

○參照第四

地震波傳達速度測定(但電線使用法ニ依ル)第一回報告書進達候也

明治卅一年四月五日

委員 大森 房吉

震災豫防調査會長理學博士菊池大麓殿

地震波傳達速度測定第一回報告

緒言

故委員關谷清景及本委員ハ去ル明治廿六年末ニ於テ本會調査事業ノ一ナル電線ヲ使用シテ地震波傳達速度ヲ測定スルノ榮ヲ受ケタリ當初電線架設ニ關シテハ故電話交換局技師澤井廉頗ル盡力セル所アリ本委員等ニ裨益ヲ與ヘラレタルコト少シトセズ

電線聯絡ノ手續、器械調製等ノ爲メニ日子ヲ費シ實驗ハ漸ク明治廿七年三四月頃ヨリ始ムルニ至レリ而シテ當年ハ三月ニ北海道大地震アリ六月ニ東京強震アリ十月ニ庄内激震アリ爲ニ日子ヲ出張ニ費スコト多ク且關谷委員ハ十月下旬ヲ以テ病氣療養ノ爲メ神戸ニ移ラレタル等ノ事アリテ速度測定事業ハ未ダ充分ノ成績ヲ收ムル能ハザリシガ同年十一月卅日東京附近強震ハ較々計算ノ材料ヲ與ヘタルヲ以テ本報告書ニハ其結果並ニ諸觀測點ノ選定等ニ就キテ記述スルニ止ム但計算ニ關スル結果ハ全ク本委員ノ責任ヲ以テ報告スル所トスル本委員ハ同年十二月末洋行ノ途ニ就キタルヲ以テ本會囑託員理學士今村明恒爾後ノ觀測ヲ擔任シ好成績ヲ得タリ

觀測ノ目的

第一圖



速度ヲ定ムルニハ左ノ二様ノ方法ニ依ラザルベカララズ
 (一)、互ニ相遠ク距リタル諸觀測地ニ於ケル發震時ヲ測定スル
 ニアリテ更ニ發震時測定ノ方法ニ依リテ(イ)(ロ)ノ二種類ニ
 別チ得ベシ即(イ)方法ニテハ平時ハ靜止シテ地震ノ時ニ於テ

震原

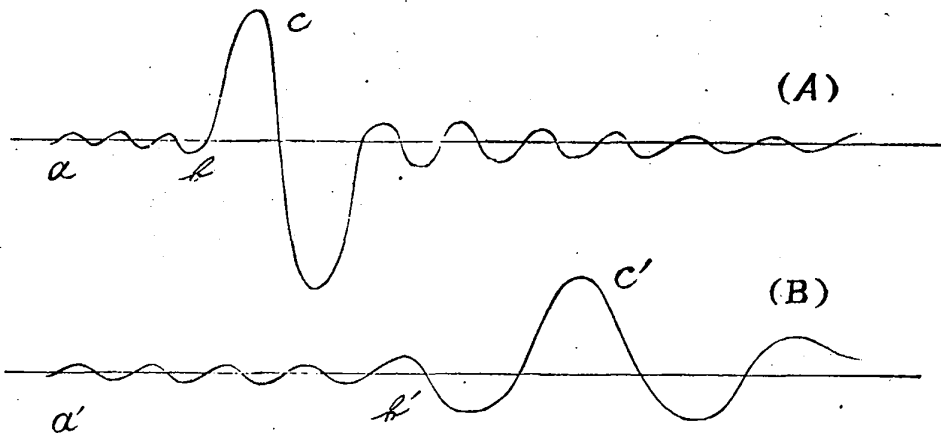
(二)、互ニ相距ルコト遠カラザル數個ノ觀測地ニ於

ノミ電氣仕掛ケ或ハ器械的方法ニ依リテ運轉ヲ始ムル地震計或ハ驗震器ヲ以テ發震時ヲ定メ(器械ヲ用井ズシテ單ニ感覺ニ依リテノ觀測ハ除ク)(ロ)方法ニテハ平時間斷ナク運轉スル地震計或ハ驗震器ヲ用井テ發震時ヲ定ムルニアリ

テ地震計ヲ以テ地動ヲ記錄セシメ同一波動ノ諸觀測地間ヲ進行スルニ要スル時差ヲ測定スルニアリテ此方法ニハ諸觀測地ヲ悉ク電線ニテ結合スルヲ要ス

(一イ)、(ロ)及(二)ハ必ズシモ同一ノ結果ヲ與ヘザルコトヲ見ルベ

第二圖



シ即(二)方法ニ於テ論ズルハ第一圖ニ示ス如ク震波ノ或一小局處(甲乙)ヲ通過スル速度ニシテ(一イ)、(ロ)方法ニテハ震源ト遠

距離ノ一地方(甲乙)間或ハ數個ノ遠地方間ノ震波平均速度ナリ今地震動ハ必ズ最初多少ノ微動アリテ後ニ主動ヲ來タスモノナリ而シテ小地震ノ震動區域ハ小ナルヲ以テ見レハ小地震動ハ遠距離ニ達セザルハ明ナリ即茲ニハ甲地ノ方乙地ヨリモ震原ニ近キモノト想像シ(第二圖)例之ハ濃尾地震ニ於テ甲地ハ岐阜ニシテ乙地ハ東京ナリト假定センニ距離遠キ故ニ兩地ニテ同一波動ヲ見定ムルコト能ハザルベシ甲地ニ於ケル震動ハ(A)ニ示ス如ク(a b)ナル微動ヲ以テ起リ(b)ニ至リテ主

動(c)ヲ來タシ乙地ニ於テハ(B)ニ示ス如ク(a'b')ナル微動ヲ以テ起リ(b')ニ至リテ主動(c')ヲ來タスベクレドモ(A)ノ(a'b)ハ甲地ニ於ケル微動ナレバ遠ク相距リタル乙地ニ達セザル以前ニ消滅スベク乙地ニ於ケル震動ノ初期ニ現ハル、微動(a'b)ハ甲地ニ於ケル微動(ab)ノ傳リ來ルニハ非ズシテ甲地ノ主動(c)ノ途中ニ於テ變化、分解シ來ルモノナラザル可カラズ即假定シタル場合ニ於テ甲乙兩地ニ地震波ノ到達シタル時刻ノ差ヲ取レバ同一波動ノ兩地ニ到達セル時差ヨリハ大ナル時差ヲ得ベキナリ即此方法ニ依リテ計算シタル地震波速度ハ(二)ノ方法ニ依リテ計算シタルモノ即地震波ノ一局地ヲ通過スル眞ノ速度ヨリハ小ナルベシ故ニ地震波速度ハ二種ニ分チ第一ハ遠ク相距タレル觀測地間ヲ傳播スル一種ノ平均速度ニシテ其結果ハ第二ノ方法即一局處ヲ通過スル眞速度ヨリモ勿論小ナルベク本委員ガ嘗テ「地震波傳達ノ速度并ニ波丈ケ」ニ關シテ報告シタル調査ハ即第一ノ方法ニシテ一秒ニ付キ凡二「キロメートル」ナル數ヲ得タリ(震災豫防調査會報告第三號)シガ今回調査ノ目的ハ第二ノ方法ニ依リテ震波速度ヲ測定スルニアリ

觀測地ノ位置

觀測地ハ本郷區帝國大學地震學教室、神田區一ツ橋外地震觀

測所、麻布區飯倉天文臺、及ビ西小松川村南葛飾郡役所構内ノ四ヶ所ニシテ其位置及ビ相互ノ距離ハ左ノ如シ(第三圖參照)

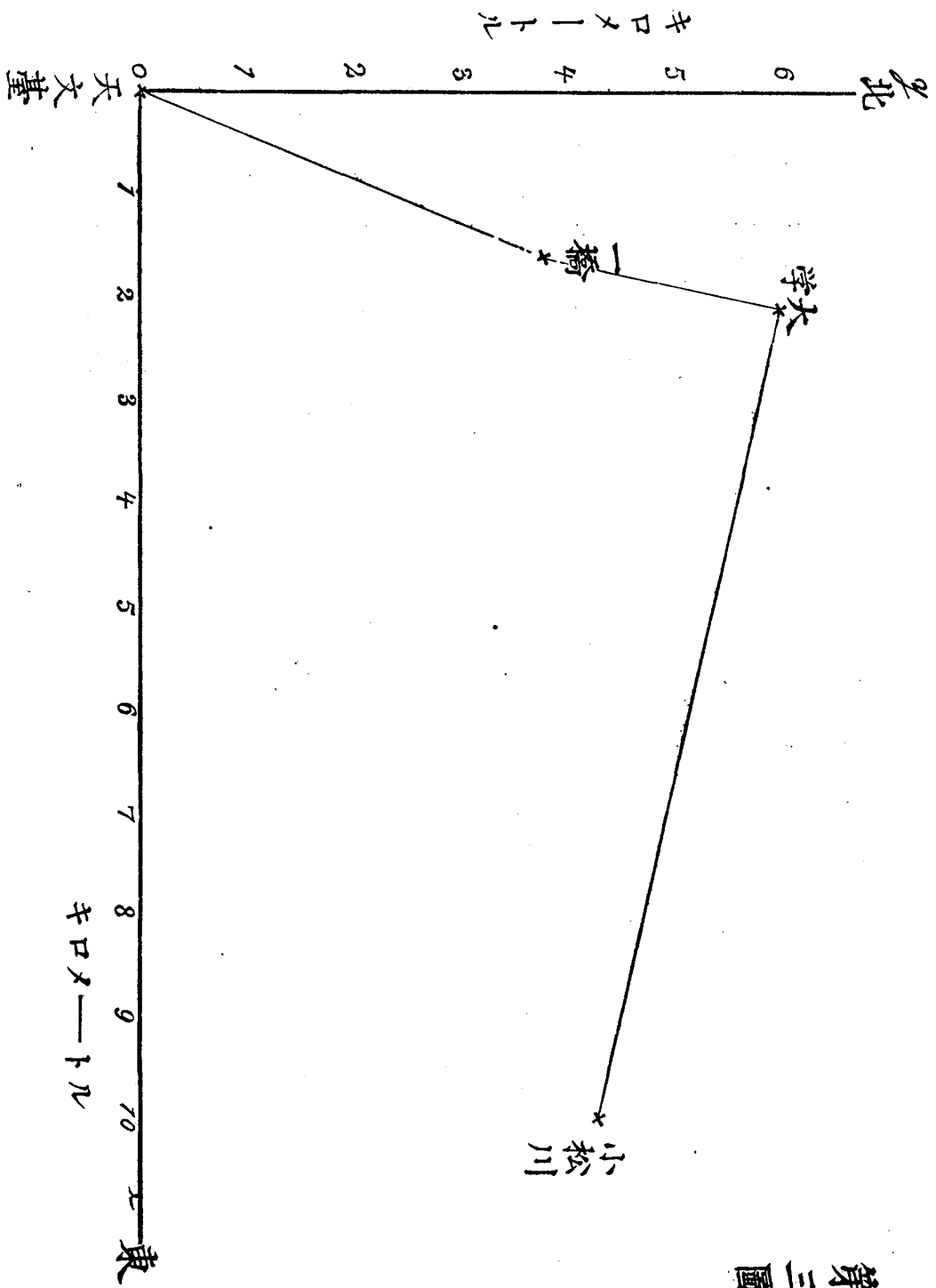
觀測所 經度(東) 緯度(北)

東京天文臺	百三十九度四十四分三十秒	卅五度卅九分十五秒
帝國大學地震學教室	百三十九度四十五度五十三秒	卅五度四十二分廿九秒
西小松川村郡役所	百三十九度九十一分七秒	卅五度四十一分卅三秒
一ツ橋外地震觀測所	百三十九度四十五分卅三秒	卅五度四十一分十七秒

以上ノ内ニテ東京天文臺ノ經緯度ハ同天文臺ノ測定ニ依リ他ノ三觀測地即帝國大學內地震學教室、西小松川郡役所、及ビ神田一ツ橋外地震觀測所ノ位置ハ參謀本部二万分之一實測圖ヨリ東京天文臺ノ位置ヲ基本トシテ算出セルモノナリ

次に參謀本部二万分之一實測圖ヨリ計リタル四觀測地間ノ相互ノ距離ヲ示ス

天文臺、一ツ橋間	四、一〇	日本里程ニテ 一里、四丁
天文臺、大學間	六、三六	一里廿二、二町
天文臺、小松川間	一〇、八六	二里廿七、三町
一ツ橋、大學間	二、二九	〇里二十、九町
一ツ橋、小松川間	八、四〇	二里四、七町



第三圖

大學、小松川間 八、〇八 二里二、六町

四個ノ觀測地ノ内大學ト天文臺トハ土質堅硬ナル高臺ニアリ
テ一ツ橋外ト西小松川トハ低濕ナル平地ニアリ最初ハ尙ホ此
他ニモ新宿ニ觀測所一個ヲ設ケテ大學、天文臺及ビ新宿間ノ
堅硬ナル土地ニ於ケル震波速度ト大學及ビ天文臺ト小松川間
ノ低濕ナル土地ニ於ケル震波速度トヲ研究セントノ考ナリシ
ガ實際此ノ如キ表面ノ土質ハ震波速度ノ大小ニハ著キ關係ナ
カルベシト思ハル

四觀測地間相互ノ距離ノ最大ナルハ天文臺、小松川間ニシテ
一〇、八六「キロメートル」(我二里廿七、三町)ナリ初メ觀測
地ヲ定ムルニ當リテハ大學地震學教室、一ツ橋外地震觀測所
及ビ相州觀音崎燈臺ニテ得タル地震記象ヲ驗シタルニ強震ノ
場合ニハ大學、觀音崎間凡四十九「キロメートル」(我十二里)
ヲ距ツルモ尙兩地ノ震動記象中特別ナル同一波動ヲ見定メ得
ル事ヲ認メタリ

觀測ノ方法

四個ノ觀測地ニハ各々「イェーリング」氏形水平動地震計ノ構
造ノ全ク相互ニ等一ナルモノ(指針ノ倍數ハ五ナリ)ヲ置キ
又第四圖ニ示ス如ク小松川、大學、一ツ橋外、天文臺間ニ單
一ノ電線ヲ引キ地中板ハ小松川及ビ天文臺ニテ土中ニ埋ム而

シテ觀測ノ方法ハコンダクト、マイカー感震器一個及ビ電池ヲ大學地震學教室内ニ
置キ且各觀測所ニハガルバンマイトル電流計一個、畫時用小振子一個、及ビ電
池ヲ設ケテ電線ハ地震學教室内感震器ト四ヶ所ニ設ケアル電
流計トヲ連絡シ地震ニ際シテ感震器ノ作用ニ依リテ接電ヲ來
タセバ四ヶ所ニ於テ同時ニ電流計ノ磁針ヲ變位セシメ其結果
トシテ更ニ「マグネット」ノ作用ニ依リテ同時ニ四個ノ地震計
ノ硝子圓板ハ廻轉ヲ始メ又畫時用ノ振子ヲ振動セシメ其一振
動毎ニ畫時器ダイムチツカーヲシテ地震計ノ硝子圓板上ニ記痕セシムルノ裝
置トス此ノ如クシテ四ヶ所ノ地震記象ニ就キテ同一ノ波動ヲ
見定メ其各地ニ於ケル硝子圓板廻轉ノ初期ヨリ時差ヲ畫時
器ノ記痕ニ依リテ測定シ以テ同一震波ノ各觀測地間ヲ進行ス
ルノ速度ヲ算出スルノ方法ナリ、器械裝置ノ明細ハ第四圖ニ
示ス如ク「イロ」ハ通常電氣應用ノ振子感震器コンダクト、マイカーニシテ地震ニ際
シテ振子指針「イロ」ヲ以テ地動ヲ増大ナラシメテ「ロ」ナル水
銀ノ凹面ト接觸シテ「ハ」ナル電池及ビ「ニ」ナル電流計ノ「コ
イル」并ニ小松川、天文臺、一ツ橋外ノ電流計「ユイル」ヲ通
シテ電氣ヲ流動セシメテ「ホ」ナル電流計ノ極輕微ナル磁針ハ
各觀測地トモ同時ニ急速ナル横振ヲナス又此磁針ニ細キ金線
「ヘ、ト」ヲ直角ニ固着シアリテ「ヘ、ト」ハ磁針「ニ」ノ廻轉ニ
依リテ「チ」及ビ「リ」ナル水銀滴ニ接觸シテ「ヌ」ナル電池及ビ

「ル」ナル「コイル」ヲ通シテ電氣ヲ流動セシメテ「テ」ナル鐵片ヲ引キ付ク此作用ニ依リテ「ワ」ナル曲リニテ止メアリタル「カヨ」ナル畫時用振子ヲ自由ニナシテ振動セシムルト同時ニ地震計ノ硝子圓板「ナ」ハ廻轉ヲ始ム又「カヨ」ナル振子ノ振動シテ「ヨ」ナル水銀ヲ通過スル時ニハ「タ」ナル電池及ビ畫時器ノ「タ」ナル「コイル」ヲ通シテ電氣ヲ流動セシメテ「レ」ナル鐵片ヲ引キ付クテ茲ニ「ソ」ナル畫時器ノ指針ヲシテ硝子圓板「ナ」ノ上ニ振子「カヨ」ガ水銀「ヨ」ヲ通過スル時點ヲ記サシム、「テ」及ビ「ツ」ハ地震計用水平振子ニシテ各地トモ東西及ビ南北ノ二直角方向ニ据置ケリ、

明治廿七年十一月三十日午後八時半ノ地震

此ノ地震ニ際シ大學及ビ小松川据付クノ地震計ハ充分ナル地震記録ヲ與ヘシガ天文臺据付クノ地震計ノ煤烟硝子ハ初發ヨリ數秒ニシテ廻轉ヲ止メタレバ記録ハ不完全ナレドモ計算ノ材料ヲ與ヘタレバ此ノ地震ノ地表面ニ於ケル震波傳達速度并ニ震原ノ深サニ關スル調査ヲ爲セリ

大學、小松川及ビ天文臺ニテ得タル地震計記象ハ第一第二及ビ第三圖版ニ示ス縮少或ハ増大セズ原物ノ儘ニテ寫セリ

(畫時機振子ノ振動時間)十一月卅日地震後直チニ大學、小松川及ビ天文臺三ヶ所ニテ畫時機タイムツカ附屬振子ノ振動期ヲ測定シテ

左ノ結果ヲ得タリ

畫時機振子ノ振動期

秒

大學ニテ

〇、七四四

小松川

〇、七七一

天文臺

〇、七四三

(同一波動ノ比較)、大學、小松川、天文臺三ヶ所ノ地震記象ニ就キテ同一ノ波動A、B(以上東西動)、a、b、c、d(以上南北動)ヲ見定メ各々煤烟硝子板廻轉ノ初メヨリ時間ヲ計リテ次ノ結果ヲ得タリ

(第一、第二、第三地震記象圖參照)

東西動	南北動			
	A	B	a	b
大學	四、四二 <small>秒</small>	四、八三	四、四九 <small>秒</small>	四、五八
小松川	四、六一 <small>秒</small>	五、一一	四、七六 <small>秒</small>	四、八四
天文臺	三、四一 <small>秒</small>	三、五二	三、五四 <small>秒</small>	三、六九
				四、七八
				四、六六
				四、七三
				五、〇三

大學及ビ小松川ニ於ケル時間ノ計算ハ正確ナル畫時機ノ記録ニ依ルモノナレドモ天文臺ノ地震記象ニ於テハA及ビa波ノ現ハル、少シ前迄ニテ畫時機ノ記録ハ止ミタレバ其レ迄ノ畫時機記録ヨリ時間ヲ推算セルモノナリ尤著シキ誤ハ無カルベシト信ズ

前表ヨリ次ノ如キ小松川、大學間ノ時差ヲ得

(一)東西動 時差(小松川ノ時ヨリ大學ノ時ヲ減ズ)

A 〇、二〇^秒

B 〇、二九

但A波ハ平タクシテ充分精密ニ見定メ難キ故A及ビBヨリ計算セル結果ノ價值ハ一ト二ノ如クニ定メ即平均時差〇、二六秒トナル

(二)南北動 時差(小松川ノ時ヨリ大學ノ時ヲ減ズ)

a 〇、二八^秒

b 〇、二七

c 〇、二七

d 〇、二六

平均時差〇、二七秒 (甲)

(一)ト(二)ノ平均數ヲ取り其價值ヲ三ト八ト定メテ計算スルニ總平均時差〇、二七秒トナル

更ニ小松川及ビ大學ノ時間ヲ平均シタルモノヨリ天文臺ノ時間ヲ減ズレバ左ノ如キ時差ヲ得

東西動 時差(小松川及ビ大學ノ時間ヲ平均シ其レヨリ天文臺ノ時ヲ減ズ)

A 一、二一^秒

B 一、四六

南北動 全上

a 一、〇九^秒

b 一、二一

平均時差一、二二秒トナル (乙)

(震波速度ノ計算) 此ノ地震ノ震動區域ハ第四版ニ示スガ如シ、震動區域圖ヨリ震央ノ位置ヲ

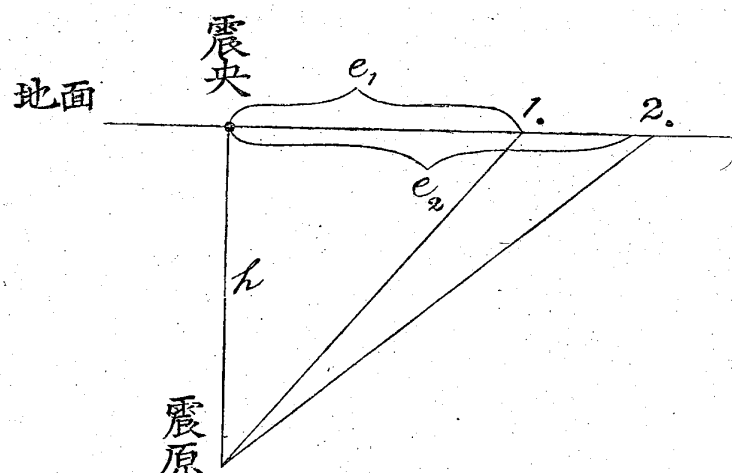
北緯三十五度二十分 東京百三十九度卅七分

ト假定シ前記(甲)即小松川、大學間ノ時差ヲ取りテ計算スルニ震波速度ハ一秒ニ付キ四、九「キロメートル」トナリ又前記(乙)即小松川、大學ノ平均ト天文臺間ノ時差ヲ取りテ計算スレバ震波速度ハ一秒ニ付キ五、六「キロメートル」トナル更ニ兩者ヲ平均シテ五、三「キロメートル」ナル數ヲ得

震動區域圖ヨリ震央ノ位置ヲ充分確實ニ定ムルハ困難ナレバ此ノ場合ニハ今村理學士ノ方法ノ如ク大學、小松川、天文臺三ヶ所間ノ震波到着ノ時差即前記(甲)及ビ(乙)ヲ取りテ震波

到達ノ方向ト其速度トヲ定ムル方可ナルベシ計算ノ結果ニ依ルニ震波ハ南二十三度二十分西ナル方向ヨリ來リ其傳達速度ハ一秒ニ付キ五、八「キロメートル」トナル」第四版ニ示ス如ク前ニ假定セル震央ノ位置ハ南二十三度二十分西ナル方向ニ接近シアルヲ見ルベシ

第五圖



一秒ニ付キ五、三或ハ五、八「キロメートル」ナル震波速度ハ頗大ニシテ今村理學士ノ得タル一秒ニ付キ約三、二「キロメートル」ナル數

ヲ遙ニ超越ス蓋シ茲ニ計算シタルハ震波ノ地面上ニ傳播スル速度ニシテ之ヲ地震波ノ地表

面速度ト稱スベク其ノ震波ノ地殻中ヲ直進スル眞速度ニ對スル關係ハ左ノ式ニ示スガ如シ

$$4h^2 = \frac{(e_1^2 - e_2^2)^2}{V^2} - 2(e_1^2 + e_2^2) + v^2 \quad (1)$$

上式中(第五圖)hハ震原ノ深サ、 e_1 及 e_2 ハ二個ノ觀測地ノ震央ヨリノ距離、又vハ

$$v = \frac{V}{\sqrt{2}} (e_2 - e_1)$$

ナル關係ヲ有ス、但 V_0 ハ地震波ノ地表速度ニシテ此ノ場合ニハ五、八「キロメートル」ト定ム、Vハ地震波ノ地殻中ヲ直進スル速度ニシテ今村理學士ノ結果ヲ用井テ三、二「キロメートル」トス

震央ノ位置ハ震動波及ノ方向中ニアリテ前ニ假定シタル北緯三十五度二十分東徑百三十九度三十七分ニ近キ場所トシ第一觀測地ヲ天文臺トシ第二觀測地ヲ大學及ビ小松川ノ中間トス

$$e_1 = 37.4 \quad \text{「キロメートル」}$$

$$e_2 = 44.5$$

トナリ即(1)式ヲ用テ計算スルニ震原ノ深サ(h)ハ約六十一「キロメートル」トナル、此ノ結果ハ粗大ノ近算ニ基キタルモノナレバ勿論單ニ震原ノ深サハ幾何ノ程度ノ者ナルヤヲ示スニ過キズト雖東京附近ノ地震ニ就キ震原ノ深サヲ調査シタルノ一例トシテ見ルベシ、一般ニ震原ノ深サニ關スル調査ハ地殼物理學上要用ナルハ言ヲ俟タズ地震ト地磁力變動ノ關係ヲ論ズル場合ニ其地表面ニ於クル變動ノ大小ヲ推算スルニ參考

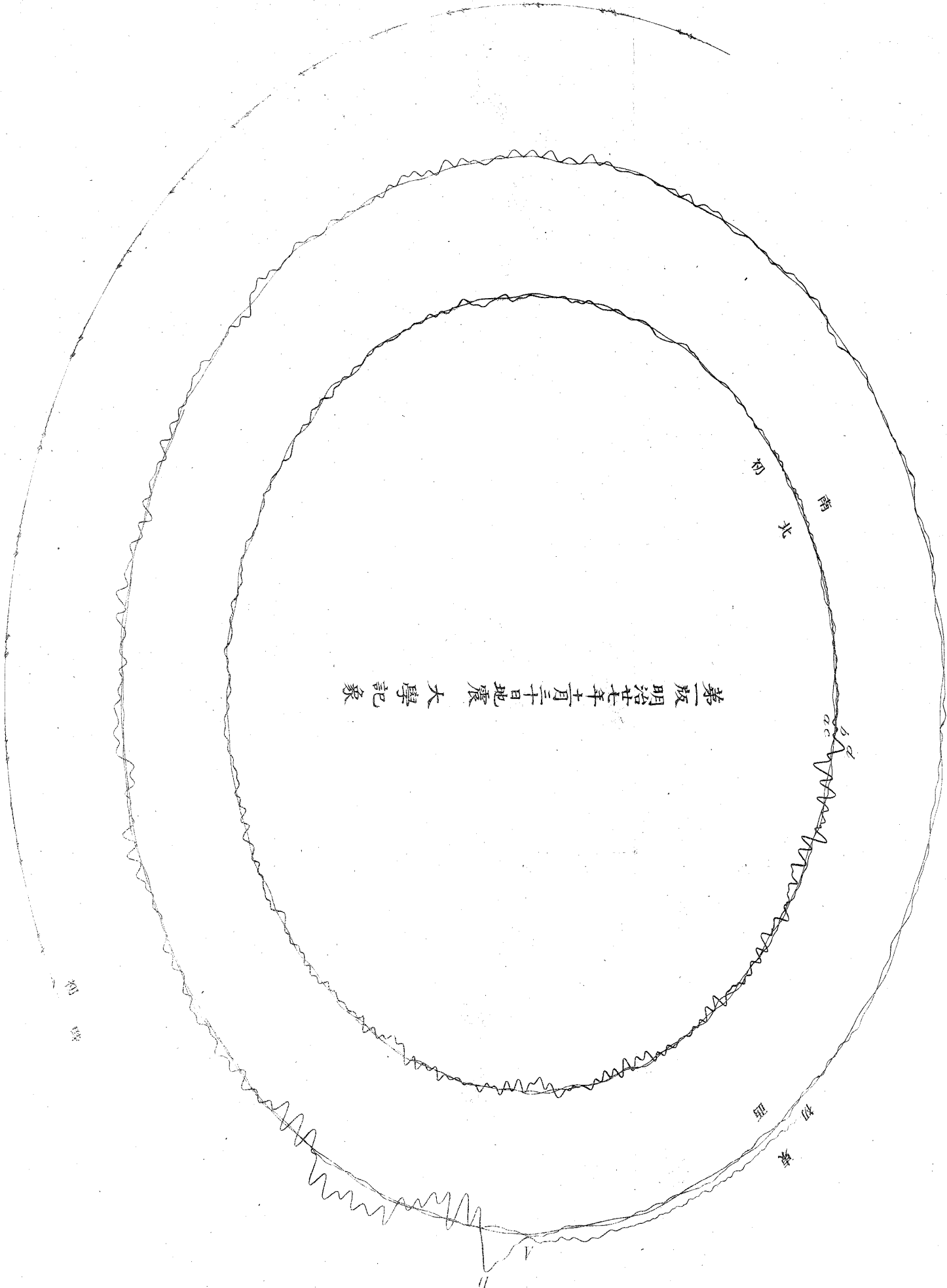
トナルベキが如キコトモアルベキナリ

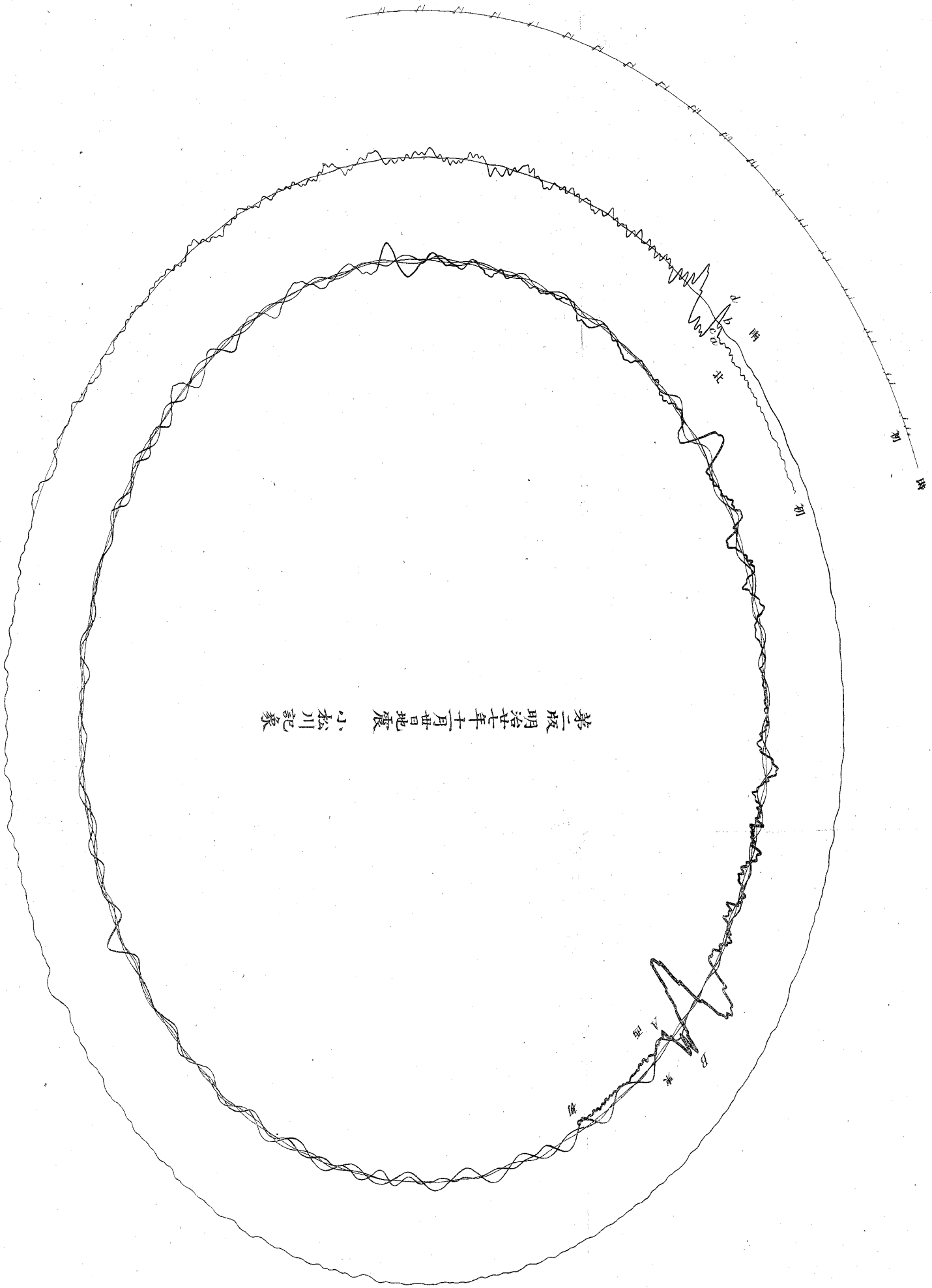
第一版明治廿七年十月三日地震 大學記象

南
北
初

初
南
北

初
南





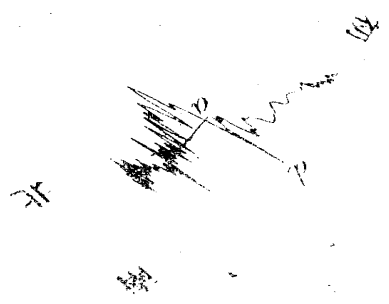
第二版 明治廿七年十月廿日地震 小松川記象

南
北

南

北

南

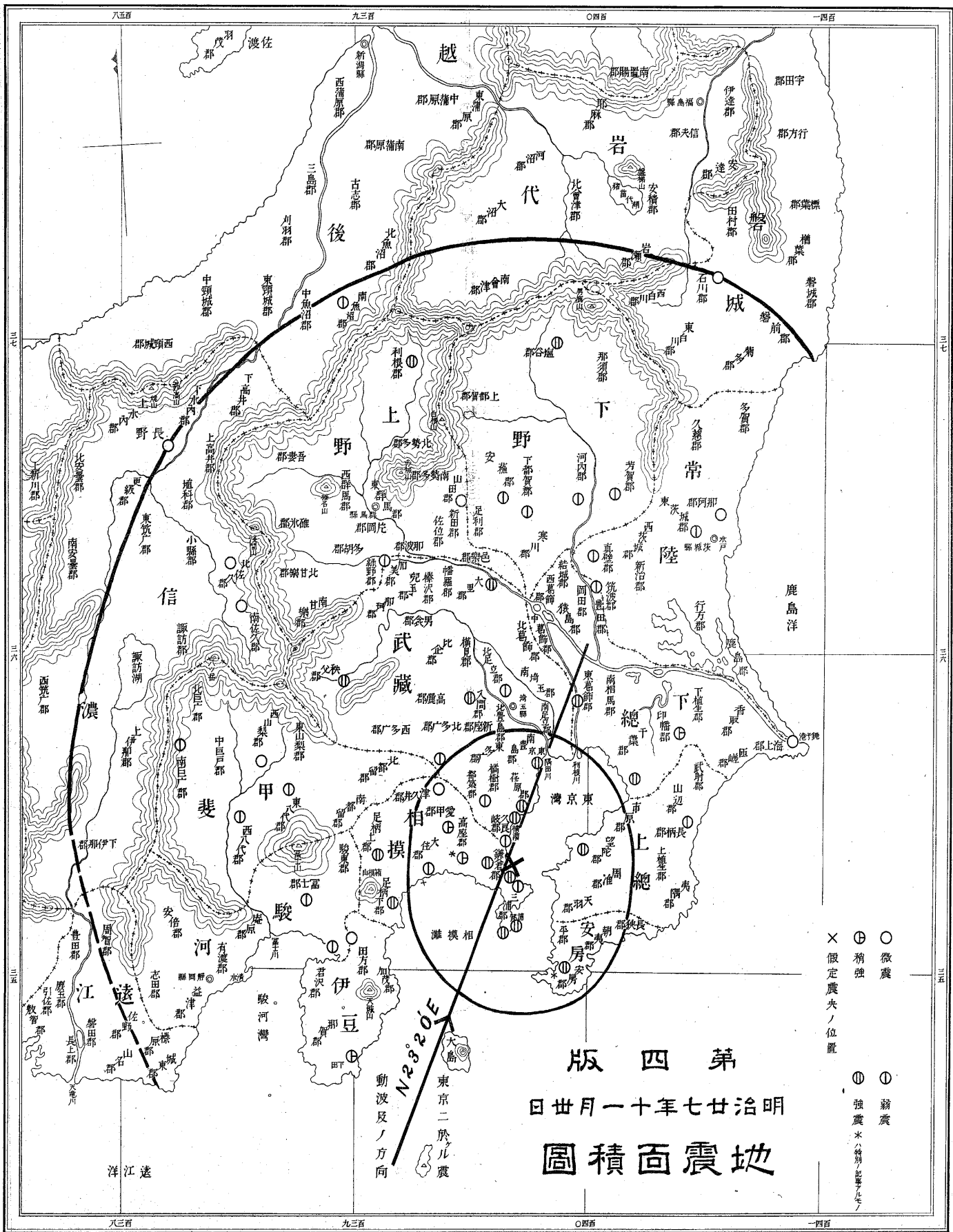


北
南

第三版

天文臺記象

明治二十一年七月廿日地震



版四第
 日廿月一十年七廿治明
 圖積面震地

- 微震
 - ⊗ 稍強
 - ⊖ 強震
 - ⊕ 強震
- × 假定震央ノ位置

八五五 九三三 〇四四 一四四

八三三 九三三 〇四四 一四四

三七
 三六
 三五

三七
 三六
 三五