

日食が船舶装備の Magnetic Compass に及ぼす影響

源 河 朝 之・鶴 留 松 穂

On the Influence of the Solar Eclipse upon the Magnetic
Compass Equipped on Board of the Ship

Tomoyuki GENKA and Matsuo TSURUDOME

Abstract

The deviation of the magnetic compass due to the solar eclipse was examined on board of the training ship Kagoshima-maru on February 5th 1962 at the port of Lae (Lat. $06^{\circ}-47'.5S$. Long. $146^{\circ}-58'.3E$.)

An error of ca. 2.5° was observed, which may be attributed to the fluctuation of the terrestrial magnetism due to the solar eclipse accompanied with the magnetic storm; whereas no effect was observed on shore. A similar result was observed at the annular eclipse at Takara Island (Lat. $29^{\circ}-10'N$. Long. $129^{\circ}-14'E$.) on April 19th 1958.

These facts suggest that the superposition of effects on the two bodies, i.e. the ship hull and the magnetic compass needle, leads to the observed error on board. Therefore, the deviation due to the solar eclipse of the magnetic compass equipped on board of a ship is not avoidable. Any influence on the loran and the radar was hardly found.

1. 緒 言

金環食が船舶装備の magnetic compass に及ぼす影響については、1958年4月19日土噶喇群島の宝島における観測結果について著者(1959)¹⁾が発表した。再び、New-Guinia 東岸の Lae 港 (Lat. $06^{\circ}-47.5'S$, Long. $146^{\circ}-58.3'E$) における 1962年2月5日の皆既日食観測*を機会に、本学練習船かごしま丸(総噸数, 1,034.14噸, 1700馬力, 1基)に装備した magnetic compass の deviation の変化について、食甚時を中心に2月4日より6日にかけて観測し、その結果について検討し、併せて1958年4月の観測結果と比較考察したので発表する。又同時に loran 及び radar についても観測を行ったので附記する。

2. 観測要領並びに実施

1962年2月3日(皆既日食2日前)、かごしま丸装備の gyro compass (sperry type T. K. S. MK. 14. Mod. T) の ship's head (gyro compass error, 0°) と standard magnetic compass (T. K. S. 製, 反映式) および steering magnetic compass (T. K. S. 製) との ship's head を比較して、magnetic compass の error を検出するため左右両旋回を行い、8点方

* 第1接触 07^h-40^m-27^s
 第2 " 08^h-50^m-45^s
 第3 " 08^h-53^m-27^s
 第4 " 10^h-15^m-43^s (何れも 150° E. M. T. 現地時間)

位によって deviation を検出し、これを観測地点におけるかごしま丸の standard deviation とした。観測に際しては測定誤差を最小限にするため、船体を一定方向に固定して観測するのが最も望ましかったが、岸壁が鉄材構造であったので、その影響を除くため約4浬沖合に単錨泊し、2月4日14時より観測を開始し、2月6日18時まで実施した。

観測要領は、食甚時には30分、15分、10分、5分、1分、と皆既日食時を中心に、時間間隔を短縮し、gyro compass と前記の両 magnetic compass とを同時に比較測定し記録した。standard compass は反映式なので、同一場所で3つの compass を同時に測定する事が出来た。観測の際、船体の振れ廻りに対して magnetic compass card の追従の遅れや、読度誤差がなるべく入らない様に注意して(左右の旋回で同一船首方位に対し最大約 0.3° 位の読度誤差があったと思われる)測定時毎に5回以上の同時測定を行い正確を期した。

一方陸上に於ては、5日06時30分より16時まで、小型 magnetic compass (N.K.K.製)を設置して、compass north を lubber's point に一致させて、その変化の状態を観測した。

亦、陸上における variation の変化については、日食観測隊の地磁気班* よりその資料を得た。食甚中は双眼鏡(倍率20倍)により太陽黒点の観測も続けたが、黒点は視認し得なかった。(1958年の宝島における観測では7倍双眼鏡で、明瞭な黒点の存在を視認出来た。)

loran については、電離層の変化を予期して映像変化を観測し(1. L. 1. 局の sky wave のみが受信出来た)、その映像感度の増減、或は映像消滅時機の変動等について観測し、亦 radar についても、映像の感度、明瞭度、雑音等について観測を行った。

3. 観測結果とその考察

(1) 船舶装備の magnetic compass

船舶装備の standard compass, 及び steering compass の測定結果については、その資料を Table 1 に掲げ、その変化の比較を Fig. 1 に示した。

表中、diff. of dev. とあるのは、前述の standard deviation と、日食前後に測定した deviation の変化量を示したものである。

(2) 陸上における variation

陸上における variation の観測結果は Fig. 2 に示したが、図中に value of variation とあるのは、皆既日食前日の平常の variation と、日食当日の variation との偏差を示したものである。

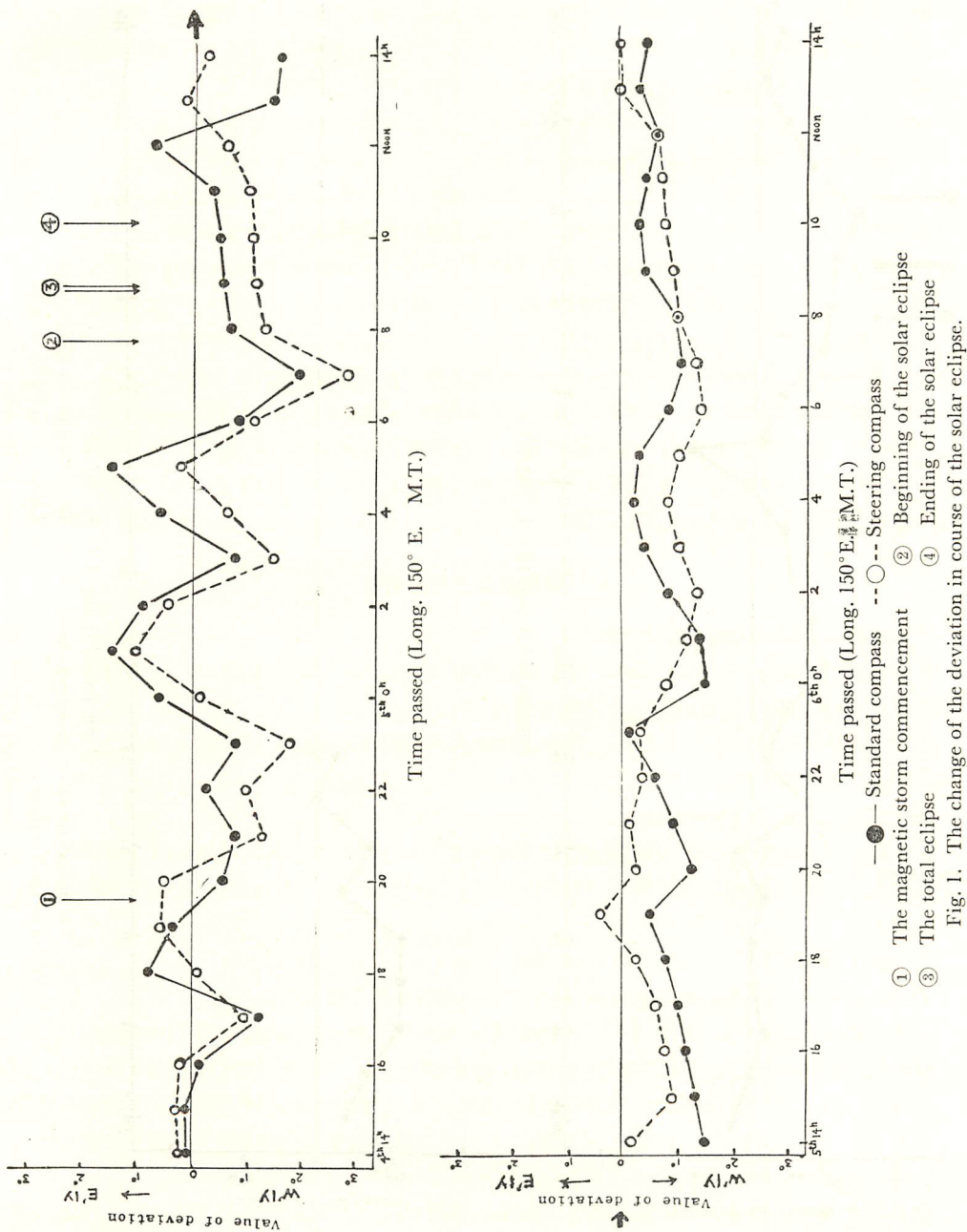
(3) 陸上設置の小型 magnetic compass

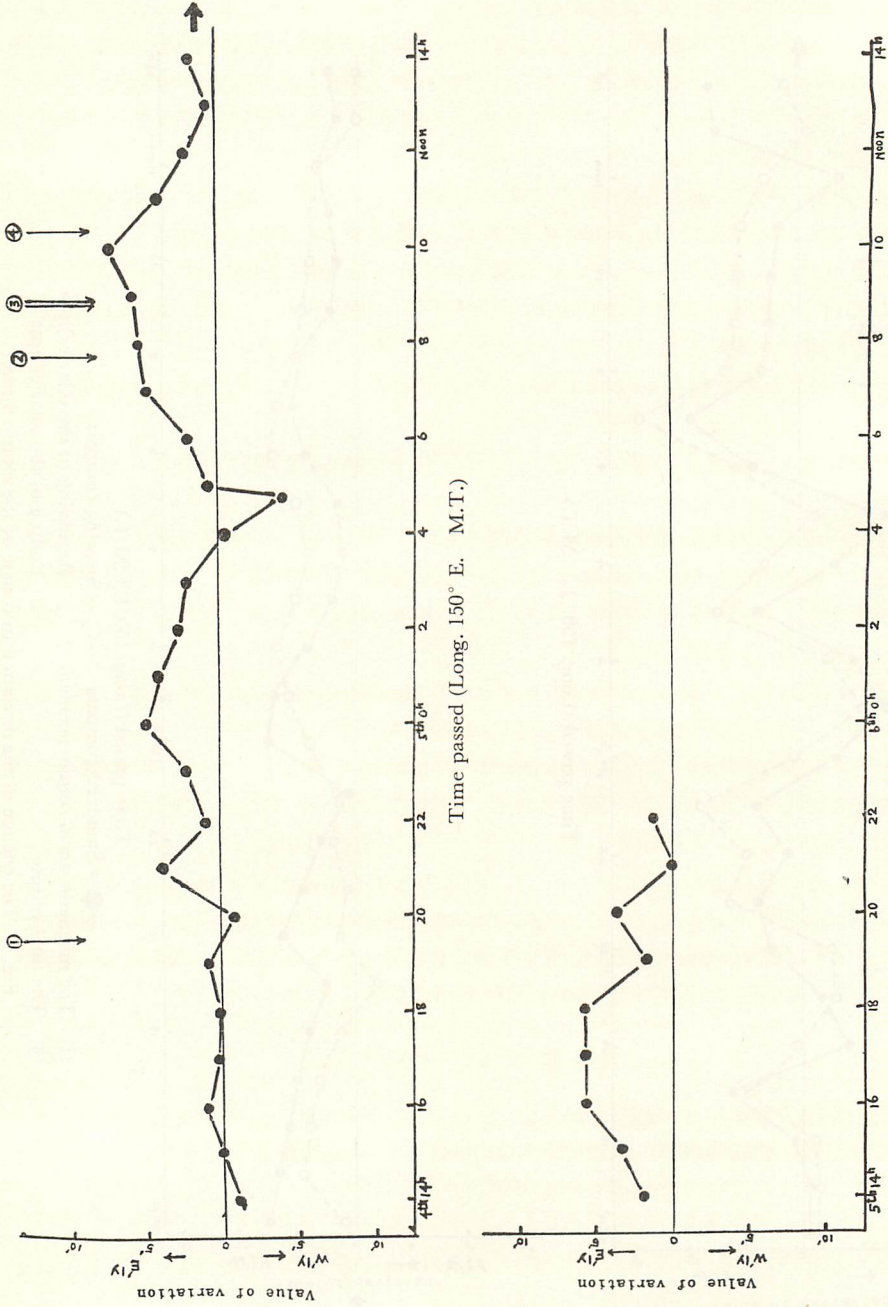
陸上に於ける小型 magnetic compass については変化を認めなかった。

以上の観測結果から、Fig. 1 及び Fig. 2 に見られる様に、magnetic compass の deviation の変化、及び陸上に於ける variation の変化は、共に食甚時の前後16時間位の間に見られ、食甚前は食甚後より変化の周期が短かく変化量が大き、最大約 2.5° の自差の変化が認められ変化の最大振幅は約 4.5° に達している。第1接触の40分位前に最大変化が現われ、第1接触から第4接触までの食甚時には殆んどその変化は見られない。

食甚時を過ぎて日食翌日の13時頃まで次第に減衰し、その後は殆んど平常と同じ状態に復している。

* 東北大学教授 加藤愛雄氏 他





① The magnetic storm commencement ② Beginning of the solar eclipse
 ③ The total eclipse ④ Ending of the solar eclipse
 Fig. 2. The change of the variation in course of the solar eclipse.

Fig. 1 に示した standard compass の変化と、steering compass の変化を比較すると、その変化量及び変化の周期に若干の相違が見られるが、船体上の設置場所に基因すると思われる。Fig. 2 の variation の変化は磁気嵐によるものと考えられる。Fig. 1 と Fig. 2 を比較して、それぞれの変化に関連性が見られる事から（両者の間には、変化曲線が逆になる事が関連性を意味付ける）同一原因によるものと思われる。然し、その変化の原因については明確でないので、今後の研究に俟つところが多い。1958年2月の金環食時の観測結果と、今回の観測結果を比較考察すると次の様である。

(i) 金環食時の観測では、黒点の存在による影響が magnetic compass の deviation の変化に関係するものと考えたが、今回の観測では、視認出来る程の黒点は認められなかったが強い磁気嵐が現われたので、それぞれの観測時期における太陽の活動状況 [中村(1949)²⁾, MENZEL (1951)³⁾, ALTER and CLEMINSHAW (1955)⁴⁾] の相違が、両者の deviation の変化量、及び周期等に相違をもたらす原因となったものと思われる。

(ii) 両船の船体及び装備した compass の相違が基因となって、対照的な関連性のある変化は見られなかったと考えられる。

(iii) 皆既日食と金環食の相違が、異なった影響を compass に及ぼしたものとも考えられる。

以上の様な理由が、両者の変化曲線に関連性をもたらさなかったと思考される。

(iv) 陸上設置の magnetic compass については、前回(1958年2月)も今回も同様に変化を見なかったが、地磁気変化の測定から推して、compass に及ぼす影響としては、僅少なもので、読度し得ない程度のものであると云い得る。

以上考察の結果から、日食は compass の deviation の変化原因になる事は確認されるが、具体的な原因については、やはりまだ明らかに出来ない。

然しながら、日食の影響が、船体と magnetic compass の磁針に、それぞれ影響して複雑な変化を起させるのではないかと考えられる。船体磁気*については、構成材料について、ship's head の変向によって異なる事も考えられるが、その事は Table 1 からうかがわれる。何れにしても、その具体的な原因については、明らかにする事は出来なかったので、更に高度の実験研究が必要であると痛感する。尚、radar の映像には異状はなく、亦、期待した loran についても、sky wave の受信可能な時機が食甚時とかなり隔っていたので、精測は出来なかったが、観測した範囲では radar 同様異状は認められなかった。

4. 結 び

観測結果を要約すると、次の通りである。

(1) 日食現象は、船舶装備の magnetic compass に一時的影響を及ぼすが、その変化の様相は不規則であって日食毎に異なるものと云える。

今度の観測では、大約 2.5° の deviation の変化を認めた。

(2) (1) の原因については明らかでないが、variation の変化の原因と同一であると推定される。

(3) 陸上設置の magnetic compass では変化を認め得なかったのに、船舶装備の mag-

* 船体の永久磁気、垂直軟鉄の感応磁気、水平軟鉄の感応磁気。

Table 1. Materials for observation of the deviation of the magnetic compass done under the influence of the solar eclipse.

Time Passed	Standard compass					Steering compass				
	Ship's head of gyro compass	Ship's head of magnetic compass	Observed deviation	Constant deviation	Difference of deviation	Ship's head of gyro compass	Ship's head of magnetic compass	Observed deviation	Constant deviation	Difference of deviation
Feb. 4th										
14.00	109.0	99.1	4.1E	4.0E	0.1E	109.0	101.6	1.6E	1.3E	0.3E
15.00	101.0	91.1	4.1E	3.9E	0.2E	98.0	89.8	1.4E	1.0E	0.4E
16.00	102.0	92.5	3.7E	3.9E	0.2W	103.0	95.8	1.4E	1.1E	0.3E
17.00	152.0	143.8	2.4E	3.6E	1.2W	152.0	145.1	1.1E	2.0E	0.9W
18.00	131.0	122.0	3.2E	4.0E	0.8E	131.0	123.2	2.0E	2.1E	0.1W
19.00	83.0	73.3	3.9E	3.4E	0.5E	83.0	75.4	1.8E	1.2E	0.6E
20.00	353.0	346.2	1.0E	1.5E	0.5W	353.0	343.1	4.1E	3.6E	0.5E
21.00	204.0	198.5	0.3W	0.5E	0.8W	204.0	198.9	0.7W	0.5E	1.2W
22.00	228.0	233.0	0.8W	0.6W	0.2W	228.0	223.2	1.0W	0	1.0W
23.00	261.0	256.5	1.3W	0.5W	0.8W	261.0	257.3	2.1W	0.2W	1.9W
Feb. 5th										
00.00	240.0	234.1	0.1E	0.6W	0.7E	240.0	234.5	0.3W	0.2W	0.1W
01.00	233.0	226.4	0.8E	0.6W	1.4E	233.0	226.3	0.9E	0.1W	1.0E
02.00	219.0	213.0	0.6E	0.3W	0.9E	219.4	213.0	0.6E	0.1E	0.5E
03.00	303.0	297.6	0.4W	0.5E	0.9W	303.0	297.4	0.2W	1.4E	1.6W
04.00	315.4	308.5	1.1E	0.6E	0.5E	315.4	308.0	1.6E	2.2E	0.6W
05.00	264.0	257.1	1.1E	0.4W	1.5E	264.0	258.0	0.2E	1.0W	0.3E
06.00	294.5	289.5	0.8W	0.2E	1.0W	294.5	288.8	0.1W	1.1E	1.2W
07.00	315.0	310.5	1.3W	0.7E	2.0W	310.5	303.9	0.8W	1.9E	2.7W
08.00	314.0	308.1	0.1E	0.8E	0.7W	314.0	307.4	0.8E	2.1E	1.3W
09.00	308.2	302.5	0.1W	0.5E	0.6W	307.4	301.1	0.5E	1.7E	1.2W
10.00	319.3	313.2	0.3E	0.8E	0.5W	319.3	312.3	1.2E	2.3E	1.1W
11.00	315.8	309.6	0.4E	0.7E	0.3W	315.8	308.9	1.1E	2.1E	1.0W
12.00	229.1	223.3	0	0.6W	0.6E	229.1	223.9	0.6W	0.1W	0.5W
13.00	189.3	183.2	0.3E	1.8E	1.5W	189.3	182.2	1.3E	1.1E	0.2E
14.00	192.0	185.1	0.1E	1.7E	1.6W	192.0	185.4	0.8E	1.0E	0.2W
15.00	191.3	185.1	0.4E	1.7E	1.3W	191.3	185.3	0.2E	1.0E	0.8W
16.00	185.7	178.9	1.0E	2.2E	1.2W	185.7	179.5	0.4E	1.1E	0.7W
17.00	181.2	173.8	1.6E	2.6E	1.0W	181.2	174.7	0.7E	1.3E	0.6W
18.00	176.3	168.5	2.0E	2.8E	0.8W	176.3	169.2	1.3E	1.5E	0.2W
19.00	154.3	145.4	3.1E	3.6E	0.5W	154.3	146.1	2.4E	2.0E	0.4E
20.00	178.2	171.0	1.4E	2.7E	1.3W	178.2	171.2	1.2E	1.5E	0.3W
21.00	164.2	156.0	2.4E	3.3E	0.9W	164.2	156.7	1.7E	1.8E	0.1W
22.00	355.7	348.8	1.1E	1.6E	0.5W	355.7	346.7	3.2E	3.6E	0.4W
23.00	24.8	17.0	2.0E	2.1E	0.1W	24.8	16.0	3.0E	3.3E	0.3W
Feb. 6th										
00.00	118.3	110.0	2.5E	4.1E	1.6W	118.3	111.5	1.0E	1.8E	0.8W
01.00	250.5	246.7	2.0W	0.6W	1.4W	250.5	243.2	1.5W	0.3W	1.2W
02.00	310.3	304.8	0.3W	0.5E	0.8W	310.3	304.0	0.5E	1.9E	1.4W
03.00	305.7	299.9	0	0.5E	0.5W	305.7	299.2	0.7E	1.7E	1.0W

Feb. 6th										
04.00	288.0	283.2	1.0W	0.2E	0.3W	288.0	282.3	0.1W	0.7E	0.8W
05.00	300.3	294.5	0	0.4E	0.4W	300.3	294.1	0.4E	1.4E	1.0W
06.00	312.0	306.5	0.3W	0.6E	0.9W	312.0	305.7	0.5E	1.9E	1.4W
07.00	313.3	308.0	0.5W	0.6E	1.1W	313.3	306.8	0.7E	2.0E	1.3W
08.00	301.0	303.8	0.6W	0.5E	1.1W	309.0	302.5	0.7E	1.8E	1.1W
09.00	332.0	325.7	0.5E	1.0E	0.5W	332.0	324.5	1.7E	2.7E	1.0W
10.00	340.3	333.7	0.8E	1.2E	0.4W	340.3	332.3	2.2E	3.1E	0.9W
11.00	201.7	195.6	0.3E	0.8E	0.5W	201.7	195.7	0.2W	0.6E	0.8W
12.00	185.3	177.9	1.6E	2.3E	0.7W	185.3	179.0	0.5E	1.1E	0.6W
13.00	181.2	173.1	2.3E	2.6E	0.3W	181.2	174.0	1.4E	1.4E	0
14.00	174.4	166.3	2.3E	2.8E	0.5W	174.4	167.0	1.6E	1.6E	0
15.00	139.8	130.4	3.6E	3.9E	0.3W	139.8	131.5	2.5E	2.2E	0.3E
16.00	137.0	127.8	3.4E	3.9E	0.5W	134.0	126.0	2.2E	2.2E	0
17.00	159.0	150.3	2.9E	3.4E	0.5W	159.0	151.4	1.8E	1.9E	0.1W
18.00	138.0	128.8	3.4E	4.0E	0.6W	143.0	135.3	1.9E	2.2E	0.3W

netic compass には、変化が認められた。

此の原因については、船体と compass の磁針に、それぞれ異なった磁気変化を起させたのではなからうかと思われる。

(4) 今回の観測結果では、食甚時には殆んど変化がなく、食甚の前後に変化を認めたが、その原因については明らかでない。

以上の様に、日食現象は magnetic compass の deviation に一時的に若干の変化をもたらすので、航海者が日食に遭遇する時は、magnetic compass の deviation を度々確認しなければならない事を提唱する。

尚、日食の機会は少しいし観測資料が得難いので、原因が判然としない事に対し、大方の御批判と御叱正を願う次第である。

終りに、資料を提供下さった東北大学加藤教授、同齊藤教官、観測に御協力下さった かごしま丸船長、同航海士各位、並びに実習生の諸氏に対し、深く感謝の意を表す。

文 献

- (1) 源河朝之 (1959) : 金環食が船舶装備の Magnetic Compass, Loran 及び Radar に及ぼす影響. 鹿大水産学部紀要, 7, 128~132.
- (2) 中村左衛門太郎 (1949) : “地球物理学新講”, (宇宙物理学研究会).
- (3) MENZEL, Donald H. (1951) : “Our Sun”, (Blakiston Co.).
- (4) ALTER, Dinsmore and Clarence H. CLEMINSHAW (1955) : “Pictorial Astronomy”, (Thomas Y. Crowell Co., New York).