

伊藤小三郎君を弔す

君は愛知縣に生れ、東京物理學校を卒へて、明治44年4月陸軍所澤航空學校附となり、世界大戰の際青島陥落するや、大正4年8月青島に赴任し、其後青島測候所が大正12年4月中央氣象臺に移管さるゝに及んで、氣象臺技手となり、昭和4年1月氣象臺技師に昇任し、入間田氏の後を受けて、青島測候所長に任ぜられた。支那事變以來北支派遣寺内部隊囑託として、同本部に在て勤務し、在支多年の經歷を以て貢獻する處大であつたが、去る11月3日病に罹りて歸還し、大阪境陸軍病院に入院加療中藥石效なく遂に16日長逝された。享年51歳。君は溫厚にして着實、地磁氣觀測者としては最も適當な資性を有し、大正12年以來青島の氣象觀測及び地磁氣觀測に従事する事16年、誠に地磁氣測定のエキスパートであつた。青島の磁力測定が獨逸所屬以來今日まで繼續した事は實に君に負ふ所が大である。

以下に掲ぐる二遺稿は氏の在世中入手したものであるが、其の發表が氏の長逝後となつた事は極めて遺憾である。二遺稿中前者は昭和12年5月中央氣象臺に於ける氣象協議會の講演にて發表されたものと同じである様に思はれる。

茲に君の遺稿を掲げて君が多年地磁氣界に盡されたる功績を偲び、謹んで哀悼の意を表す。

(昭和13年12月 今道周一)

磁石の自然減磁に對する實驗式の一例

伊藤小三郎

On Natural Demagnetisation of a Magnet.

By K. Ito.

An experimental formula of natural demagnetisation of a deflection magnet of cylindrical form used in the Tsingtau magnetic observatory is not only a function of time t , but depends on the number of observations n during a year. If M is the magnetic moment of the magnet and b , s , k and α are some constants, the formula is:

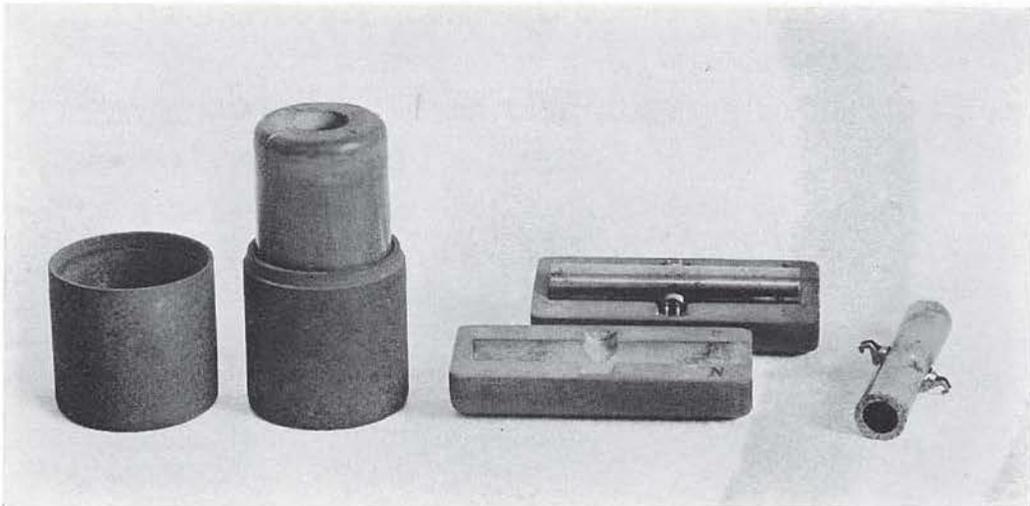
$$\log_{10} M = b + (s + k)e^{-\alpha t}.$$

筆者は絶對値觀測用磁石の磁氣能率の自然に減少する速さを知る必要を感じた事があつた。本文は本所使用中の一磁石について調査を行つた簡単な報文である。

元來磁石が磁氣量を減ずる速さは磁化されてゐる鋼鐵の種類や、保存の方法で異なり、又衝撃の如き器械的刺戟或は他の磁石又は磁性體との接觸の如き磁氣的刺戟によつて保有磁氣量に急變を起

す事は周知の事である。だから主題に入るに先立つて此の磁石の質や保存の方法等に就いて述べるのが順序であるが、製作年月日及び質に關した記載が獨逸時代の記録中に發見し得ないのは遺憾である。多分質はコバルト鋼で 1910 年頃製作したものと思はれる。形は中空な圓筒形で中央の上下に之を水平に吊る爲めの洋銀製の二重鉤が二對取付けてある。大體の寸法は長さ 75 mm, 外徑 15 mm, 内徑 10 mm である。1911 年 3 月のポッダムに於ける檢定記録によると 17°C で $\log M = 2.88786$ (但し M は磁氣能率) となつてゐる。次に保存の方法は説明を助けるために寫眞を附けることとした。第 1 圖の寫眞に見らるゝ通り磁石は先づ拜み合せると丁度一ぱいに収まる様に刳り取つた二個の半圓筒形の木製刳物の中に収められ更に厚肉の軟鐵製の圓筒罐中に密封される。而して其實際に磁石の S 極が軟鐵容器の底面に接する様に挿入される。又刳物及鐵容器の内面には羅紗を貼つて持ち運びの際のガタ付きが防いである。

第 1 圖



次にこれは一應調べた後で氣付いた事であるが、觀測の度に此の保存容器から出入れする際、軟鐵から遠ざけ或は近づける爲めの磁氣的刺戟や、僅か一時間位ではあるが軟鐵の保護を離れることが、極めて微量ではあるが減磁を促進するものと考へられる。従つて此の調査には使用頻度即ち觀測の頻度を考慮すべきであると考へられる。

此の種の調査は長年月に亘る資料を要するから觀測頻度の齊一を望むことは困難であるが、筆者が今取扱はんとする資料は取分け不齊一の度が大いのは遺憾である。そこで先づ資料を次の様な方針で整理した。

時間の單位を年とし、年々の値は各年の平均値を取り其の年の中央に相當するものと看做すこと

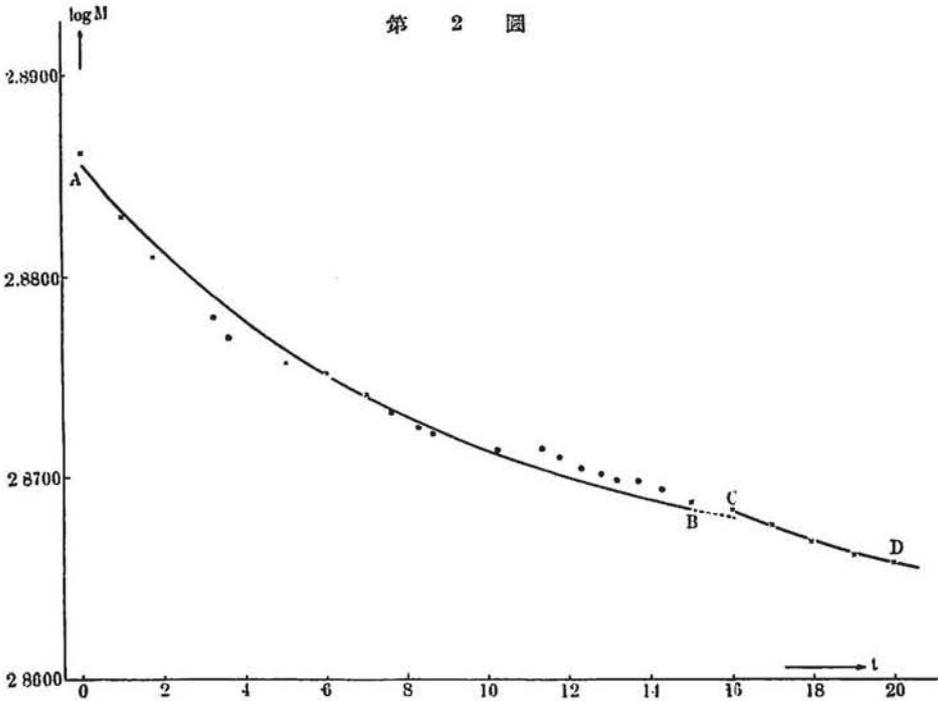
した。ところが年によつては観測回数が非常に少く然かも年頭或は年末の方に偏してゐるので直に年の中央に相當すると看做し得べき値が得られない。依つて左様な年は幾月か頻度の密な部分を取つて平均を求め、其の期間の中央に相當する値とすることにした。左様な方針で観測創始以來即1912年以降の資料を整理して第1表を得た。

第 1 表

年	log M	回数	備 考	年	log M	回数	備 考
1912	2.88610	19	6.0月	1924	2.87116	4	3.5月
13	8300	17	6.0	"	7053	2	10.0
14	8105	13	3.0	25	7024	3	3.5
15	7797	6	9.0	"	6997	2	8.5
16	7695	2	0.5	26	6991	3	3.5
17	7585	13	6.0	"	6951	2	10.5
18	7515	14	6.0	27	6886	11	6.0, 十月急減
19	7409	13	6.0	28	6845	20	6.0
20	7324	1	0.5	29	6771	29	6.0, 年末急減
"	7253	3	9.5	30	6686	33	6.0, 九月急減
21	7225	4	2.0	31	6632	35	6.0
22	7142	1	9.0	32	6591	40	6.0
23	7147	2	10.5	33	6526	36	6.0

表中に掲げた log M は磁気能率 (C.G.S) の常用對數で標準溫度 (20°C) に更正した値であり、回數は同段 log M の値を求めるに用ひた観測値の數である。又備考欄に掲げた月數は當該年の年頭

第 2 圖



から同段 $\log M$ の値を求めた期間の中央までの月数である。猶ほ 1927, 1929, 1930 年の急減は何れも人工的原因によるもので夫々 0.00063, 0.00350, 0.00055 であり表中の $\log M$ の値は凡て此急減を補つて元の状態に引直したものである。之を年数を横軸にとり $\log M$ を縦軸にとつてグラフにすると第2圖が得られる。圖中 10 回以上の平均値は (×) で示し, 10 回以下の平均値は (•) で示してある。

さて次に実験式の形であるが、夫れは第2圖に於ける點の排列を見れば大凡その見當は付くが、先づ文献から引張り出して見ると、Handbuch der Experimentalphysik, XXV, 1. Teil 中の G. Angenheister, J. Bartels 兩氏の記述になる地磁氣観測中に次の二種がある。

$$\frac{dM}{dt} = -C e^{-at}; \quad M = b + c e^{-at} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{dM}{dt} = -CM e^{-at}; \quad \log M = b + e^{-at} \dots\dots\dots(2)$$

然し本所の磁石に就いて試めして見ると、

$$\log M = b + \beta e^{-at} \dots\dots\dots(3)$$

の様な形にした方が一層よく適合する様である。上記三式中 M は磁石の磁氣能率, b, α, β, C 等は何れも常數, e は自然對數の底數である。

(3) 式を常數の決定に便利な形に變形する。先づ簡單の爲めに (3) を

$$y = b + \beta e^{-at}$$

と書き t に就いて微分すると

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = -\alpha \beta e^{-at}$$

更に兩邊の常用對數をとると

$$\log_{10} \left(-\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) = \log_{10}(\alpha \beta) - \alpha t \log_{10} e \dots\dots\dots(4)$$

となる。

$$\log_{10} \left(-\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) = \eta, \quad \log_{10} \alpha \beta = p, \quad -\alpha \log_{10} e = q$$

と置けば (4) 式は

$$\eta = p + qt$$

となり, η 及び t に就いて直線形となる。

茲で $\Delta t = 1$ 年として各年の η を計算し最小自乗法に依つて p 及 q を計算するのであるが、夫れには一ヶ年毎の等間隔の $\log_{10} M$ の値が欲しい。そこで前掲第1表中各年の中央の値を缺く事に

對して次の式に依つて中間挿入を行つた。

$$m = \frac{m'd_2 + m''d_1}{d_1 + d_2}$$

式中 m は求むる年の中央の値、 m' 、 m'' は夫々其の直前及直後の實測平均値で第 1 表中に掲げてあるもの、 d_1 、 d_2 は夫々 m に對應する年の中央から m' 、 m'' の對應する時までの月數である。斯くして得た等間隔の値は第 2 表中に掲げてある。前に記した觀測頻度の不齊一を考慮する見地から、全期間を 1927 年以降と、1928 年以降との二つに分けて所理した。此の二部分の内、前の方は非常に觀測頻度が區々で、年によつては觀測が年一回よりないのがある。だから此部分を一括して所理することは頻度を齊一にする見地からは不合理であるが、さりとて比較的齊一な頻度は三年以上は續いてゐないから更に小區分することも出来ない。依つて此の部分は p 、 q を決定するに當つて各年の値に其年の觀測回數に等しい重みを附して行つた。此部分の觀測頻度は最大の年が年 19 回、最小の年が年 1 回だから、得た結果は大體年十數回の頻度に相當するものと見てよからふと思ふ。

第 2 表

年	t	$\log M$	η	重み
1912	0	2.88610	- 2.5317	19
13	1	8300	.5986	17
14	2	8054	.6778	13
15	3	7848	.7932	6
16	4	7660	.9508	2
17	5	7585	- 3.0410	13
18	6	7515	.0088	14
19	7	7409	- 2.9957	13
20	8	7281	- 3.0969	4
21	9	7208	.3924	4
22	10	7155	.3979	1
23	11	7145	.3098	2
24	12	7092	.2219	6
25	13	7010	.2007	5
26	14	6968	.2147	5
27	15	6886	.2518	11
28	0	6845	- 3.1308	1
29	1	6771	- 3.0458	1
30	2	6681	.3010	1
31	3	6632	.3872	1
32	4	6591	.1871	1
33	5	6526		

第 2 表の η の値の中 1927 年以前の分は $\log M$ を一回普通の方法で平滑したもので算出してある。

斯くして最小自乗法によつて得た p 及 q の値は 1927 年以前の分に對して、

$$p = \bar{3}.38306 \pm 0.0890$$

(但 \pm の次の數字は確率誤差を意味する)

$$q = -0.05098 \pm 0.0118$$

となり、

$$p = \log_{10} \alpha \beta, \quad q = -\alpha \log_{10} e$$

から

$$\alpha = 0.1174 \pm 0.0271$$

$$\beta = 0.0206 \pm 0.0094$$

が得られる。従つて

$$\log_{10} M = b + 0.0206 e^{-0.1174t}$$

となり、此の式から b が決定される。

之を b_m とすると計算の結果は

$$b_m = 2.86500$$

である。依つて 1927 年以前の $\log M$ の實驗式は

$$\log_{10} M = 2.86500 + 0.0206 e^{-0.1174t} \dots\dots\dots (5)$$

で與へられる。此の式をグラフにしたものが第2圖中の AB 曲線である。

次に 1928 年以降の材料に就いても同様な所理を行つて、

$$p' = \overline{4.88043} \pm 0.0688$$

$$q' = -0.0454 \pm 0.0281$$

従つて

$$\alpha' = 0.1045 \pm 0.0647$$

$$\beta' = 0.00726 \pm 0.00464$$

及び

$$b'_m = 2.86108$$

が得られる。之をグラフにしたものが第2圖中の CD 曲線である。

茲に一寸疑問が起るのは 1928 年以後に起つた人為的急減に對し $\log M$ を補ふ丈けで η には補正を要せぬか如何かであるが、之は第2圖を見ると $\log M$ の曲線が 1928 年以降では略直線と看做し得るから近似的に

$$\frac{1}{M} \frac{dM}{dt} = \text{一定}$$

と考へ得る。然るに

$$\eta = \log_{10} \left(-\frac{\Delta}{\Delta t} \log_{10} M \right) = \log_{10} \left(\log_{10} e \frac{1}{M} \frac{\Delta M}{\Delta t} \right) = \text{一定}$$

であるから近似的には η は M に關係しないことになる。従つて疑問の補正も必要がない譯である。

さて此等常數の決定は觀測精度の極限に近い桁の數字によるから前に附記して置いた様に確率誤差も可なり大きい。だから斯様な結果を基礎に進んで論議することは、微量に拘泥し過ぎるの誹を免れないが、一應考察を進めて見ることにする。

先づ前後二つの期間に於ける常數の内 α, α' は上掲の如く觀測誤差の範圍で一致してゐると見てよかるふ。即ち頻度が變つても α は變らないと考へ得る様である。次に β と β' は t の起算年によつて變るから双方共 1912 年の中央を $t=0$ とする。そして實際の β' の價を β'' とすると、

$$\log_{10} \beta'' = p' - 16q' - \log_{10} \alpha'$$

で與へられるが、此の式の α', q' の代りに α, q を用ひるとき β'' の誤差が β の誤差と同程度であると假定することは強ち不合理ではないであらふ。そこで β'' を計算すると

$$\beta'' = 0.0423$$

となり、 β に比し誤差の範圍を越えて増大することが分る。従つて之を觀測回數の急増と結び付け

て考へることも亦自然の道程であるふ。即ち β は一年間の觀測回数 n の函數であると思へる、而して一面又同一な刺戟は同一の減磁(時間が接近してゐる場合)を起すことを考へ合せれば β の内には kn なる項を含むであらふ。故に最も簡単な形として $\beta = s + kn$ の如きものが想像される。依つて

$$\log_{10} M = b + (s + kn)e^{-at} \dots \dots \dots (6)$$

の如き形が吾々の用ゐてゐる磁石にはよく適合する様に思はれる。

要するに本所の觀測用磁石と同様な質で同様な保存法を受ける磁石に就いては、 M の變化を精密に論ずるならば實驗式は少くも此程度の複雑さを有するものであると信ずる。

(昭和九年、青島測候所に於て)

