	26.7	28.3	23.0	25.2	32.2	20.0	18.0	8.0	15.0	10.5	22.8
1784	13.0	8.0	11.0	10.0	6.0	9.0	6.0	10.0	10.0	8.0	17.0	14.0	10.2
1785	6.5	8.0	9.0	15.7	20.7	26.3	36.3	20.0	32.0	47.2	40.2	27.3	24.1
1786	37.2	47.6	47.7	85.4	92.3	59.0	83.0	89.7	111.5	112.3	116.0	112.7	82.9
1787	144.7	106.0	87.4	127.2	134.8	99.2	128.0	137.2	157.3	157.0	141.5	174.0	132.0
1788	138.0	129.2	143.3	108.5	113.0	134.2	141.5	136.0	141.0	142.0	94.7	129.5	130.9
1786	114.0	125.3	120.0	123.3	123.5	120.0	117.0	103.0	112.0	89.7	134.0	135.5	118.1
1790	103.0	127.5	96.3	94.0	93.0	91.0	69.3	87.0	77.3	84.3	82.0	74.0	89.9

第 一 表 (續 き)

年次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
1791	72.7	62.0	74.0	77.2	73.7	64.2	71.0	43.0	66.5	61.7	67.0	66.0	66.6
1792	58.0	64.0	63.0	75.7	62.0	61.0	45.8	60.0	59.0	59.0	57.0	56.0	60.0
1793	56.0	55.0	55.5	53.0	52.3	51.0	50.0	29.3	24.0	47.0	44.0	45.7	46.9
1794	45.0	44.0	58.0	28.4	55.7	41.5	41.0	40.0	11.1	28.5	67.4	51.4	41.0
1795	21.4	39.9	12.6	18.6	31.0	17.1	12.9	25.7	13.5	19.5	25.0	18.0	21.3
1796	22.0	23.8	15.7	31.7	21.0	6.7	26.9	1.5	18.4	11.0	8.4	5.1	16.0
1797	14.4	4.2	4.0	4.0	7.3	11.1	4.3	6.0	5.7	6.9	5.8	3.0	6.4
1798	2.0	4.0	12.4	1.1	0.0	0.0	0.0	3.0	2.4	1.5	12.5	9.9	4.1
1799	1.6	12.6	21.7	8.4	8.2	10.6	2.1	0.0	0.0	4.6	2.7	8.6	6.8
1800	6.9	9.3	13.9	0.0	5.0	23.7	21.0	13.5	11.5	12.3	10.5	40.1	14.5
1801	27.0	29.0	30.0	31.0	32.0	31.2	35.0	38.7	33.5	32.6	39.8	48.2	34.0
1802	47.8	47.0	40.8	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	51.8	38.5	34.5	50.0	45.0
1803	50.0	50.8	29.5	25.0	44.3	36.0	48.3	34.1	45.3	54.3	51.0	48.0	43.1
1804	45.3	48.3	48.0	50.6	33.4	34.8	29.8	43.1	53.0	62.3	61.0	60.0	47.5
1805	61.0	44.1	51.4	37.5	39.0	40.5	37.6	42.7	44.4	29.4	41.0	38.3	42.3
1806	39.0	29.6	32.7	27.7	26.4	25.6	30.0	26.3	24.0	27.0	25.0	24.0	28.1
1807	12.0	12.2	9.6	23.8	10.0	12.0	12.7	12.0	5.7	8.0	2.6	0.0	10.1
1808	0.0	4.5	0.0	12.3	13.5	13.5	6.7	8.0	11.7	4.7	10.5	12.3	8.1
1809	7.2	9.2	0.9	2.5	2.0	7.7	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	2.5
1810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1811	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	2.4	6.1	0.8	1.1	1.4
1812	11.3	1.9	0.7	0.0	1.0	1.3	0.5	15.6	5.2	3.9	7.9	10.1	5.0
1813	0.0	10.3	1.9	16.6	5.5	11.2	18.3	8.4	15.3	27.8	16.7	14.3	12.3
1814	22.2	12.0	5.7	23.8	5.8	14.9	18.5	2.3	8.1	19.3	14.5	20.1	13.9
1815	19.2	32.2	26.2	31.6	9.8	55.9	35.5	47.2	31.5	33.5	37.2	65.0	35.4
1816	26.3	68.8	73.7	58.8	44.3	43.6	38.8	23.2	47.8	56.4	38.1	29.9	45.3
1817	36.4	57.9	96.2	26.4	21.2	40.0	50.0	45.0	36.7	25.6	28.9	28.4	41.1
1818	34.9	22.4	29.7	34.5	53.1	36.4	28.0	31.5	26.1	31.7	10.9	25.8	30.4
1819	32.5	20.7	3.7	20.2	19.6	35.0	31.4	26.1	14.9	27.5	25.1	30.6	23.9
1820	19.2	26.6	4.5	19.4	29.3	10.8	20.6	25.9	5.2	9.0	7.9	9.7	15.7
1821	21.5	4.3	5.7	9.2	1.7	1.8	2.5	4.8	4.4	18.8	4.4	0.0	6.6
1822	0.0	0.9	16.1	13.5	1.5	5.6	7.9	2.1	0.0	0.4	0.0	0.0	4.0
1823	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	1.8
1824	21.6	10.8	0.0	19.4	2.8	0.0	0.0	1.4	20.5	25.2	0.0	0.8	8.3
1825	5.0	15.5	22.4	3.8	15.4	15.4	30.9	25.4	15.7	15.6	11.7	22.0	16.6
1826	17.7	18.2	36.7	24.0	32.4	37.1	52.5	39.6	18.9	50.6	39.5	68.1	36.3
1827	34.6	47.4	57.8	46.0	56.3	56.7	42.9	53.7	49.6	57.2	48.2	46.1	49.7
1828	52.8	64.4	65.0	61.1	89.1	98.0	54.3	76.4	50.4	34.7	57.0	46.9	62.5
1829	43.0	49.4	72.3	95.0	67.5	73.9	90.8	78.3	52.8	57.2	67.6	56.5	67.0
1830	52.2	72.1	84.6	107.1	66.3	65.1	43.9	50.7	62.1	84.4	81.2	82.1	71.0
1831	47.5	50.1	93.4	54.6	38.1	33.4	45.2	54.9	37.9	46.2	43.5	28.9	47.8
1832	30.9	55.5	55.1	26.9	41.3	26.7	13.9	8.9	8.2	21.1	14.3	27.5	27.3
1833	11.3	14.9	11.8	2.8	12.9	1.0	7.0	5.7	11.6	7.5	5.9	9.9	8.5
1834	4.9	18.1	3.9	1.4	8.8	7.8	8.7	4.0	11.5	24.8	30.5	34.5	13.3
1835	7.5	24.5	19.7	61.5	43.6	33.2	59.8	59.0	100.8	95.2	100.0	77.5	56.9

第 一 表 (續 き)

年次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
1836	88.6	107.6	98.1	142.9	111.4	124.7	116.7	107.8	95.1	137.4	120.9	206.2	121.5
1837	188.0	175.6	134.6	138.2	111.3	158.0	162.8	134.0	96.3	123.7	107.0	129.8	138.3
1838	144.9	84.8	140.8	126.6	137.6	94.5	103.2	78.8	73.6	90.8	77.4	79.8	103.2
1839	107.6	102.5	77.7	61.8	53.8	54.6	84.7	131.2	132.7	90.8	68.8	63.6	85.8
1840	81.2	87.7	55.5	65.9	69.2	48.5	60.7	57.8	74.0	49.8	54.3	53.7	63.2
1841	24.0	29.9	29.7	42.6	67.4	55.7	30.8	39.3	35.1	28.5	19.8	38.8	36.8
1842	20.4	22.1	21.7	26.9	24.9	20.5	12.6	26.5	18.5	38.1	40.5	17.6	24.2
1843	13.3	3.5	8.3	8.8	21.1	10.5	9.5	11.8	4.2	5.3	19.1	12.7	10.7
1844	9.4	14.7	13.6	20.8	12.0	3.7	21.2	23.9	6.9	21.5	10.7	21.6	15.0
1845	25.7	43.6	43.3	56.9	47.8	31.1	30.6	32.3	29.6	40.7	39.4	59.7	40.1
1846	38.7	51.0	63.9	69.2	59.9	65.1	46.5	54.8	107.1	55.9	60.4	65.5	61.5
1847	62.6	44.9	85.7	44.7	75.4	85.3	52.2	140.6	161.2	180.4	138.9	109.6	98.5
1848	159.1	111.8	108.9	107.1	102.2	123.8	139.2	132.5	100.3	132.4	114.6	159.9	124.3
1849	156.7	131.7	96.5	102.5	80.6	81.2	78.0	61.3	93.7	71.5	99.7	97.0	95.9
1850	78.0	89.4	82.6	44.1	61.6	70.0	39.1	61.6	86.2	71.0	54.8	60.0	66.5
1851	75.5	105.4	64.6	56.5	62.6	63.2	36.1	57.4	67.9	62.5	50.9	71.4	64.5
1852	68.4	67.5	61.2	65.4	54.9	46.9	42.0	39.7	37.5	67.3	54.3	45.4	54.2
1853	41.1	42.9	37.7	47.6	34.7	40.0	45.9	50.4	33.5	42.3	28.8	23.4	39.0
1854	15.4	20.0	20.7	26.4	24.0	21.1	18.7	15.8	22.4	12.7	28.2	21.4	20.6
1855	12.3	11.4	17.4	4.4	9.1	5.3	0.4	3.1	0.0	9.7	4.2	3.1	6.7
1856	0.5	4.9	0.4	6.5	0.0	5.0	4.6	5.9	4.4	4.5	7.7	7.2	4.3
1857	13.7	7.4	5.2	11.1	29.2	16.0	22.2	16.9	42.4	40.6	31.4	37.2	22.8
1858	39.0	34.9	57.5	38.3	41.4	44.5	56.7	55.3	80.1	91.2	51.9	66.9	54.8
1859	83.7	87.6	90.3	85.7	91.0	87.1	95.2	106.8	105.8	114.6	97.2	81.0	93.8
1860	81.5	88.0	98.9	71.4	107.1	108.6	116.7	100.3	92.2	90.1	97.9	95.6	95.7
1861	62.3	77.8	101.0	98.5	56.8	87.8	78.0	82.5	79.9	67.2	53.7	80.5	77.2
1862	63.1	64.5	43.6	53.7	64.4	84.0	73.4	62.5	66.6	42.0	50.6	40.9	59.1
1863	48.3	56.7	66.4	40.6	53.8	40.8	32.7	48.1	22.0	39.9	37.7	41.2	44.0
1864	57.7	47.1	66.3	35.8	40.6	57.8	54.7	54.8	28.5	33.9	57.6	28.6	47.0
1865	48.7	39.3	39.3	29.4	34.5	33.6	26.8	37.8	21.6	17.1	24.6	12.8	30.5
1866	31.6	38.4	24.6	17.6	12.9	16.5	9.3	12.7	7.3	14.1	9.0	1.5	16.3
1867	0.0	0.7	9.2	5.1	2.9	1.5	5.0	4.9	9.8	13.5	9.3	25.2	7.3
1868	15.6	15.8	26.5	36.6	26.7	31.1	28.6	34.4	43.8	61.7	59.1	67.6	37.3
1869	60.9	59.3	52.7	41.0	104.0	108.4	59.2	79.6	80.6	59.4	77.4	104.3	73.9
1870	77.3	114.9	159.4	160.0	176.0	135.6	132.4	153.8	136.0	146.4	147.5	130.0	139.1
1871	88.3	125.3	143.2	162.4	145.5	91.7	103.0	110.0	80.3	89.0	105.4	90.3	111.2
1872	79.5	120.1	88.4	102.1	107.6	109.9	105.5	92.9	114.6	103.5	112.0	83.9	101.7
1873	86.7	107.0	98.3	76.2	47.9	44.8	66.9	68.2	47.5	47.4	55.4	49.2	66.3
1874	60.8	64.2	46.4	32.0	44.6	38.2	67.8	61.3	23.0	34.3	28.9	29.3	44.7
1875	14.6	22.2	33.8	29.1	11.5	23.9	12.5	14.6	2.4	12.7	17.7	9.9	17.1
1876	14.3	15.0	31.2	2.3	5.1	1.6	15.2	8.8	9.9	14.3	9.9	8.2	11.3
1877	24.4	8.7	11.7	15.8	21.2	13.4	5.9	6.3	16.4	6.7	14.5	2.3	12.3
1878	3.3	6.0	7.8	0.1	5.8	6.4	0.1	0.0	5.3	1.1	4.1	0.5	3.4
1879	0.8	0.6	0.0	6.2	2.4	4.8	7.5	70.7	6.1	12.3	12.9	7.2	6.0
1880	24.0	27.5	19.5	19.3	23.5	34.1	21.9	48.1	66.0	43.0	30.7	29.6	32.3

第 一 表 (續 き)

年次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
1881	36.4	53.2	51.5	51.7	43.5	60.5	76.9	58.0	53.2	64.0	54.8	47.3	54.3
1882	45.0	69.3	67.5	95.8	64.1	45.2	45.4	40.4	57.7	59.2	84.4	41.8	59.7
1883	60.6	46.9	42.8	82.1	32.1	76.5	80.6	40.0	52.6	83.8	84.5	75.9	63.7
1884	91.5	86.9	86.8	76.1	66.5	51.2	53.1	55.8	61.9	47.8	36.6	47.2	63.5
1885	42.8	71.8	49.3	55.0	73.0	83.7	66.5	50.0	39.6	38.7	33.3	21.7	52.2
1886	29.9	25.9	57.3	43.7	30.7	27.1	30.3	16.9	21.4	8.6	0.3	12.4	25.4
1887	10.3	13.2	4.2	6.9	20.0	15.7	23.3	21.4	7.4	6.6	6.9	20.1	13.1
1888	12.7	7.1	7.8	5.1	7.0	7.1	3.1	2.8	8.8	2.1	10.7	6.7	6.8
1889	0.8	8.3	7.0	4.3	2.4	6.4	9.7	20.6	6.5	2.1	0.2	6.7	6.3
1890	5.3	0.6	5.1	1.6	4.8	1.3	11.6	8.5	17.2	11.2	9.6	7.8	7.1
1891	13.5	22.2	10.4	20.5	41.1	48.3	58.8	33.2	53.8	51.5	41.9	32.2	35.6
1892	69.1	75.6	49.9	69.6	79.6	76.3	76.8	101.4	62.8	70.5	65.4	78.6	73.0
1893	75.0	83.0	65.7	88.1	84.7	88.2	88.8	129.2	7.9	79.7	75.1	93.8	84.9
1894	83.2	74.6	52.3	81.6	101.2	98.9	106.0	70.3	65.9	75.5	56.6	60.0	78.0
1895	63.3	67.2	61.0	76.9	67.5	71.5	47.8	68.9	57.7	67.9	47.2	70.7	64.0
1896	29.0	57.4	52.0	43.8	27.7	49.0	43.0	27.2	61.3	28.4	38.0	42.6	41.8
1897	40.6	29.4	29.1	31.0	20.0	11.3	27.6	21.8	48.1	14.3	8.4	33.3	26.2
1898	30.2	36.4	38.3	14.5	25.8	22.3	9.0	31.4	34.8	34.4	30.9	12.6	26.7
1899	19.5	9.2	18.1	14.2	7.7	20.5	13.5	2.9	8.4	13.0	7.8	10.5	12.1
1900	9.4	13.6	8.6	16.0	15.2	12.1	8.3	4.3	8.3	12.9	4.5	0.3	9.5
1901	0.2	2.4	4.5	0.0	10.2	5.8	0.7	1.0	0.6	3.7	3.8	0.0	2.7
1902	5.2	0.0	12.4	0.0	2.8	1.4	0.9	2.3	7.6	16.3	10.3	1.1	5.0
1903	8.3	17.0	13.5	26.1	14.6	16.3	27.9	28.8	11.1	38.9	44.5	45.6	24.4
1904	31.6	24.5	37.2	43.0	39.5	41.0	50.6	58.2	30.1	54.2	33.0	54.6	42.0
1905	54.8	85.8	56.5	39.3	48.0	49.0	73.0	58.8	55.0	78.7	107.2	55.5	63.5
1906	45.5	31.3	64.5	55.3	57.7	63.2	103.6	47.7	56.1	17.8	38.9	64.7	53.8
1907	76.4	108.2	60.7	52.6	42.9	40.4	49.7	54.3	85.0	65.4	61.5	47.3	62.0
1908	39.2	33.9	28.7	57.6	40.8	48.1	39.5	90.5	86.9	32.3	45.5	39.5	48.5
1909	56.7	46.6	66.3	32.3	36.0	22.6	35.8	23.1	38.8	58.4	55.8	54.2	43.9
1910	26.4	31.5	21.4	8.4	22.2	12.3	14.1	11.5	26.2	34.3	4.9	5.8	18.6
1911	3.4	9.0	7.8	16.5	9.0	2.2	3.5	4.0	4.0	2.6	4.2	2.2	5.7
1912	0.3	0.0	4.9	4.5	4.4	4.1	3.0	0.3	9.5	4.6	1.1	6.4	3.6
1913	2.3	2.9	0.5	0.9	0.0	0.0	1.7	0.2	1.2	3.1	0.7	3.8	1.4
1914	2.8	2.6	3.1	17.3	5.2	11.4	5.4	7.7	12.7	8.2	16.4	22.3	9.6
1915	23.0	42.3	38.8	41.3	33.0	68.8	71.6	69.6	49.5	53.5	42.5	34.5	47.4
1916	45.3	55.4	67.0	71.8	74.5	67.7	53.5	35.2	45.1	50.7	65.5	53.0	57.1
1917	74.7	71.9	94.8	74.7	114.1	114.9	119.8	14.5	129.4	72.2	96.4	129.3	103.9
1918	96.0	65.3	72.2	80.5	76.7	59.4	10.6	101.7	79.9	85.0	83.4	59.2	60.6
1919	48.1	79.5	66.5	51.8	88.1	111.2	64.7	69.0	54.7	52.8	42.0	34.9	63.6
1920	51.1	53.9	70.2	14.8	33.3	38.7	27.5	19.2	36.3	49.6	27.2	29.9	37.6
1921	31.5	28.3	26.7	32.4	22.2	33.7	41.9	22.8	17.8	18.2	17.8	20.3	26.1
1922	11.8	26.4	54.7	11.0	8.0	5.8	10.9	6.5	4.7	6.2	7.4	17.5	14.3
1923	4.5	1.5	3.3	6.1	3.2	9.1	3.5	0.5	13.2	11.6	10.0	2.9	5.8
1924	0.5	5.1	1.8	11.3	20.8	24.0	28.1	19.3	25.1	25.6	22.5	16.5	16.7

置かれ、世界各地で行れてゐる此の種の觀測結果は一應悉く此の天文臺のナルフ教授の許に集められることになつてゐる。

「天文通報」は今も尙續刊されてゐて、それにはナルファ氏自身の觀測結果が發表されるが、そればかりでなく、近頃は、此所が中央局の性質上、他所の觀測結果も此の中に發表されることが少なくない。

しかし、單に天文家の側からばかりでなく、一般に氣象學者や地球物理學者の要求が多くなつて來たがため、此のナルファ氏の太陽黒點相對數は、毎月の平均値が、可なり以前から *Meteorologische Zeitschrift* の中に發表されてゐる。しかるに、かの歐洲大戰以來、此の獨逸系の雜誌が一般には容易に手に入りにくくなつたものだから、1920年からは米國で發行する *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* といふ雜誌の中にも此のナルファ氏の相對數が發表されることゝなつた。——しかし此うして毎年の雜誌に定期的に發表されるものは相對數の單なる平均値であつて、言はゞ暫定的のものである。前述の如く、前後十三ヶ月の値を平均して得る最終相對數は五年又は十年毎ぐらゐに總體的に纏められて、ナルファ氏によつて發表される。

第 115 頁の第一表はナルフ・ナルファ兩氏の太陽黒點相對數を表はす。此は最近にナルファ氏が *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* の第三十卷第二號に發表したものであつて、皆、毎月の觀測平均相對數である。1924年12月までの分が載つてゐる。こゝに最終相對數を出さないで、むしろ觀測平均相對數を出した理由は、之れさへあれば上記の計算法で最終相對數は容易に算出し得られるものであるし、又、此の平均相對數は余り人工的でない數であるため却つて或る種の特別な研究材として、最終相對數以上に價值があると思ふからである。

第 二 表
最近年間のナルファ氏太陽黒點暫定的相對數

年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
1921	28.8	27.6	27.5	30.5	22.3	34.5	42.4	20.8	16.7	16.1	13.4	15.7	24.7
1922	10.2	27.9	60.0	11.4	7.7	5.8	9.7	5.3	5.2	8.1	6.7	18.7	14.8
1923	5.3	1.6	4.0	5.4	3.2	9.0	3.7	0.5	13.7	11.5	7.3	1.1	5.5
1924	0.7	4.9	3.2	11.5	20.7	24.8	28.3	20.0	24.0	25.7	24.5	13.4	16.7
1925	3.2	21.8	18.7	28.5	43.0	47.6							

1925年1月以後は、毎月の暫定平均値が前記二種類の雜誌に發表せられてゐるのみであつて、未だ最終相對數としては發表されてゐない。しかし、平均値から最終値を算出する方法は明らかなのであるが、こゝでは後に述べる或る目的のために第二表には暫定的平均値そのまゝ（即ち、ナルファ氏が自らチウリヒでやつた觀測そのまゝ）を載せることにした。觀測平均相對數とは、ナルフ

ア氏自身の觀測ばかりでなく、氏の手許に諸所から報告される總ての黒點報告を總平均して得られるものである。近い中に、タルファ氏自身が何等かの形式で此の近年の最終相對數を發表する時を待つて、本誌にも其れを轉載したいと思つてゐる。とにかく、上述の理由により、第一表と第二表とは直ちに連絡してゐるものではない。

第 121 頁の圖には、第一表の數値を紙面に連續的に表はした。之れは單に一覽するの便利上のことである。

(十一)

タルフ・タルファ兩氏の太陽黒點相對數は、いろいろの意味に於いて暗示に富む數値である大體ではあるが永い年月の間に太陽の變動が如何なるものであるを見せるのには最も貴重な資料である。黒點と他の現象との關係有無を研究するには必要缺くべからざる材料である。しかし、ひろく學術の諸方面との關係問題は他日にゆづるとして、今こゝには黒點増減の週期そのものについて述べやう。

第三表 第四表
太陽黒點極大期 太陽黒點極小期

年次	間隔
1615.5	10.5
1626.0	13.5
1639.5	9.5
1649.0	11.0
1660.0	15.0
1675.0	10.0
1685.0	8.0
1698.0	12.5
1705.5	12.7
1718.2	9.7
1727.5	11.2
1738.7	11.6
1750.8	11.2
1761.5	8.2
1769.7	8.7
1778.4	9.7
1788.1	17.1
1805.2	11.2
1816.4	13.5
1829.9	7.3
1837.5	10.9
1848.1	12.0
1860.1	10.5
1870.6	13.3
1883.9	10.2
1894.1	12.3
1906.4	11.2
1917.6	

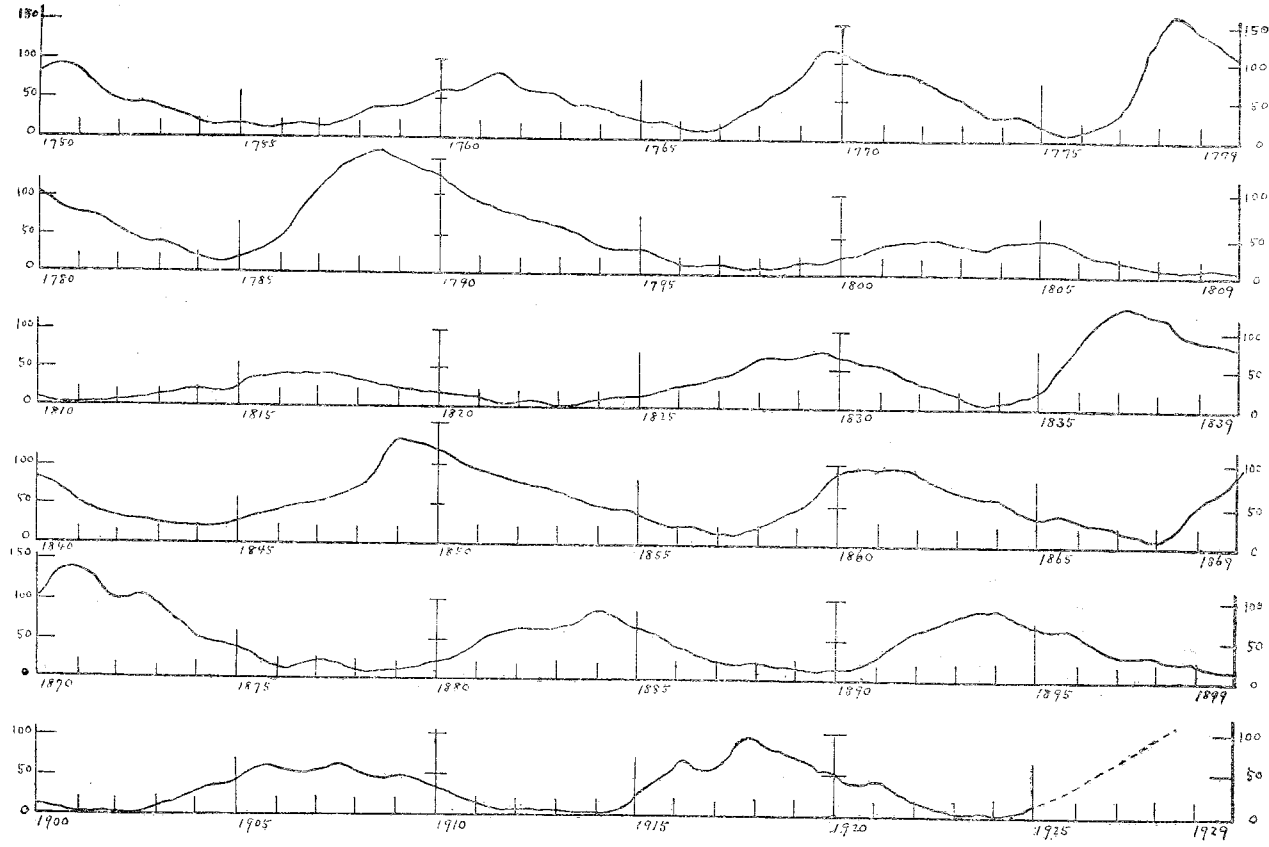
年次	間隔
1610.8	8.2
1619.0	15.0
1634.0	11.0
1645.0	10.0
1655.0	11.0
1666.0	13.5
1679.5	10.0
1689.5	8.5
1698.0	14.0
1712.0	10.5
1723.5	10.5
1734.0	11.0
1745.0	10.2
1755.2	11.3
1766.5	9.0
1775.5	9.2
1784.7	13.6
1798.3	12.3
1810.6	12.7
1823.3	10.6
1833.9	9.6
1843.5	12.5
1856.0	11.2
1867.2	11.7
1878.9	10.7
1889.6	12.1
1901.7	11.9
1913.6	

する。しかし、ひろく學術の諸方面との關係問題は他日にゆづるとして、今こゝには黒點増減の週期そのものについて述べやう。

相對數の研究によつて、タルフ・タルファ兩氏は黒點増減の極大の年を第三表の如く定め、又、極小の年を第四表の如く定めた。此等の前後の間隔を平均すると、前述の如く $11\frac{1}{9}$ 年といふ平均週期を得るのであるが、個々の間隔そのものは相互に非常に大きな變動を見せてゐる。

此の黒點週期の研究については十九世紀の末からいろいろの學者が手をそめてゐる中にも英國の A シュスタ 1, H. H タ 1 ナ 1 兩氏の研究が最も有名であり、我が日本の木村榮博士の研究も廣く知られてゐる。此等の人々は何れも黒點週期が單一なものではなく多くの週期が重複してゐる結果、圖に見るやうな可なり不規則な曲線が現はれるのであると考へてゐる。上記の人々が、研究の結果、發表された所によるに、黒點の變動は下の如き多くの週期を含んでゐるといふ。

太陽黒點相對數の變動圖



A. シュスタ 1 氏	H. H タ 1 ナ 1 氏	木村榮氏
.....年	年	82.2年
.....		16.59
13.5	14.63	13.53
11.125	11.41	11.114
.....	10.22	9.99
83.6	8.36	8.25
.....		5.95
5.56		5.49
4.79		4.85
3.71		3.63

シュスタ 1 教授は、上記の週期の中で最も著しいものである 11.125年、8.32年、4.77年の三種類が何れも $33\frac{3}{8}$ 年の約数になつてゐることを指摘した。即ち

$$11.125 \times 3 = 33.375$$

$$8.32 \times 4 = 33.28$$

$$4.77 \times 7 = 33.39$$

故に、太陽の變動の根本週期は寧ろ33年餘であらうといふのがシュスタ 1 教授の結論である。

木村榮博士は、之れに對して、82年といふものが太陽週期の中では可なり著しいこの説を持つてゐられる。

ところが、タ 1 ナ 1 教授は、太陽黒點週期としては11年餘の所謂ナルフ週期が單に存在するのみで、他は皆數理的研究の方法上の副産物として現はれたものに過ぎず、尙11年の週期そのものが、決して一定不變のものではないと考へてゐる。即ち氏の研究によれば、太陽黒點の平均週期なるものは

1766年以前には	10.9年
1766年から 1796年までは	9.37年
1796年から 1838年までは	12.4年
1838年から 1868年までは	11.6年
1868年から 1895年までは	12.0年
1895年から後は	13.3年

なのであつて、此の平均週期なるものが、1766年、1796年、1838年、1668年、1895に突然として變化してゐる。此れは全く太陽以外の或る現象が原因となつて此うした突發的變動を黒點平均週期に起さしめるのであるとして、タ 1 ナ 1 氏は此の原因を一種の流星群の存在に歸した。即ち、こゝに大體11年ほどの週期運動をして太陽のまはりを動いてゐる流星群が存在すると考へ、それが、更に今一つの33年週期の流星群の引力によつて干涉される結果、始めの流星群の軌道が多少變化する——此うした變動し易い流星群からの流星が太陽面に落下する爲、黒點が生ずるのである。この説である此の説は1913年に發表されたもので、一應巧みに黒點週期の變動を説明してゐる。しかし、此の説の立て方に可なり疑問があつて、今では未だ之れが學界に重きをなしてゐることは言へない。(終)