

# 「柿岡富士山」山頂に於ける大氣電位傾度に就いて

菊池繁雄

## I 緒言

昭和 15 年 11 月より 16 年 4 月迄當觀測所南寄り近くの富士山頂に於て大氣電位傾度の觀測を行つた。此値を當觀測所構内の値と比較調査した所山の影響と見做される二、三の結果を得た。即ち靜穩日に於いて山頂は平均 186.5 V/m で構内では 151.0 V/m で山頂は 1.24 倍大きい。日變化は兩者共朝夕 2 回の極大が現はれるが山頂に於ける朝の極大は構内に於ける様な顯著な變化を示さず、比較的緩やかで寧ろ夕方の方が大きい位である。之をフーリエ級數で表はしてみると、構内の日變化は主として半日波に依るが、山頂に於いては 1 日波及び半日波が同じ位でこの二つが重つて構成してゐる。朝の極大時刻を見ると山頂では構内より約 1 時間程遅れる様である。尙日變化に関しては氣象要素の同時觀測結果を加味して二、三考察した。續いて曇天に於ける日變化及降雨時に於ける變化についても調査した。

## II 觀測

觀測點は當觀測所より南南東約 1 軒に在る一名富士山と呼ばれる丘の頂である。此丘は柿岡盆地の中央より稍南寄りの孤立丘で、山頂は直徑約 30 米程の大體平坦な圓形草地をなして居る。周圍は北側を除いて松林が取巻いてゐるが其高さは山頂と大差ない。觀測小屋を此草地の中央に建てた。測定的位置は海拔 128 米で當觀測所より約 100 米の高さである。

測器はヘンドルフ自記電位計を使用し、電器にはラヂオトリウムを用ひた。電器は小屋の東壁より水平に突き出した竹竿の先端に取付け、壁より 103 糎、地上より 198 糎の高さである。竹竿は 4 個のアムプロイドで堅固に支持され、之をブリキ箱に納め、乾燥劑を以て内部を乾燥した。尙電位計内部にも乾燥劑を入れて絶緣低下を極力防止した。電位計感度は大體 15 V/mm 内外に保ち、零點は隔日に取つた。

次に小屋の北側で約 15 米離れて平面更正用露場を作つた。電器は別のラヂオトリウムを用ひ、測器は清水式電位計を使用し、之を小屋内に据えて毎分目測した。比較觀測は昭和 16 年 2 月 4、8、21 日の三個日に行ひ、平面更正係數として 1.23 の値を得た。尙同時に構内の値とも比較を行ひ 1.65 の値を得た。

構内に於ける測器はヘンドルフ自記電位計を使用し、電器は水滴電器で、先端の位置は壁より 110 糎地上より 240 糎で平面更正係數は 1.32 である。

## III 靜穩日に於ける日變化

第 1 表 山頂及構内に於ける電位傾度の毎時平均値 (V/m)

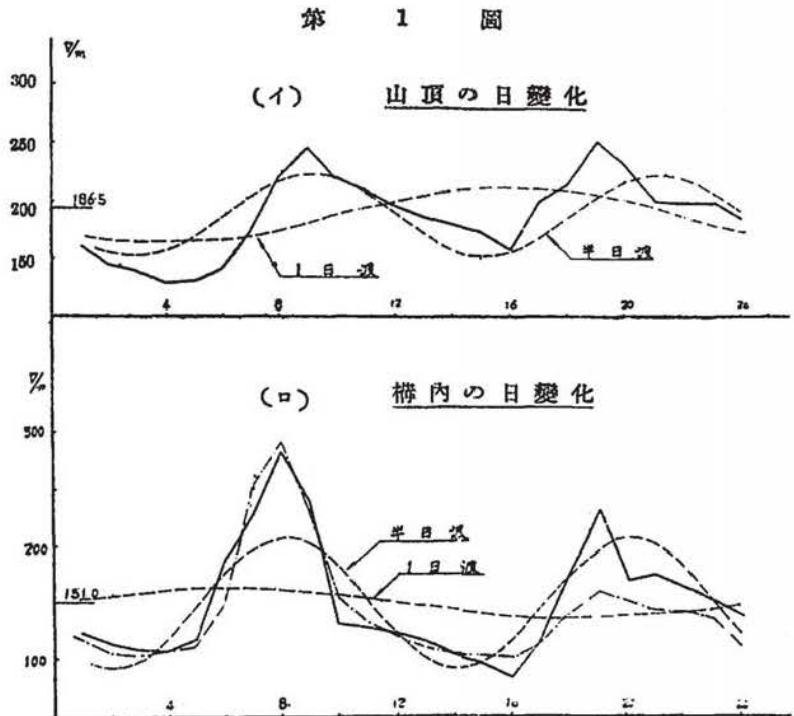
時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
富士山 構内	162	144	140	128	131	141	171	220	244	220	208	194
	117	115	109	107	118	188	228	283	239	130	129	124
	126	120	119	118	116	122	184	265	258	188	141	124
	比	1.39	1.25	1.29	1.20	1.11	0.75	0.75	0.78	1.02	1.69	1.61
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	平均
185	179	172	157	200	218	251	231	199	198	198	184	186.5
117	105	97	85	118	179	231	170	176	166	153	141	151.0
114	106	101	99	126	170	187	181	173	173	167	147	151.0
1.59	1.71	1.77	1.84	1.69	1.22	1.09	1.36	1.14	1.19	1.29	1.30	1.24

山頂観測は昭和 15 年 11 月 15 日より昭和 16 年 4 月迄の比較的乾燥の季節を撰んで行つたが構内の値と比較し得る静穏日の記録は 15 日程であつた。第 1 表は毎時平均値を示す。単位はボルト毎米、時刻は中央標準時である。表中第 3 列目は横内氏<sup>(1)</sup>に依る當観測所に於ける 5 ケ年間の冬季静穏日の平均値である。第 4 列目は第 1 列、第 2 列の比で、山自身に依る電位傾度の増加の割合を示すもので、一日中の変化を見ると日中は大體 1.5 位、夜間は 1.3 位で朝の極大時に於いては山頂の値が寧ろ小さい事は注目すべき點である。夜間此比が稍小さい事は VI で述べるが夜間構内一帯に發生する霧の影響の

爲電位傾度が稍増大する結果である。朝の比については VII に於いて述べる事にする。第 1 表より 1 日の平均値として山頂は 186.5 V/m で構内は 151.0 V/m で山頂は 1.24 倍大い。

第 1 圖は第 1 表を圖示したもので、(イ)は山頂、(ロ)は構内の値である。日變化は朝夕 2 回の極大が現はれてゐるが次の如き相異がある。

- (1) 山頂に於ける朝の極大は構内に於けるが如く變化



脚註 (1) 柿岡要報 第一卷 第一號 頁 1



が顯著でなく、且値も小さく夕方の極大が割合卓越する。

(2) 山頂に於ける朝の極大時刻は構内より約 1 時間遅れて出現する。

(2) に関して記録紙上に於ける極大時刻を比較してみても第 2 表の如く同様な傾向が窺はれる。

次に第 1 表及第 1 圖の日變化をフーリ

第 2 表 極大の平均

エ級數で示す。

$$\begin{aligned} \text{山頂: } \frac{\partial V}{\partial h} &= 186.5 + 24.8 \sin(15t + 211^\circ) \\ &+ 36.0 \sin(30t + 177^\circ) + 14.4 \sin \\ &(45t + 11) + 7.4 \sin(60t + 358) \\ &+ 11.6 \sin(75t + 141) + 2.0 \sin \\ &(90t + 143) + 2.4 \sin(105t + 246) + 2.8 \sin(120 + 179). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{構内: } \frac{\partial V}{\partial h} &= 151.0 + 13.1 \sin(15t + 359) + 59.4 \sin(30t + 207) + 13.2 \sin(45t + 89) + 26.2 \sin(60t + 6) \\ &+ 16.5 \sin(75t + 189) + 5.6 \sin(90t + 156) + 10.2 \sin(105t + 112) + 5.6 \sin(120t + 97) \end{aligned}$$

	朝の極大値		夕方の極大値	
	値	時刻	値	時刻
富士山内	378 <sup>v</sup> / <sub>m</sub> 414	08 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 07 46	343 <sup>v</sup> / <sub>m</sub> 279	18 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 18 <sup>h</sup> 44
比	0.91		1.20	

第 3 表 日變化に於けるフーリエ常數

	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_2/C_1$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$Mc_1$	$Mc_2$
富士山	186.5	24.8 13%	36.0 19%	14.4 8%	7.4 4%	1.45	211°	177°	15 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	08 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 20 48
構内	151.0	13.1 9%	59.4 39%	13.2 9%	26.2 17%	4.53	359	207	06 00	08 06 20 06
比	1.24	1.89	0.61	1.09	0.28					
構内 1931~1935	151.0	9.6 6%	53.6 35%	18.6 12%	15.8 10%	5.58	349	190	06 47	08 42

式中振幅 2.0 以下は省略した。時刻の原點は中央標準時の零時に取つた。第 3 表に之等の常數を示す。C は振幅で 1 日平均値の百分率も示した。φ は零時に於ける位相、 $Mc_1$  は 1 日波、 $Mc_2$  は半日波の極大時刻である。最下表は横内氏<sup>(3)</sup> に依る結果で比較のために掲げる。扱て、第 3 表に依つて日變化を再び吟味してみる。構内の日變化は殆ど半日波で決るが山頂では半日波、1 日波が同じ位で之等が加つて構成される。即ち 1 日波は地表より上空に於て卓越する傾向が見られる。尙第 1 圖に之等 1 日波及び半日波も圖示した。

#### IV. 曇天に於ける日變化

曇天に於ける（殊に下層雲多き日）電位傾度の値は一般に少くなり、殊に朝の極大が緩かに且極大時刻が遅れると云ふ事は既に横内氏が調査された所があるが、筆者も同様な調査を山頂及構内に

(2) (1) に同じ。

就いて比較し同様な結果を得た。第 2 圖は氣象要素が靜穩と見做される場合 1 時より 14 時迄の日照零なる日 8 個日について調査したものである。

第 2 圖

V 降雨時に於ける變化の比較

降雨に際して電位傾度は可成り大きく且急速に正及び負の變動を生ずる。多くの場合變化の形は山頂及び構内共極めて類似してゐるが多少の例外もあつた。之は殆ど移動性の弱い驟雨に限られ一方的の降雨であつたので今回の比較に於ては除外することにした。

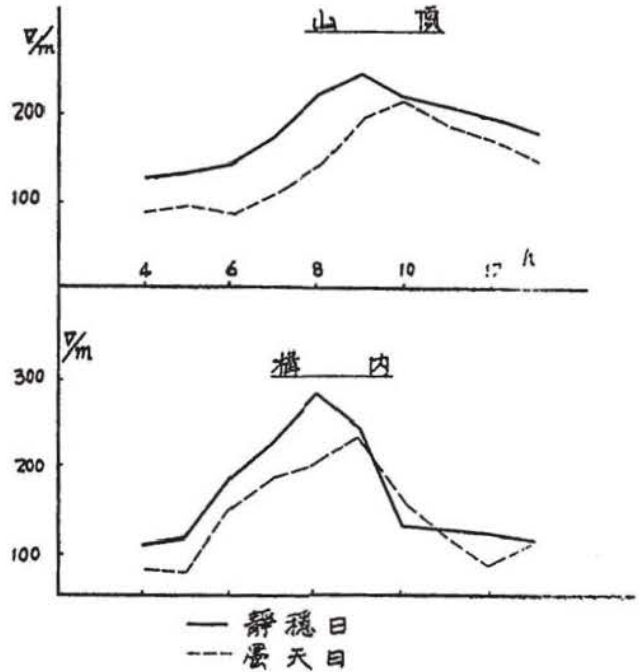
比較は次の如く行つた。或る 1 つの變化より次の變化に至る迄の電位傾度の差  $dP$  と其變化に要した時間  $dt$  との比  $dP/dt$  を求め、1 つ 1 つの變化について比較した。用ひた降雨回数は 14 回で、128 箇の資料を得た。尙  $dP/dt$  が兩者共 20 V/min 以下のものを 1、

20~30 のものを 2、30 以上のものを 3 と區別して第 4 表を作つた。

第 4 表より分る様に、

第 4 表 降雨時に於ける  $dP/dt$  の比

山頂に於ては 1.5 倍程變化が大きく出る、又此値は  $dP/dt$  の大きさ、降雨種類に無關係な事は注意すべき點である。此事は今回の如く觀測點が近接せる場合、降雨時に於ける氣象状態には殆ど差異が無く唯山のみの影響に依るものと見做して良いであらう。



降雨番號	1	回 數	2	回 數	3	回 數	降雨種類
I	2.07	2	2.03	3	1.75	17	地 雨
II	2.15	2	—	—	1.90	2	驟 雨
III	—	—	2.65	2	—	—	〃
IV	—	—	—	—	1.65	2	〃
V	1.46	1	1.50	2	1.18	1	〃
VI	1.13	5	1.91	2	1.46	2	地 雨
VII	1.28	7	1.31	4	1.46	4	〃
VIII	1.17	2	1.76	2	1.11	4	驟 雨
IX	1.30	5	1.46	8	1.29	3	地 驟 雨
X	1.74	5	1.47	2	1.26	4	驟 雨
XI	1.46	3	1.91	2	1.35	2	〃
XII	0.98	2	1.68	3	0.96	1	〃
XIII	1.37	6	—	—	1.57	2	地 雨
XIV	1.18	5	1.63	2	1.88	7	〃
	1.44	45	1.76	32	1.41	51	1.54(128)

VI 氣象状態の比較



電位傾度は氣象要素の變化に依つて著しく左右せられる。山頂及び構内に於いて氣象上どの程度の差異があるかを見る爲比較觀測を行つた。觀測は昭和 16 年 11 月 16, 18 日の兩日で共に快晴靜穩であつた。種々の都合で電位傾度觀測期間中に行ひ得なかつたのは遺憾であつたが、其傾向を多少とも伺ひ得るものと思ふ。氣象要素としては氣温の鉛直分布——地表及び地上 10 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cm——, 地中温度——地下 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm——, 濕度及び水蒸氣張力——地上 100 cm——, 風向及び風速——地上 200 cm——等である。測器として氣温は棒狀寒暖計, 地中温度は曲管寒暖計, 濕度及び水蒸氣張力は, 山頂に於てはアスマン通風乾濕計, 構内に於ては通風乾濕計, 山頂の風速は微風計を使用し, 風向は目測で行つた。

先づ著しい相異の見られるのは氣温の鉛直分布及び地表温度である。日變化の振幅は何れも構内の方が大きい。夜間に就いてみると山頂の氣温は構内に比して幾分高い。之は當觀測所が富士山の北麓に在つて日没が山頂より幾分早く起り, 従つて地表近くの氣層の冷却を早く生ずること, 次いで夜が更けるに伴ひ山頂地表近くの冷却氣層が漸次山腹沿ひに降下する結果構内の方は此冷却氣層中に埋没し, 山頂に於いては寧ろ比較的暖い氣層に露出せられるものと思はれる。次に考へられる事は地表面の相異である。山頂は稍粘土質の草地であり, 構内空電露場は裸の砂地である爲に地表面に於ける比熱は山頂の方が大きい。

今回の比較觀測より 6 時, 8 時の地面温度を見ると, 構内の氣温上昇の割合は山頂の其れに比して大體倍位であり, 夕方に於ては後者の方が早く冷却してゐる。斯様な傾向は日中に於ても現はれてゐる。

次に興味のあるのは氣温の鉛直分布である。何れも夜間に於ては地表面近くの氣層が冷えてをり逆轉状態をなしてゐるが, 日出後太陽輻射を吸収して氣温が急上昇を初め, 漸次にして此逆轉状態が破れる。此時刻をみると山頂に於ては構内に於けるより約 1 時間程遅れてゐる。日出時刻は山頂の方が幾分早いにも拘らず斯様な遅れを生ずるのも亦地表面の比熱の相異に歸すべきものと考へられる。

## VII 日變化に関する考察

既に III に於て述べた如く靜穩日に於ける山頂及び構内の著しい相異は次の點である; 即ち山頂に於ける朝の極大は構内に於けるが如く顯著に卓越せず比較的緩かで且極大時刻が約 1 時間程遅れる。尙夕方の極大は割合に大きい變化を示す。

之に關して考へられる點は, 全裝置の絶縁状態の良否, 記録に於ける時刻の不同, 氣象状態及び空中電氣要素の差異である。山頂に於ては乾燥劑を使用した關係上夜間は日中に比して多少の絶縁低下がある事と思はれるが, 觀測期間が乾燥期であつたので差程の事はない。又時刻の不同も數分

程度であり、問題は主とし空中電氣現象及び氣象狀態の差異に歸すべきものと思はれる。

電位傾度日變化に關する理論には大體二つの見方がある。其一つは Whipple<sup>(3)</sup> が Kew に於ける觀測より提唱せるもので、大氣混濁に依る傳導度變化で説明せんとするもの、他の一つは Brown<sup>(4)</sup> が Stanford の觀測より提示せる正の空間電荷變化で説明せんとするものである。前者は大都市の如き煤煙或は塵埃の發生が多量な地域に於ては云ひ得るが、田園に於ては都市に於けるが如き塵埃に顯著な變化は考へられない、寧ろ空間電荷變化に依る事が多いと考へられる。

今回の觀測では電位傾度以外の資料がないので、確な事は云へないが、山頂及構内に於ける空間電荷の日變化が氣象狀態の相異に依つて二次的に影響されて、電位傾度に相異を招來するものと思ふ。既に VI に述べた様に夜間に於いては山頂の氣溫が概して高溫である事、及び早朝に於ける氣溫の鉛直傾度の小さい事よりして、山頂の氣溫逆轉の破壊狀態は明らかに構内よりも遅れてゐる。之が電位傾度の極大時刻に時間の遅れを生ずる重要な役を演じてゐると信ずる。之等に關しては近い將來更に詳しく測定調査する心積である。

### VIII 結 び

富士山と當觀測所とに於ける電位傾度の同時觀測を行つた結果山自身の影響と見做し得る點が二三見出された。：(1) 山頂の電位傾度は平均して約 1.3 倍大いが山自身のみの影響は日中の平均 1.5 倍と見做される。(2) 静穩日に於ける日變化の振幅は稍小さい。(3) 降雨の際の變化は約 1.5 倍大きく、之は山自身のみに依つて起ると考へられる。(4) 氣象要素の同時觀測よりして、之が電位傾度の日變化の相異に大きな役割を有してゐると考へる。

空中電氣要素と氣象要素との間に密接な相關がある事は既に多くの人達によつて論議せられてゐるにも拘らず餘り明瞭にされない理由として、之等要素の複雑性及び局地的の影響大なる事が挙げられるが、要するに、相當長期間に亙る之等要素即ち電位傾度、空間電荷、電氣傳導度、イオン等及び氣溫、濕度、氣壓、風向、風速等の鉛直分布の並行觀測を行ふ事に依つて初めて達し得るものと思ふ。

終りに臨み今回の觀測に對する機會を與へて下さつた今道所長初め、山頂觀測に當つては小松、鎌田兩氏、又氣象觀測に於いては三崎氏に負ふ所極めて大であつた。尙種々有益な御助言を下さつた横内幸雄氏等、こゝに厚く御禮を申上げる。

(昭和 17 年 9 月)

(3) Quart. Jour. Vol. 55, 1929, 351-362.

(4) Terr. Mag. Vol. 38, 1933, 161-174.



# Memoirs of the Kakioka Magnetic Observatory

Vol. IV, No. 2. June, 2603 (1943)

## Abstract of Memoirs

---

### On the Electricity on Rain (part I)

By S. KIKUTI.

Since Feb. 2601, the writer has carried out a measurement of the electricity on rain. As the first report we investigate the data from Feb. to Aug. of this year.

In ordinary rainfalls accompanied by atmospheric depression, the charge of both signs is about 0.1 e.s.u. per c.c. and not exceeds 0.5 e.s.u. per c.c. The current density due to the rainfall of this kind is in range from  $10^{-18}$  to  $10^{-16}$  amp. per square cm. Positively charged rains occur more frequently compared with negative ones.

In showers accompanied by fronts, the charge amounts over 1.0 e.s.u. and it occurs rarely more than 20 e.s.u. per c.c. The current density of this case is the order of  $10^{-18}$  amp. per square cm.

The charge observed in rainy season is about 0.01 e.s.u. per c.c. and smaller than that of ordinary rainfalls.

When rainfall exceeds 1.5 c.c. per min., zero or negative charge is so slightly that we can not observed it, while positive charge shows a lower value in rainfall from 0.5 to 1.5 c.c. per min. and when it exceeds 1.5 c.c. per min., the charge tends to increase with rainfall.

As to the relation with the potential gradient, it is a predominant tendency in our case that the negative potential is exclusively accompanied by positively charged rain, while in the foreign countries the negative charge is also observed.

---

### On the Mechanical Collector

By M. MISAKI.

In summer of 2601, two kinds of mechanical collectors designed by Mr. Y. Yokouti were installed at this observatory. Their constructions and some observed data are reported.

In the first type, the shielding plate is rotated over the two insulated plates which take the surface charge proportional to the existing earth's field when they are exposed. On the contrary, the insulated plate of the second type rotates under the fixed shielding which has two apertures. The former is shown in Fig. 1, and the latter in Fig. 7.

---

## On the Atmospheric Potential Gradient at the Top of the Hill, "Kakioka Fujiyama"

By S. KIKUTI.

From Nov. 2600 to Mar. 2601, the writer carried out a measurement of the potential gradient near the earth's surface at the top of the hill so-called "Fujiyama". The observing point is located about 1 km. southward from this observatory. This hill stands alone at somewhat south from the center of the Kakioka basin. The top of the hill is flat and forms the circular ground about 30 m. in diameter, surrounded with pine trees excepting for northside, their height being nearly equal to the level of the top. The observing point is at an elevation of 128 m. above the sea level and about 100 m. higher than this observatory.

As the measuring apparatus, a Benndorff's selfrecording electrometer was used with a radio thorium collector which was apart 103 cm. from the wall and 198 cm. above the ground. Its reduction factor to a flat place is 1.23. On the other hand, at this observatory a water dropper collector is used which is 135 cm. apart from the wall and 200 cm. above the ground. Its reduction factor is 1.32.

From the results of the simultaneous observations we obtained, as an average value, 186.5 V/m at the hill and 150.5 V/m at this observatory. The former is 1.29 times as large as the latter, but the hourly ratios between them change considerably and the average ratio from 11 h to 16 h is 1.65.

It must be noticed that the value of the morning maximum at the hill is rather smaller than that at this observatory.

The diurnal variation in a fine weather shows the double maxima-type at both places, but there are some differences as below mentioned;

- (1) The amplitude at the hill is smaller than that at this observatory, that is, in the latter the morning maximum develops predominantly than evening maximum, while in the former these maxima being nearly equal.
- (2) The time of maximum in the morning at the hill is tending to retard about one hour than that at this observatory, while the evening maximum occurs almost the same time at both places.

Such differences may be attributed to those of the meteorological conditions at both places, especially to that the reversed state in the atmosphere near the top of the hill breaks earlier than that at this observatory.

The writer also discussed the diurnal variations on cloudy days and the potential variations during rainfalls.

---

## The Earth's Magnetism and Earthquake (I)

By T. YOSIMATU.

(1) The world-wide distribution of the so-called foci of the secular variation of the earth's magnetism is well related to that of the land and ocean, and a more close investigation, considering the distribution of the principal earthquake zones, suggests a possible cause of these secular variations due to the induction by the present general field.



(2) The annual means of both horizontal and vertical intensities at the Kakioka and Toyohara Magnetic Observatories are statistically investigated from the point of view that some of local magnetic disturbances in the vicinity of the active crustal deformation should be expected to relate to the occurrence of earthquakes. The result obtained is just so that the general investigation of the secular variation must be attacked at first from this consideration.

---

On the Eruptive Solar Prominence on Mar. 4, 2603, and  
the Group of the Sun-Spot, No. 2832.

By T. OSAWA.

Some observed facts are reported on a moderate but eruptive prominence appeared on the east limb of the sun disk and the associated sunspot, including their possible effects upon the earth's magnetic activity.

---

A Report of some Solar Measurements during the  
Solar Eclipse, of Feb. 5, 2603.

By T. OSAWA

On the occasion of the total solar eclipse, a photographic measurement of the time of the end of the eclipse and others are reported. The error of the present photographic method is probably within the limit of two seconds of time.

---