

ニハ非ザレバ、地動計ヲ以テスレバ最モ記録シ易カルモノナルベク、此ニ反シテ初期微動ノ震動ハ振幅ノ小ナルガ爲ニ、容易ニ消滅スルモノナルベシ、甲種ト丙種ノ震動ガ任意一地方ニ到着スル時差ハ、一定ノ價值ヲ有スベキモノニシテ、實驗ノ結果平均三時二十分四十六秒トナル、即チ主要部第三期ノ震動ガ、地球面ヲ其ノ大圈ニ沿ヒ、一周スルニ要スル時間ニシテ、此ノ時差ヨリ計算スルニ一秒ニ付キ三・三「キロメートル」ナル傳播速度ヲ與フ(第五十三章參照)

## 第七編 傾斜動ノ測定

**五十五** 水平振子ハ理論及ビ地面ノ傾斜 水平振子ヲ應用シテ水平地震動ヲ驗測スルコトハ、既ニ前ニ述べタル如クナルガ、水平振子ハ又能ク傾斜動ニ感ズルノ性質ヲ有スルモノトス、第五十七圖(ハ)ヲ重錘トシ、(イハ)ナル水平ノ棒ヲ以テ(イ)點ニテ支へ、(ロハ)ナル針金ヲ以テ(ロ)點ヨリ吊ルセバ、(イハ)ハ一個ノ水平振子ヲ成ス、而シテ平衡ノ状態ヲ維持スルニハ、上方ノ(ロ)點ハ必ズ幾分カ下方ノ(イ)點ヨリモ前方ニアルヲ要ス、即チ(イ)ヲ通ジテ垂直線(イホ)ヲ畫スレバ、(ホイ)ナル角ヲ得ベク、之ヲφトス、φガ多少ノ價值ヲ有スル以上ハ、振子ハ安定ノ平衡ニ在リテ、重錘(ハ)ヲ變位スレバ原位置ニ復セントシテ、粗ボ水平面中ニ振

第五十八圖

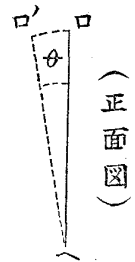
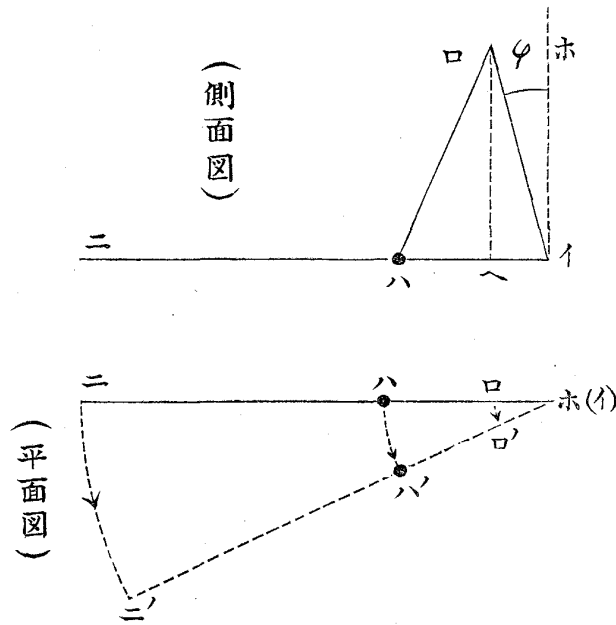


圖 七 十 五 第



動スベク、φナル角ヲ減少セシムルニ從  
 ヒ、水平振子ノ振動期ヲ長カラシメ、次第  
 ニ不偏平衡ニ近ヅカシムルヲ得、若シφ  
 ヲ零トナスコトヲ得バ、振動期ハ無限大  
 ニシテ、全く不偏平衡ノ状態ニ達スレド  
 モ、此レ實際ニハ不可能ノ事ニシテ、若シ  
 然ルニ於テハ、縦令一瞬時平衡スルトモ、  
 極微ノ變位ニテモ受クレバ、直チニ全く  
 其ノ状態ヲ破壊シ終ルベキモノナリ、但  
 シ器械ノ製作ヲ精巧ニスレバ、φナル角  
 度ヲ小ナラシメテ、一分以内ニ至ラシム  
 ルコトヲ得ベシ、此ノφ角ハ、直接ニ測定  
 シ能ハサレドモ、次式ニ依リテ容易ニ計  
 算シ得ベシ

$$\phi \parallel \sin \phi \parallel \frac{T_0^2}{T^2}$$

上式中、Tハ水平振子ヲ實地ニ据ヘ付ケタルトキノ振動期ニシテ、T<sub>0</sub>ハ(ハ)ナル  
 重錘ヲ(イハ)ナル棒ニテ垂直ニ吊ルシ普通ノ振子トシテ振ラシムル時ノ振動

期ナリ

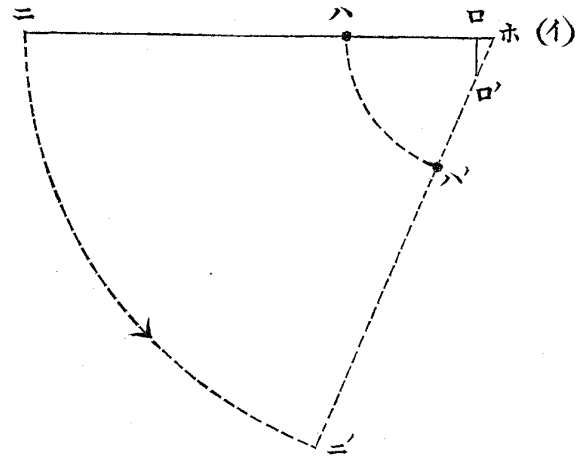
今マ水平動ノ代リニ、傾斜動アリ、(ハイ)ナル水平線ヲ軸トシテ、( $\theta$ )角ノ廻轉運動アリト假定シ、(ロヘ)ヲ(ハイ)ニ直角ニ畫シテ見レバ、第五十八圖ニ示ス如ク(ヘロ)ノ原位置、即チ垂直線ト廻轉後ノ新位置(ヘロ)トノ間ノ角ハ( $\theta$ )ナリ、而シテ(イハ)ナル水平振子ハ、此ノ傾斜ノ爲ニ變位ヲ來タシ、重錘(ハ)ガ再ビ(イロ)線ト同一ノ垂直面内ニ至リテ始メテ平衡スベシ、第五十七圖ノ下圖ハ平面圖ニシテ(イハ)ニ(ヲ)イハニ)ノ移動セル位置トス、(ロホロ)ナル角ヲ $\beta$ トスレバ、左ノ二式ヲ得

$$\beta = \frac{(\rho\rho')}{(\rho\pi)} = \frac{(\gamma\rho) \times 0}{(\gamma\rho) \times \rho} = \frac{0}{\rho}$$

$$(\pi\pi') = (\gamma\rho) \times \beta = (\gamma\rho) \times \frac{0}{\rho}$$

上式ニ依レバ、(ニ)點即チ指針端ノ運動ハ、地ノ傾斜動( $\theta$ )ニ比例シ、又水平振子ノ上下軸ト垂直線間ノ角( $\phi$ )ニ反比例ス、故ニ $\phi$ 角ヲ充分ニ減少スレバ、(換言スレバ)水平振子ノ振動期ヲ長クスレバ、水平振子ヲシテ傾斜ニ感ズルコト極メテ鋭敏ナラシムルコトヲ得ベシ、此ノ結論ハ算式ニ依ラザルモ、幾何學的ニモ説明スルコトヲ得、即チ $\phi$ 角ガ少ナルトキハ、前圖中ノ(ホロ)ナル距離モ從ツテ小ナルベシ、故ニ第五十九圖ヲ以テ第五十七圖ニ於ケルヨリモ、更ニ $\phi$ ガ少ナル

圖 九 十 五 第



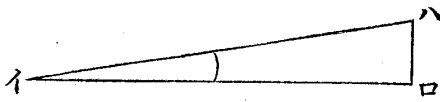
場合ヲ示スモノトスレバ、同一ノ傾斜動( $\theta$ )ニ對シテノ(ロ)點ノ變位ハ相等シケレドモ、(ホ)點ナル距離ガ異ナルニ依リ、第五十九圖ニ於ケル(ニ)點ノ運動ハ、第五十八圖ニ於ケルヨリモ著シク大ナルベシ、若シ之ニ反シテ $\varphi$ ナル角が大ナルトキハ、(ホ)點ノ長サが大ニシテ( $\theta$ )ナル任意ノ傾斜動ニ對スル(ニ)點ノ變位ハ僅少ナリ

傾斜動ヲ増大シテ記録セシムルニハ、前ノ數圖ノ如ク橫棒(イハ)ヲ(ニ)點迄デ延長セズシテ、第二十八ノ倍數ヲルトシ、(イハ)ノ長サヲ $L$ トスレバ、( $\theta$ )ナル傾斜動ニ對スル描針ノ端ノ變位(アトス)ハ次ノ如シ

$$r = L \times n \times \frac{\theta}{\varphi} = L \times n \times \theta \times \frac{T_0^2}{T^2}$$

(注意) 此ノ種ノ算式ニ於テハ $\theta$ 、 $\varphi$ 等ノ角度ヲ弧度法ニテ示スヲ要ス、而シテ $\theta$ 及ビ $\varphi$ ハ常ニ小ナル角度ナルヲ以テ $\sin \theta$ 及ビ $\sin \varphi$ ヲ取リテ毫モ差支ヘ無シ、東京帝國大學構内ナル、震災豫防調査會ノ耐震家屋内ニ裝置セル、一地動計ノ場合ヲ上式ニ適用スレハ、 $L$ ハ「メートル」即チ千「ミリメートル」、 $n$ ハ二十倍、 $T_0$ ハ

第 六 十 圖



上ノ例ヲ更ニ了解シ易クシテ、角度ノ大サヲ示サンニ、第六十圖(イロ)ハ水平面ニシテ、(イハ)ハ長サ一里ノ阪トシ、其ノ高サ(ハロ)ガ(曲尺)六分三厘ナルトキハ、勾配、即チ(ロイハ)ナル角度ハ一秒ノ大サトナル、(次ニ(イハ)ナル長サガ、地球ノ北(或ハ南)極ヨリ赤道ニ至ル距離、即チ一千万「メートル」ニ等シクシテ、(ハロ)ナル高サガ僅ニ三尺三寸ナリトスレバ、(ロイハ)角ハ一秒ノ五十分一ニ當ル

前記ノ器械ハ、耐震家屋内ニ設直セル高サ約八尺、截面約三尺四方ノ堅固ナル石臺ノ上ニ、鑄鐵柱ヲ樹テ、其ノ頭部ヨリ重錘ヲ吊リ下ゲタル水平振子ナルガ、此ノ石臺ノ頂上面ニ於テ鑄鐵柱ノ傍ニ、若干ノ重

二秒「T」ハ二分ナリ

故ニ地面ノ傾斜( $\theta$ )ガ一秒(一秒ヲ弧度法ニテ示セバ  $0.00000485$ )ナルトキハ、描針ノ動キハ次ノ如ク

$$r = 1000 \times 20 \times 0.00000485 \times \frac{120 \times 120}{2 \times 2} = 349$$

約三十五「センチメートル」(一尺一寸六分)トナル、若シ( $\theta$ )角ガ  $0.1$  一秒ナレバ、同一機械ニテ描針ノ變位ハ三十五「ミリメートル」トナリ、又( $\theta$ )カ更ニ小ニシテ、僅ニ一秒ノ五十分一ナレバ、同ジク變位ハ約七「ミリメートル」トナルベキノ理ナリ

量ヲ載セ、若クハ石柱ノ頭部ヲ側面ヨリ手ニテ壓スレバ石柱ハ幾分カ屈撓セラレ、從ツテ其ノ上面ハ傾斜スルコト、ナル、素ヨリ傾斜ノ角度ハ非常ニ微小ナルニ相違無ケレドモ、此ノ爲ニ器械ノ描針ヲシテ數寸ノ變位ヲ受ケテ、記錄機ノ煤烟紙外ニ逸出セシムルヲ得ベシ

**五十六** 地面傾斜ノ例 水平振子ガ傾斜動ニ對シテ非常ニ感ジ能キヲ以テ、之ヲ使用シテ地面ノ傾斜ヲ不斷ニ觀測スルコトヲ得ベシ、此カル目的ノ器械即チ傾斜計ノ裝置ハ地動計ト全ク同一ナレドモ、記錄機ノ圓筒ハ一日ニ一回轉スルヲ便トス、但シ此ノ種ノ觀測ニ於テハ、日光及ビ氣温ノ作用ヲ蒙リ易キヲ以テ、正確ノ結果ヲ得ン爲ニハ、土中室或ハ適當ニ設計セル室内ニ於テ觀測ヲ施行センコトヲ要ス、第六十一圖ハ東京帝國大學構内ノ耐震家屋内ニテ、傾斜傾ヲ以テ、觀測シタル、東西方向ノ記象圖ニシテ、明治三十七年八月二十五日午前九時ヨリ二十九日午前九時ニ亘リ地面ガ次第ニ東方ニ傾斜シタルヲ示ス、圖中高サ即チ描針ノ動キ一「ミリメートル」ハ傾斜角ノ $\circ\bullet\circ$ 三八秒ニ當ル海岸ノ地ハ、海水ノ干満ト共ニ水重ヲ増減シ、絶エズ海底ニ及ボス水ノ壓力ヲ變化スルヲ以テ海濱ニ於テハ、幾分カ地面ヲ傾斜スルノ微果アルモノニシテ海岸ニ近キ多度津測候所ノ如キハ地動計觀測ニ依リテ此ノ現象ヲ認ムルヲ得タリ、又暴風雨ノ際ニ低氣壓ガ近ヨリ來ルトキハ、之ニ伴フテ地面ニ幾分ノ

凸凹ヲ生ズルモノナルガ如シ

**五十七** 地面ガ低氣壓ノ爲ニ傾斜セル例 第六十二圖ハ明治三十七年十月十

日午前十時五分ヨリ翌十一日午前十時四十四分三十秒ニ至ル一日有餘間ノ  
傾斜記象ナリ、此ノ傾斜計ハ東京帝國大學構内耐震家屋内ニ裝置セルモノニ  
シテ、重錘ノ中心ト振子軸トノ水平距離(L)ハ七十五センチメートルナルバT<sub>0</sub>  
ハ一・七四秒トナル、又描針ノ倍數(n)ハ二十ニシテ水平振子自己ノ振動期(T)ハ  
三十三秒ナレバ、地ノ傾斜角ガ一秒ナルトキハ描針ノ横ノ變位ハ

$$\frac{1.74 \times 1.74}{33 \times 33 \times 750 \times 20 \times \sin 1''} = \frac{3}{1000000} = 3 \times 10^{-6}$$

二十六・二「ミリメートル」ニ當ル、今前記兩日ノ東京氣象ヲ略言スレバ、氣壓ハ九  
日午後十時ニ七百七十「ミリメートル」(溫度、重力及ビ海面ノ更正ヲ施シタルモ  
ノ、以下同ジ)ナリシガ、漸次下降シテ十日午後四時ニハ七百五十八・二「ミリメー  
トル」トナリ、同六時ニハ七百五十七・五「ミリメートル」トナリテ最低ニ達セリ、其  
ヨリ夜半ニ至ル迄ハ氣壓低クシテ七百五十八・〇「ミリメートル」ニ過ギザリシ  
ガ、同時刻ヨリ次第ニ上昇ヲ始メテ、十一日夜半ニハ既ニ七百七十六・八「ミリメ  
ートル」トナレリ、又風速度ハ十日午後三時ヨリ稍著シク増加シテ、一秒ニ付キ  
十二・六「メートル」トナリ、午後七時ニハ一秒ニ付キ十四・八「メートル」トナリテ最  
大ニ達シ、其ヨリ午後十時迄ハ格別ノ減少無ク、尙ホ一秒ニ付キ十三・七「メートル

ル「ナリシガ、同時刻ヨリ、漸次減少シテ翌日午前七時ニハ一秒ニ付キ一・六「メー  
トル」トナレリ、十月十日、十一日ニ於ケル氣壓及ビ風速度ノ毎時觀測ノ結果ハ  
次表ニ示スガ如シ

中央氣象臺觀測

明治三十七年十月十、十一日毎時氣壓、風速度表

氣壓ハ溫度ノ更正ノミヲ施シ重力及海面ノ更正ヲ施  
サス但シ重力更正ハ0.6ニシテ海面ノ更正ハ1.9ナリ

風 速 度		氣 壓		種 別
日 十	日 一 十	日 十	日 一 十	
米/秒 6.5	米/秒 6.5	耗 757.3	耗 767.3	午前 一時
4.8	6.3	57.8	66.6	二時
5.9	7.4	58.1	66.6	三時
3.9	8.5	58.5	65.1	四時
3.5	8.1	59.1	65.5	五時
2.4	8.1	59.6	65.0	六時
1.6	9.0	60.7	65.4	七時
1.8	9.9	61.1	64.4	八時
2.8	9.4	61.5	64.0	九時
6.1	9.4	61.5	62.4	十時
8.5	9.2	61.4	62.1	十一時
8.5	10.1	61.3	61.7	正午
9.7	8.8	61.2	61.1	午後 一時
9.4	9.4	61.3	59.4	二時
9.0	12.6	61.7	58.4	三時
6.1	11.9	62.3	56.9	四時
4.6	13.9	63.2	56.5	五時
2.4	13.0	63.9	56.2	六時
2.8	14.8	64.5	56.6	七時
1.5	14.6	64.9	56.6	八時
0.9	14.3	65.4	56.7	九時
0.9	13.7	65.4	56.7	十時
1.1	10.3	65.4	56.7	十一時
1.1	9.9	65.5	56.7	夜半
4.41	10.38	761.8	761.0	平均

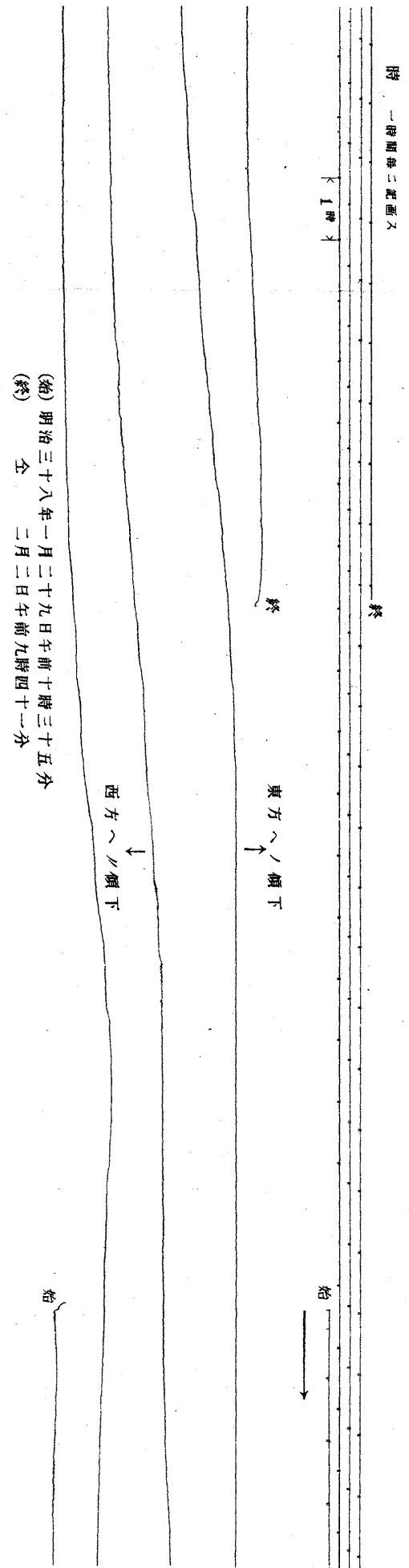
此ノ如ク氣壓ノ下降ハ十二・五「ミリメートル」、風ノ最高速度ハ一秒ニ付キ十四・  
八「メートル」ニシテ十月十日及十一日ノ天氣ハ敢テ非常ノ暴風雨ト稱スベキ  
ニ非ザリシカドモ、降雨ノ量ハ頗ル多ク、十日ニハ總計百二十六・一「ミリメー



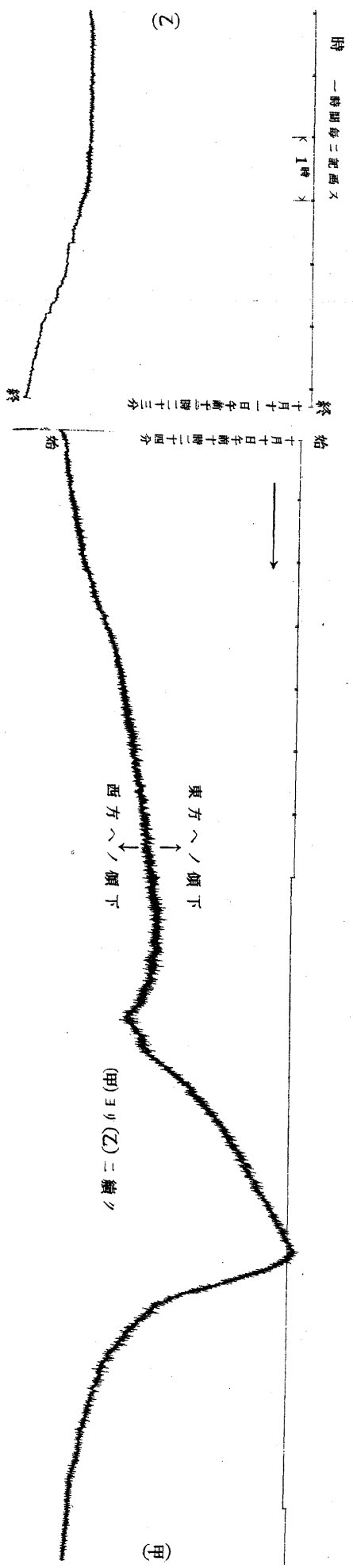
ル」トナレリ、但シ十一日ニハ〇・九「ミリメートル」ノミナリキ」又低氣壓中心ノ位置ハ第六十三圖及ビ第六十四圖ニ示ス如ク十日午後七時ニハ東京ヨリ南東ノ方、約二百五十「キロメートル」ノ處ニアリ、又同日午後十一時ニハ東京ヨリ、東南東ノ方約三百五十「キロメートル」ノ處ニアリシモノ、如シ、即チ上記時間中ニ於ケル低氣壓中心ノ位置ハ東京ヨリハ東側ニ當リ、北東ノ方向ヲ取リテ進行セルモノナリトス、今傾斜計記録(第六十二圖)ヲ見ルニ十日午前ヨリ既ニ次第ニ東方ガ傾下セルガ、同日午後七時頃ヨリ急ニ傾斜ヲ増大シ、同十時十五分頃ニ至リテ東方傾斜ノ最極點ニ達シ、其ヨリ次第ニ反對ノ方向ニ傾斜ヲ始メ、翌十一日午前四時四十分頃ニ至ル迄デ順次ニ西方ガ傾下シ、即チ原ノ水平面ニ復歸シツ、有リタルガ、以上約十時間ニ於ケル傾斜ノ極差ハ記録圖上ニテハ九十三「ミリメートル」ニシテ實際ノ角度ハ約三秒半ニ及ベリ、十一日午前四時四十分ヨリ、七時二十五分頃迄ハ殆ド地ノ傾斜無ク、同時刻ヨリ又少シク西方ヘノ傾下ヲ呈シテ同日午前十時頃ニハ殆ド前日ノ同時刻ニ於ケルト等一ノ位置トナレリ」此ノ如ク地ガ始メ著ルシク東方ニ傾下シタルハ氣壓ガ最モ低下シ隨ツテ風力ガ最モ強カリシ時期ト殆ト同時ニアリ、氣壓ガ上昇ヲ始メタルト共ニ、地ハ原位置ニ傾歸セルヲ見ルベシ

爰ニ注意スベキハ、低氣壓中心ガ、東京ヨリ東方ヲ通過セルガ同時ニ地ハ東方

第六十一圖 地面傾斜ノ記象

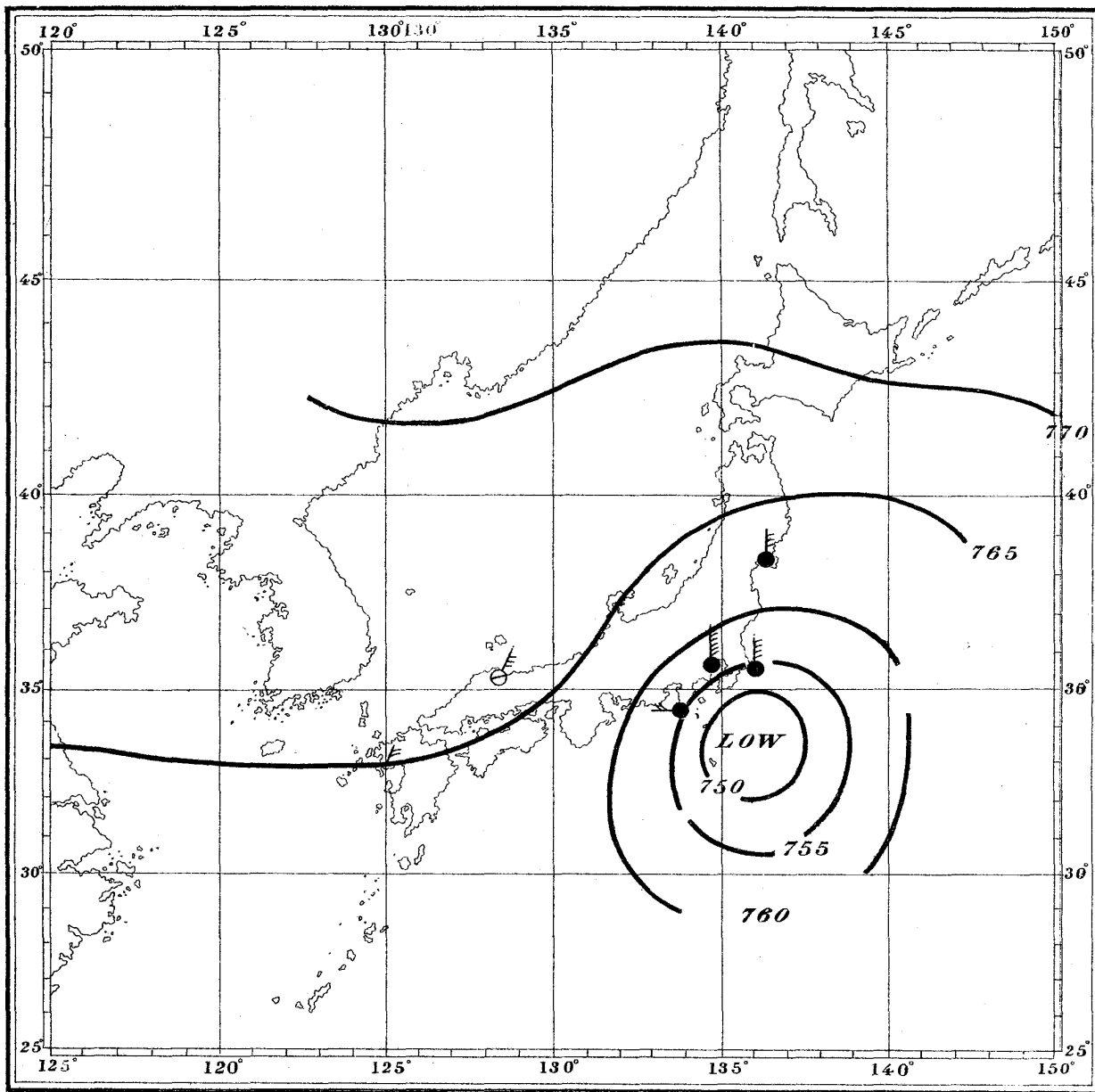


第六十二圖 暴風雨中ニ於ケル地動記象  
(明治三十七年十月十日ヨリ十一日ニ至ル)



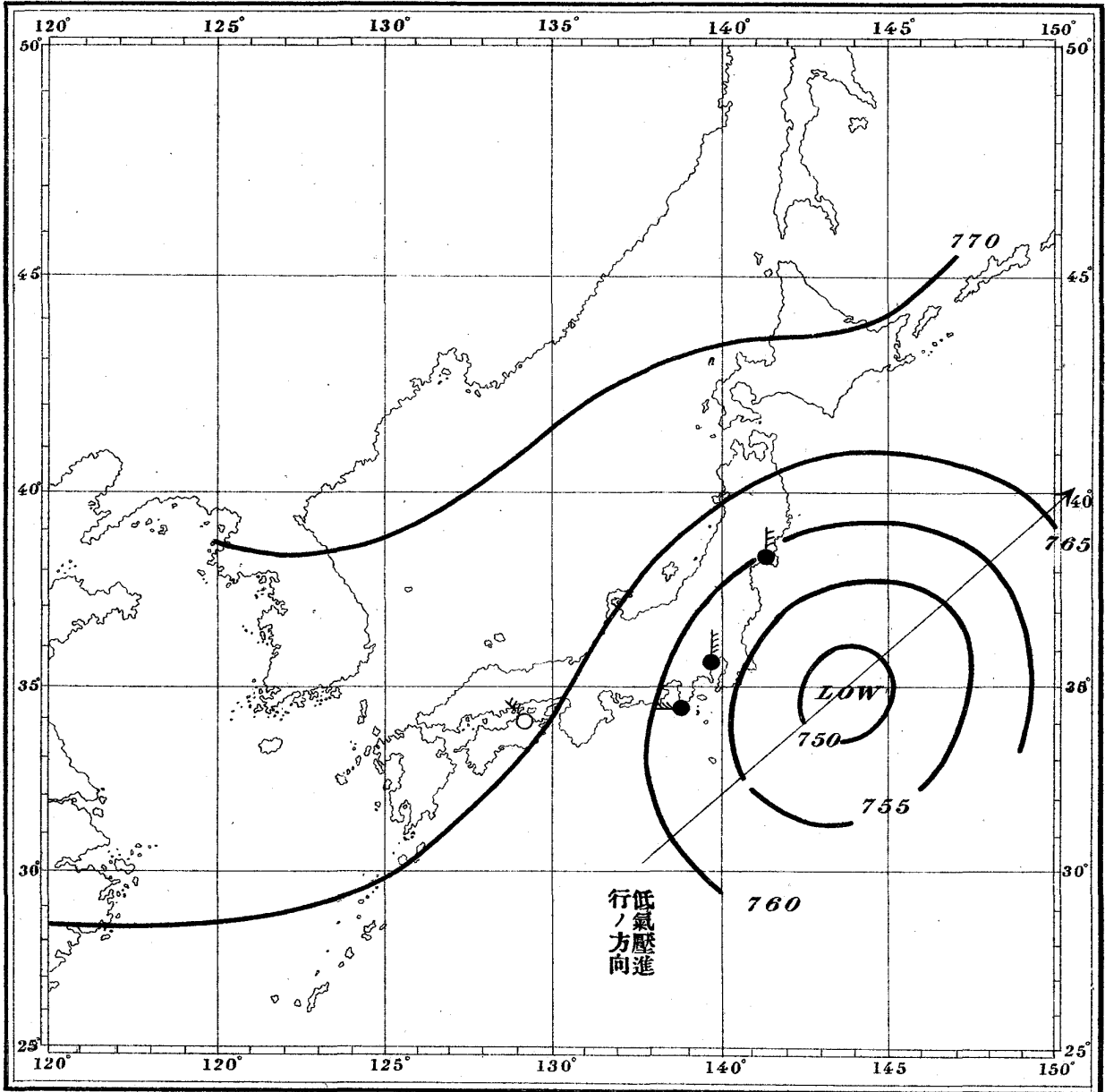
第六十三圖

明治三十七年十月十日午後七時 低氣壓ノ位置



第六十四圖

明治三十七年十月十日午後十一時 低氣壓ノ位置



ニ傾下セルノ事實ナリ、今マ低氣壓中心ノ所在地ハ氣壓小ナレバ地殻面ハ、幾分カ隆起スベシト想像セラレ得ベシ、若シ果シテ然ラバ、本回ノ低氣壓中心ハ東京ヨリ東方ヲ通過シタレバ、地ハ西方ニ向ツテ傾下スルノ理ナルベキニ、實際ハ之ニ反シテ東方ガ傾下セルハ如何ト云フニ、蓋シ低氣壓ハ海水ノ昇騰ヲ伴フヲ以テ結局低氣壓中心ノ所在地(海中)ノ海底ニ於ケル全壓ハ却テ大トナリ、從ツテ地面ガ低下スベキヲ以テ、低氣壓通過ノ側ニ向ツテ地ガ傾下セルモノナルベシ(第六十一圖、第六十二圖ハ原記錄紙ノ二分一縮寫ナリ)

## 第八編 地震動ノ性質

五十八 實驗 前章ニ記ルセル如ク、水平振子ハ傾斜動ニ極メテ感ジ能キモノナリ、然ルニ水平地震計モ亦一種ノ水平振子ナレバ、地震計ガ記錄スル震動ハ果シテ水平動ナリヤ、或ハ傾斜動ナルヤノ疑問ヲ生ズベシ、第六十五圖ハ此ノ問題ヲ實驗的ニ調査スル装置ニシテ、(甲)(乙)(丙)ハ相平行シテ据ヘ付ケタル三個ノ水平振子トス、(ハ)(ハ)(ハ)ハ各々重錘ニシテ、(イ)(イ)(イ)若クハ(イ)點ニテ支ヘ、(ロ)(ロ)若クハ(ロ)點ヨリ吊リ、(イニ)、(イニ)、及ビ(イニ)ナル長サハ互ニ相等シクス、而シテ(甲)ト(乙)ノ兩水平振子ハ同一ノ $\phi$ 角ヲ有スレドモ、(イハ)ト(イハ)ナル長サヲ異ニシ、又(甲)ト(丙)ノ兩水平振子ハ(イハ)ト(イハ)ナル長サヲ相等シクスレドモ、(ロ)ト