

○參照第一

帝國大學教師館燒跡煙突振動實驗ノ結果調査致候ニ付別紙
之通報仕候也

明治三十一年三月

震災豫防調査會委員

理學博士 田中館愛橘

震災豫防調査會委員

工學博士 眞野文二

震災豫防調査會長理學博士菊池大麓殿

(別紙)

家屋橋梁其他構造物ニ人爲的ニ傾斜、彎曲、振扭等ノ變形ヲ與ヘテ放縱シ之ニ由リテ起ル自己震動期及ヒ其消滅率ヲ研究シ又任意ノ強迫震動ヲ與ヘテ之ニ應スル震動ノ情况ヲ講スルハ耐震構造物設計上頗ル重要ノ事項ナリト信ス因テ本員等ハ明治廿八年三月八日及ヒ同年五月一日ニ於テ帝國大學教師館舊天象臺燒跡ノ煙突ニ就キ實驗ヲ施セリ當日委員數名來觀シタリ今之ヲ應用スルニハ大ニ理論上ノ考究ヲ要スル所ナルモ姑ク其結果ヲ報告シテ他日更ニ論スル所アラントス

煙突ハ煉瓦造ニシテ「セメント」ヲ以テ積ミ上ケ(第一圖參看)高サ五、九米突トス明治廿三年頃ノ建築ニシテ年月ヲ經過シ且ツ火災ニ罹リタルモノナルニ由リ多少毀損ノ箇所アリタルモノ、如シ地盤ハ赤土性ニシテ通常ノ堅サナリ

實驗法

實驗法ハ綱ヲ以テ煙突ノ上部ヲ一方ニ緊張シテ之ヲ彎曲セシメ而ル後放縱器ヲ以テ一時ニ之ヲ放チ以テ自己震動ヲ起サシメ上部ニ備ヘタル記震器ヲシテ之ヲ記録セシムルニアリ(記震器ノ構造ハ別ニ報告ス)

三月八日ノ實驗ニ於テハ單ニ煙突上部ノ震動如何ヲ試シシモ五月一日ニ於テハ更ニ一個ノ記震器ヲ用井テ地上、丁二米

突ノ一點ノ震動ヲ記セシメ以テ上部ノ震動ト對照研究セリ又強迫震動ノ情況ヲ見シ爲メ烟突ノ北方ニ鐘撞棒ノ如ク木材ヲ垂下シ之ヲ以テ地上一、六米突ノ一點ヲ打擊スルコト一分間五十六回ノ割合ヲ以テシ之ニ由リテ生スル烟突上下部ノ震動如何ヲ研究セリ(第 圖參看)

震期及消滅率計算法

第三圖已下ハ驗震器ノ記錄トス而シテ波狀線ハ烟突ノ震動ニシテ其下部ニ記セル間斷線ハ電氣作用ヲ以テ記錄セル時刻ナリ但該線ノ一斷絶間ハ〇、三五七秒トス左表ハ即チ右ノ記錄ヲ標準トシ各震動最高點ノ時刻ヲ測リテ其震期ヲ算シ又波狀線ノ震幅ヲ測リ其對數ノ差ヲ震期ニテ除シ以テ消滅率ヲ算セリ

震期	消滅率
第一回 南北動 〇、三三三秒	〇、七六
第二回 同 〇、三四五秒	〇、七〇
第三回 同 〇、三四五秒	〇、七四
第四回 同 故障アリ	
第五回 南北動 〇、三八二秒	〇、七四
第六回 東西動 〇、四八四秒	〇、四七
第七回 同 〇、四五秒	〇、四六五
第八回 同 〇、四九五秒	〇、四八

第九回ヨリ第十二回迄強迫震動ニシテ南北震動期平均

〇、三三三秒

第十三回 東西動 上部 〇、五〇五 〇、四二

下部 〇、五二三 〇、三八

第十四回 同 上部 〇、五五一 〇、四四

下部 〇、五七五 〇、三六

第十五回 上部 〇、六一五 〇、四〇五

之ヲ要スルニ撓曲ノ少キトキハ消滅的單純震動ヲナスモ其大ナルニ於テハ龜裂ノ爲メ「ロッキング」ヲ起スモノニ似タリ、是レ第十三回已下ノ震動ニ於テ撓曲ノ大ナルトキハ震動期ハ之ニ從テ増加セルヲ見テ明ナリ第八圖ニ於テ震幅ト震期ノ關係ヲ示セリ之ヲ閱スルニ震幅ノ十四ミリメートル許ノ點ニ於テ曲線ニ一種ノ特徴ヲ表セルハ蓋シ「ロッキング」ヨリ彈性的震動ニ變移スルモノナリ

又東西動ト南北動トヲ比較セハ南北動ヨリハ震期ノ長キニアリ是煙突下部ノ形ニ因スル彈性的震率ニシテ第六回實驗ノ震幅ニ徴スルモ亦明ナリ

試ニ南北ト東西ノ震期ノ比 $\frac{351}{476}$ ノ自乘ヲ見レバ $\frac{1}{4}$ 、五五トナリ又東北ニ引キタルトキハ震幅ノ比ヲ見レバ $\frac{51}{37}$ 即チ $\frac{1}{4}$ ナル大略西東ノ強サハ南北ノ強ノ二分ノ一ナルガ如シ

第一回 實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ北方ニ引キテ放ツ

エロンゲーシヨ ンノ時刻 $\frac{30}{84}S$ ヲ 單位トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振 幅 $2a$ 耗	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
		m/m		
0.4		8.0	0.90	
1.3		7.0	0.85	
2.1		6.0	0.78	
3.2	2.8	4.5	0.65	.25
4.1	2.8	3.0	0.48	.37
4.9	2.8	2.5	0.40	.38
	2.8			.33
全振期 $T = 0.333$			消滅率 $K = .76 \text{ sec}^{-1}$	
$T_0 = 0.33273 = 2\pi / \sqrt{(2\pi/T)^2 + K^2} \doteq T - K^2 T^3 / 4\pi^2$				

$$u = ae^{-kt} \text{Cos} \left(\frac{2\pi}{T}t + a \right) \quad \text{ト 假定ス}$$

第二回 實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ北方ニ引キテ放ツ

エロンゲーシヨ ンノ時刻 $\frac{30}{84}S$ ヲ 單位トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振 幅 $2a$ 耗	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
		m/m		
0.8		20.0	1.30	
1.7		16.0	1.20	
2.9		13.5	1.13	
3.8	3.0	10.0	1.00	.30
4.7	3.0	8.0	0.90	.30
5.6	2.7	6.5	0.81	.32
6.7	2.9	5.0	0.70	.30
7.7	3.0	4.0	0.60	.30
8.4	2.8	3.0	0.48	.33
	2.9			.31
全振期 $T = 0.345$			消滅率 $K = .70 \text{ s}^{-1}$	
$T_0 = 0.34475 = 2\pi / \sqrt{(2\pi/T)^2 + K^2} \doteq T - K^2 T^3 / 4\pi^2$				

$$u = ae^{-kt} \text{Cos} \left(\frac{2\pi}{T}t + a \right) \quad \text{ト 假定ス}$$

第三回實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ北方ニ引キテ放ツ

エロンゲーシヨ ンノ時刻 $\frac{30}{80}$ s ヲ 單位トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3} - t_n$	振幅 $2a$ 耗 m/m	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
0.6		16.5	1.22	
1.5		13.5	1.13	
2.4		9.5	0.98	
3.3	2.7	7.5	0.88	.34
4.4	2.9	6.3	0.80	.33
5.3	2.9	4.5	0.65	.33
6.3	3.0	3.0	0.48	.40
2.9				.333
全振期 $T = 0.345$		消滅率 $K = .74s^{-1}$		
$T_0 = 0.34472 = 2\pi / \sqrt{(2\pi/T)^2 + K^2} = T - K^2 T^3 / 4\pi^2$				

$$u = ae^{-kt} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - a\right) \quad \text{ト假定ス}$$

第四回實驗及 第五回實驗ハ

記震器ニ故障起リ確實ナラス

第六回實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ東北ニ引キテ放ツ

南北ノ振動

東西ノ振動

エロンゲー ションノ時 刻 $\frac{30}{84}$ Sヲ單位 トシテ示ス	三全振 ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振幅 $2a$ 耗 m/m	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
1.8		15.0	1.18	
2.6		11.5	1.06	
3.7		10.5	1.02	
4.6	2.8	7.5	0.88	.30
5.9	3.3	4.5	0.65	.41
7.1	3.4	4.0	0.60	.42
7.9	3.3	3.5	0.54	.34
3.2				.37
全振期 $T=0.382$				
消滅率 $K=.74s^{-1}$				
$T_0=0.38162=2\pi/\sqrt{(2\pi/T)^2+K^2}$				

エロンゲー ションノ時 刻 $\frac{30}{84}$ Sヲ單位 トシテ示ス	三全振 ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振幅 $2a$ 耗 m/m	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
		37.0	1.57	
3.1		28.5	1.45	
4.5		24.0	1.38	
5.9		18.5	1.27	.30
7.1	4.0	15.0	1.18	.27
8.6	4.1	12.2	1.09	.29
10.0	4.1	8.7	.94	.33
4.07				.29 $\frac{3}{4}$
全振期 $T_0=0.484$				
消滅率 $K=0.47s^{-1}$				
$T_0=0.48380=2\pi/\sqrt{(2\pi/T)^2+K^2}$				
$\doteq T-K^2T^3/4\pi^2$				

$u=ae^{-kt} \text{Cos} \left(\frac{2\pi}{T}t - a \right)$ ト假定ス

第七回實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ

エロンゲー ションノ時 刻 $\frac{30}{84}$ Sヲ單位 トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振幅 $2a$ 耗 m/m	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
0.7		16.0	1.20	
2.1		12.5	1.10	
3.2		10.3	1.01	
4.4	3.7	8.8	.94	.26
5.8	3.7	6.6	.82	.28
7.0	3.8	5.8	.76	.25
8.3	3.9	4.5	.65	.29
9.6	3.8	3.5	.54	.28
3.78				.272
全振期 $T=0.45$				
消滅率 $K=0.465s^{-1}$				
$T_0=0.44975=2\pi/\sqrt{(2\pi/T)^2+K^2}$				
$\doteq T-K^2T^3/4\pi^2$				

$u=ae^{-kt} \text{Cos} \left(\frac{2\pi}{T}t - a \right)$ ト假定ス

第八回實驗

(明治廿八年三月八日)

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ但シ中央ニ裂罅ヲ生ス

エロンゲーションノ時刻 $\frac{30}{84}$ ヲ單位トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3} - t_n$	振 幅 $2a_n$	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
第一周振ヨリ第六周振迄ハ煙突ノ上部樁子ニ突キ當リテ波狀慥ナラス				
6.8		32.0	1.51	
8.4		25.0	1.40	
9.4		20.1	1.30	
11.2	4.4	16.0	1.20	.31
12.6	4.2	13.8	1.14	.26
14.0	4.1	11.0	1.04	.26
15.3	4.1	7.0	.85	.35
16.6	4.0	6.0	.78	.36
4.16				
全振期 $T = 0.495$		消滅率 $K = 0.48s^{-1}$		
$T_0 = 0.49465 = 2\pi / \sqrt{(2\pi/T)^2 + K^2} = T - K^2 T^3 / 4\pi^2$				

$$u = ae^{-kt} \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - \alpha \right) \quad \text{ト假定ス}$$

第九回實驗

(明治廿八年五月一日)

煙突ノ下部地平ヨリ 1.6 米突ノ處ニ北方ヨリ木材ヲ以テ打撃ス

打撃ノ振動期 1.07

上部振動週期 0.331

上部振動振幅 $\frac{m}{m}$ 4.5

下部振動期略上部ニ同シ但シ記振器ノ彈性的振動ノ爲メ確定シ難シ
振幅極テ細微ナリ

第十回及第十一回實驗

記振器ニ故障ヲ生ス正確ノ結果ヲ得ス概ネ第九回實驗ニ同シ

第十二回實驗

(明治廿八年五月一日)

打撃法第九回ニ同シ

上部振動週期 0.334

上部振動振幅 $\frac{m}{m}$ 4.5

第十三回實驗

(明治廿八年五月一日)

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ

上部ノ振動

下部ノ振動

エロシヨク ノ時刻 30分 位 テ	三全振 ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振幅 $2a$ 耗	俗用 對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ 差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
0.0		45.0	1.65	
1.6		34.0	1.53	
3.3		25.5	1.41	
4.7	4.7	21.7	1.34	.31
6.2	4.6	17.5	1.24	.29
7.6	4.3	14.5	1.16	.25
9.0	4.3	11.5	1.06	.28
10.4	4.2	9.4	.97	.27
11.8	4.2	8.0	.90	.26
13.1	4.1	6.5	.81	.25
14.5	4.1	5.0	.70	.27
15.8	4.0	4.1	.61	.29
17.2	4.1	3.2	.51	.30
18.5	4.0	2.9	.46	.25
4.236		.2745		
全振期 $T=0.505$				
消滅率 $K=0.42s^{-1}$				
$T_0=0.50471 \div T - K^2 T^3 / 4\pi^2$				
最 大 $T=0.571$				
最 小 $T=0.464$				

エロシヨク ノ時刻 30分 位 テ	三全振 ノ時間 $t_{n+3}-t_n$	振幅 $2a$ 耗	俗用 對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ 差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$	上部 下部 ノ振動 ノ比例
0.0		8.5	0.93		.189
1.8		7.0	.85		.206
3.5		6.0	.78		.235
5.1	5.1	4.8	.68	.25	.221
6.6	4.8	4.0	.60	.25	.229
8.2	4.7	3.2	.51	.27	.221
9.5	4.4				
11.0	4.4				
12.3	4.1				
13.6	4.1				
14.9	3.9				
16.3	4.0				
4.39		.257			.217
全振期 $T=0.523$					
消滅率 $K=0.38s^{-1}$					
$T_0=0.52274 \div T - K^2 T^3 / 4\pi^2$					
最 大 $T=0.632$					
最 小 $T=0.464$					

$$u = ae^{-kt} \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - a \right) \quad \text{ト假定ス}$$

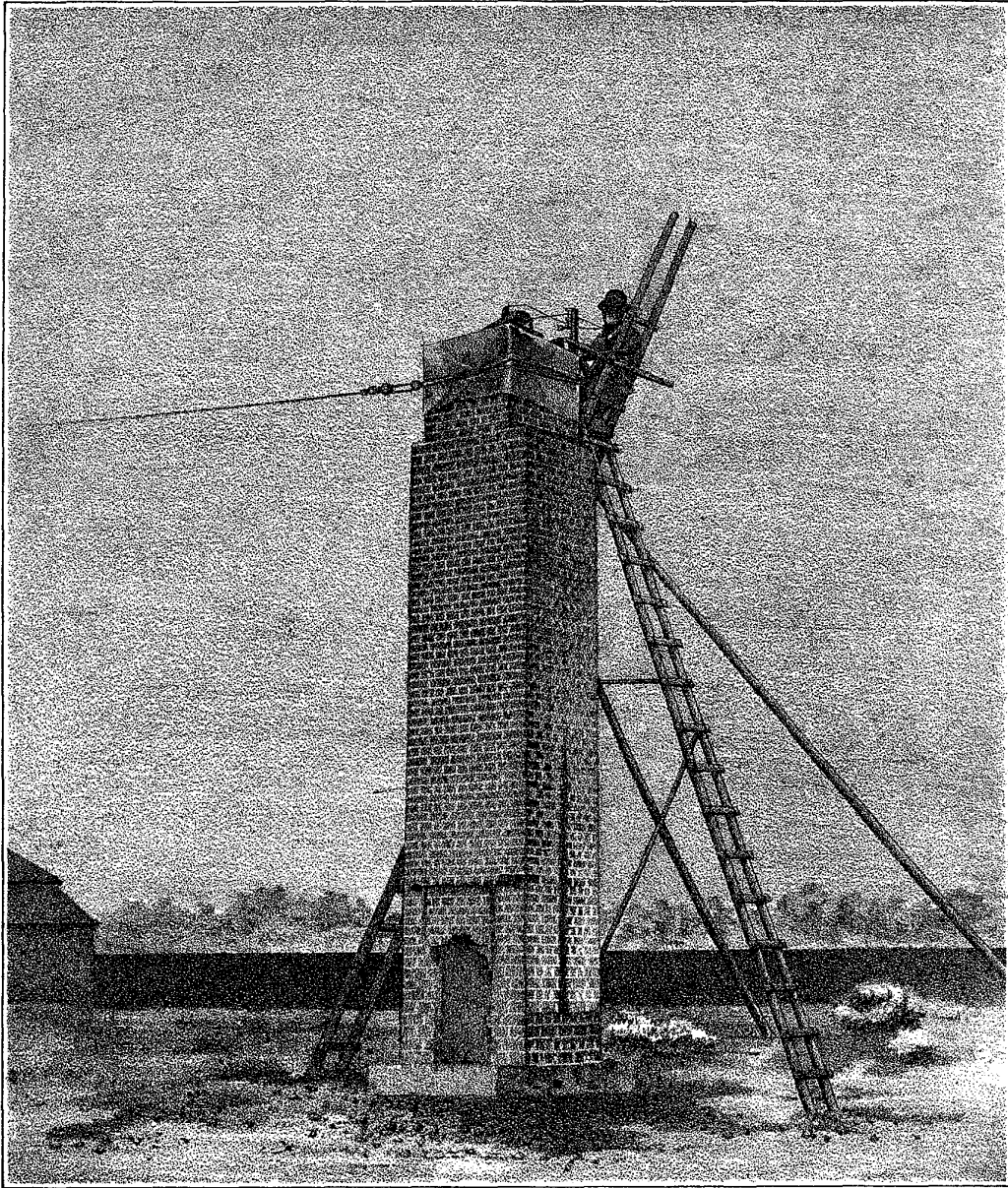
第十五回實驗

(明治廿八年五月一日)

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ

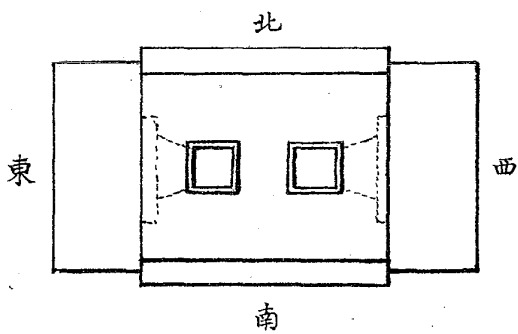
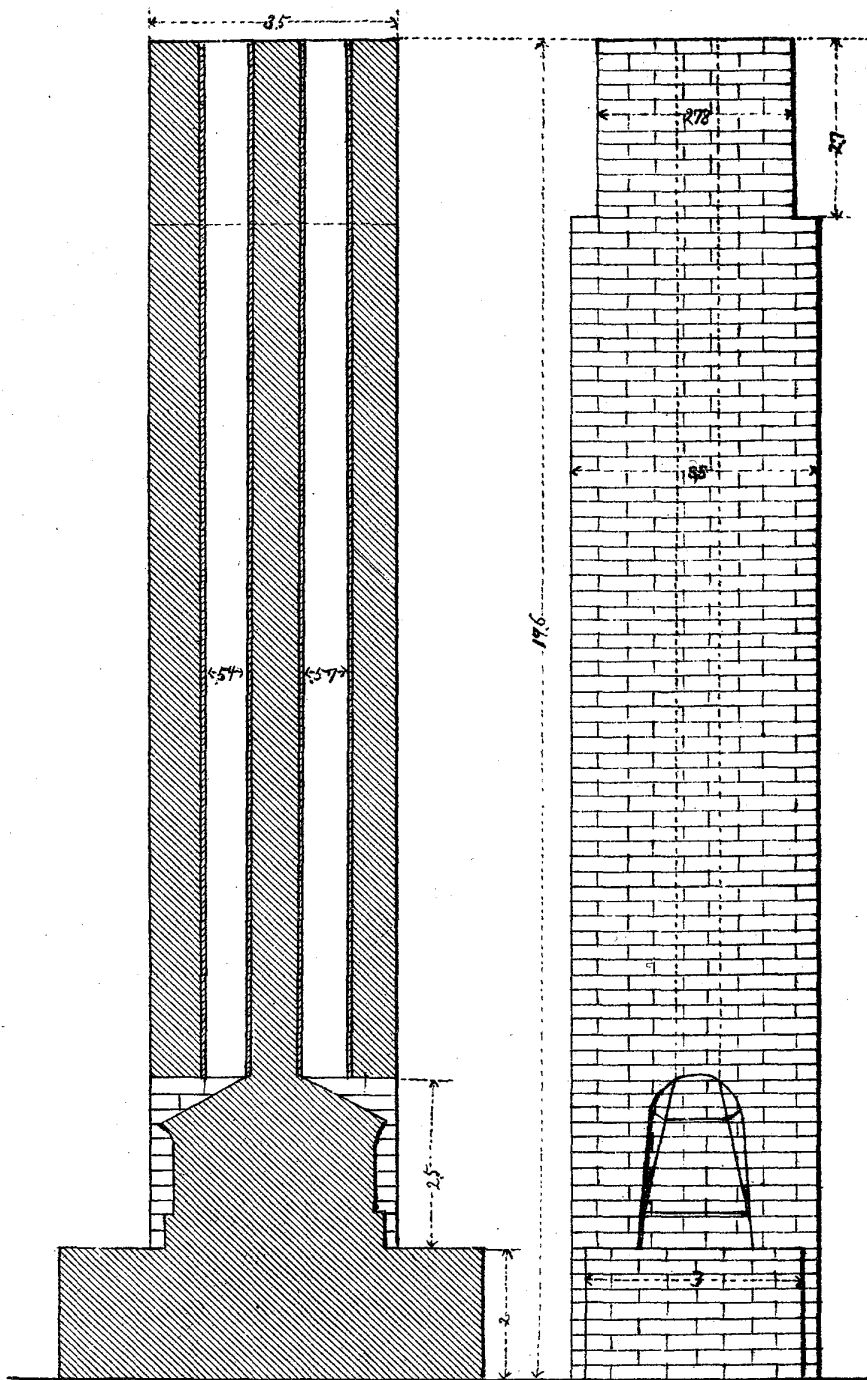
エロンゲーシヨ ンノ時刻 $\frac{30}{84}^s$ ヲ 單位トシテ示ス	三全振ノ時間 $t_{n+3} - t_n$	振 幅 $2a$ 耗	俗用對數 $\log_{10} 2a$	對數ノ差 $\log_{10} \frac{a_{n+3}}{a_n}$
0.0		162.0	2.21	
2.8 ²³		111.5	2.05	
5.2 ²⁴		84.0	1.92	
7.5 ²³	7.5	65.5	1.82	.39
9.5 ²⁰	6.7	51.0	1.71	.34
11.4 ²¹	6.2	41.0	1.61	.31
13.2 ¹⁸	5.9	33.0	1.52	.30
14.8 ¹⁶	5.2	26.0	1.42	.29
16.5 ¹⁷	5.1	21.0	1.32	.29
18.0 ¹⁵	4.8	16.3	1.21	.31
19.6 ¹⁶	4.8	12.5	1.10	.32
21.1 ¹⁵	4.6	10.0	1.00	.32
22.6 ¹⁵	4.6	7.5	.88	.33
24.0 ¹⁴	4.4	6.0	.78	.32
25.4 ¹⁴	4.3	4.5	.65	.35
26.9 ¹⁵	4.3	3.5	.54	.34
28.1 ¹²	4.1			
29.6 ¹³	4.2			
30.9 ¹⁴	4.0			
	5.25			.324
全振期	$T = 0.615$	消滅率	$K = 0.405s^{-1}$	
	$T_0 = 0.61454 \doteq T - K^2 T^3 / 4\pi^2$			
最 大	$T = 0.985$			
最 大	$T = 0.423$			

$$u = ae^{-kt} \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - a \right) \quad \text{ト 假定 ス}$$

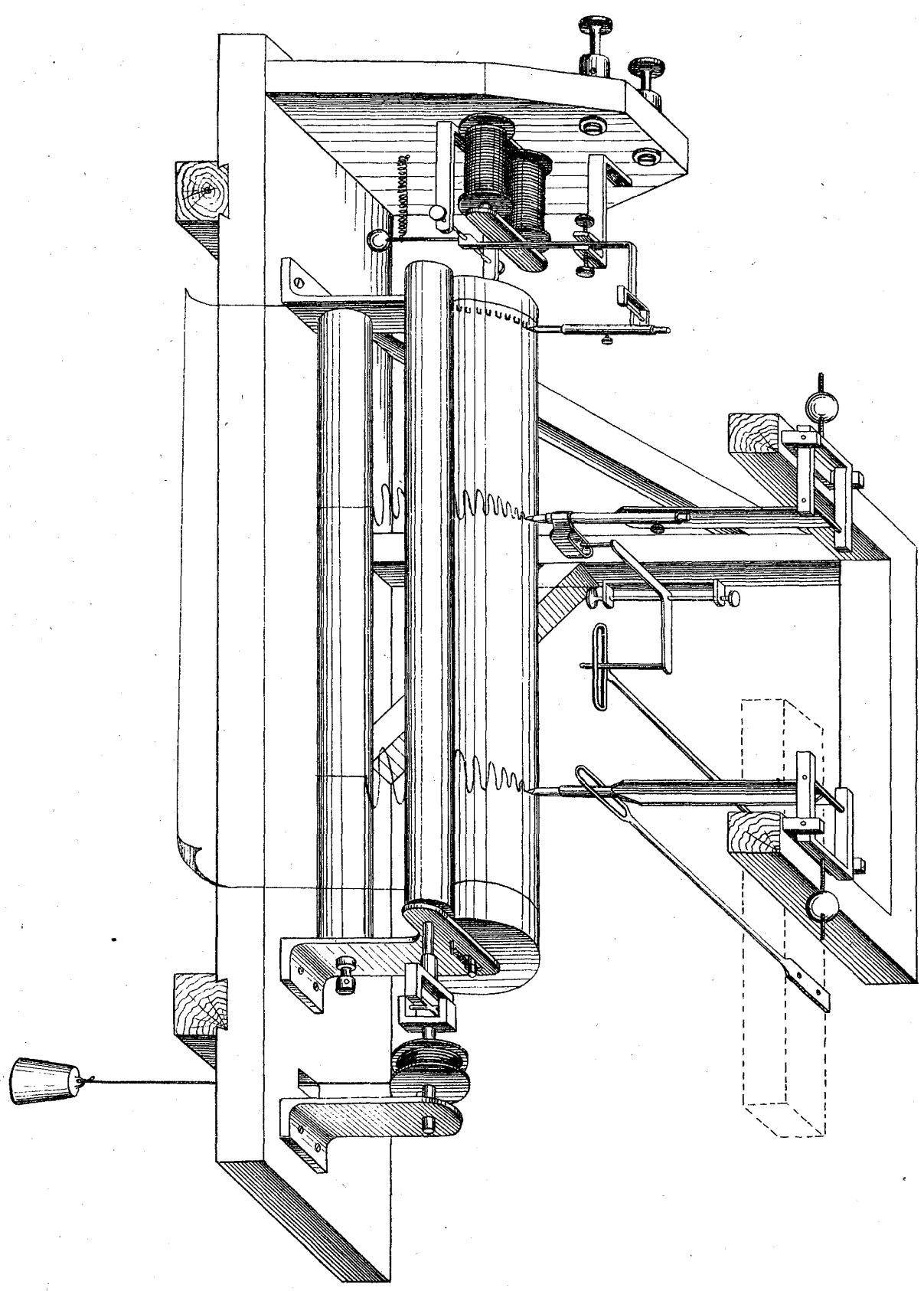


第一圖

帝國大學教師館燒失跡煖爐烟突 曲尺四十分一縮圖



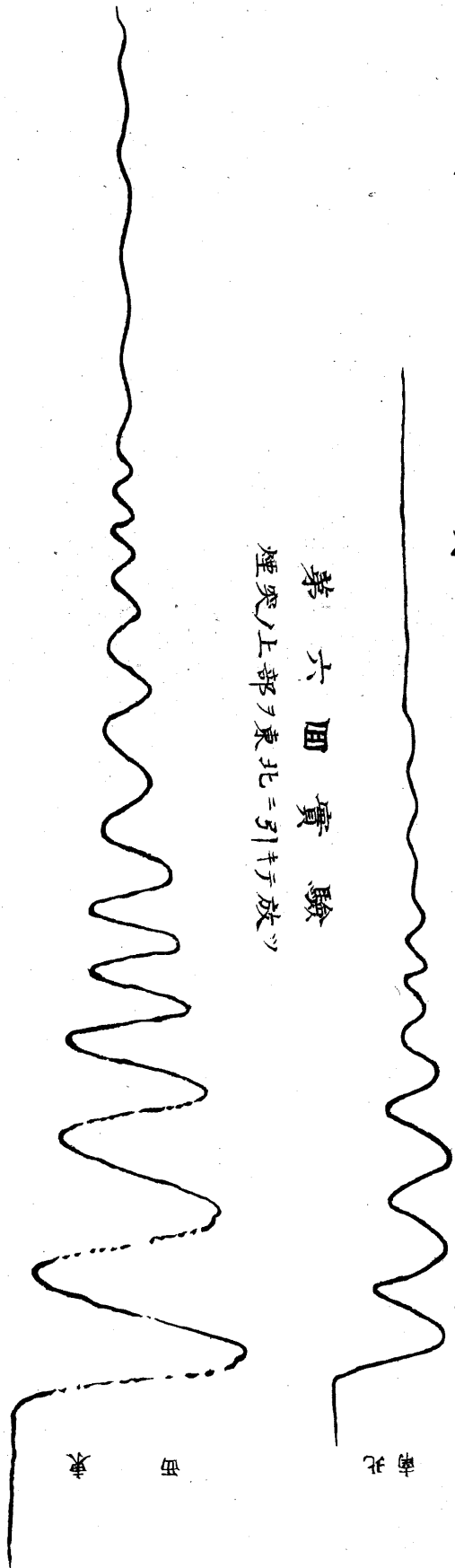
第二圖 記振器



第三圖

第六回實驗

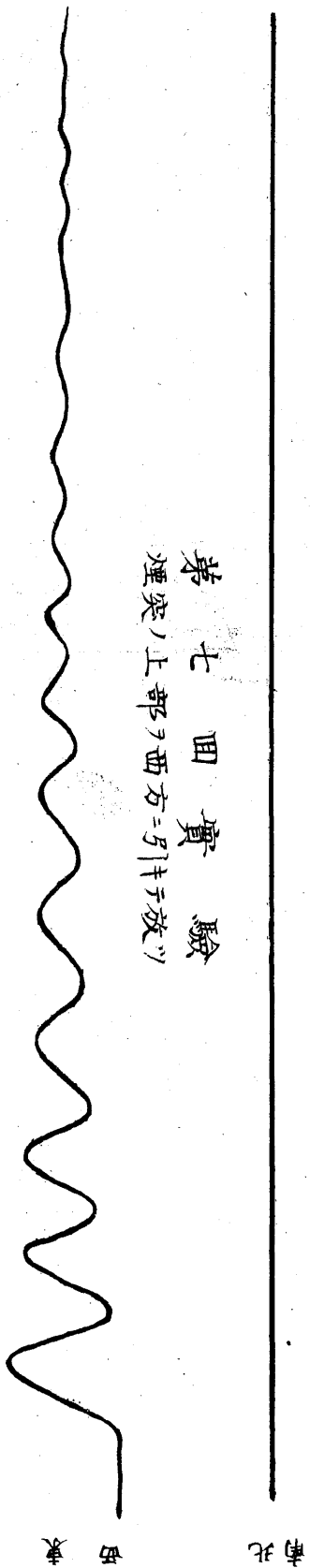
煙突ノ上部ヲ東北ニ引キテ放ツ



9 8 7 6 5 4 3
0.352

第七回實驗

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ

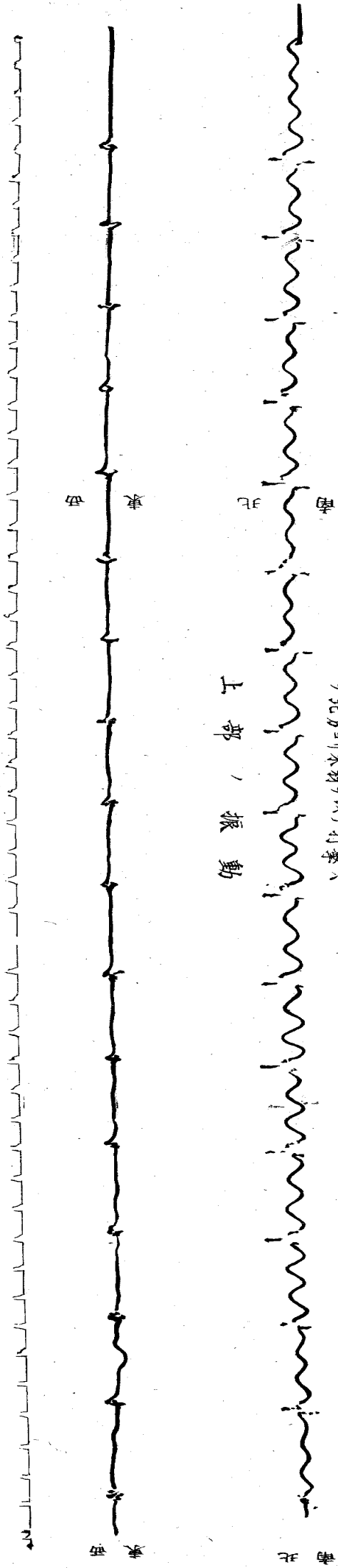


9 8 7 6 5 4 3 2
0.352

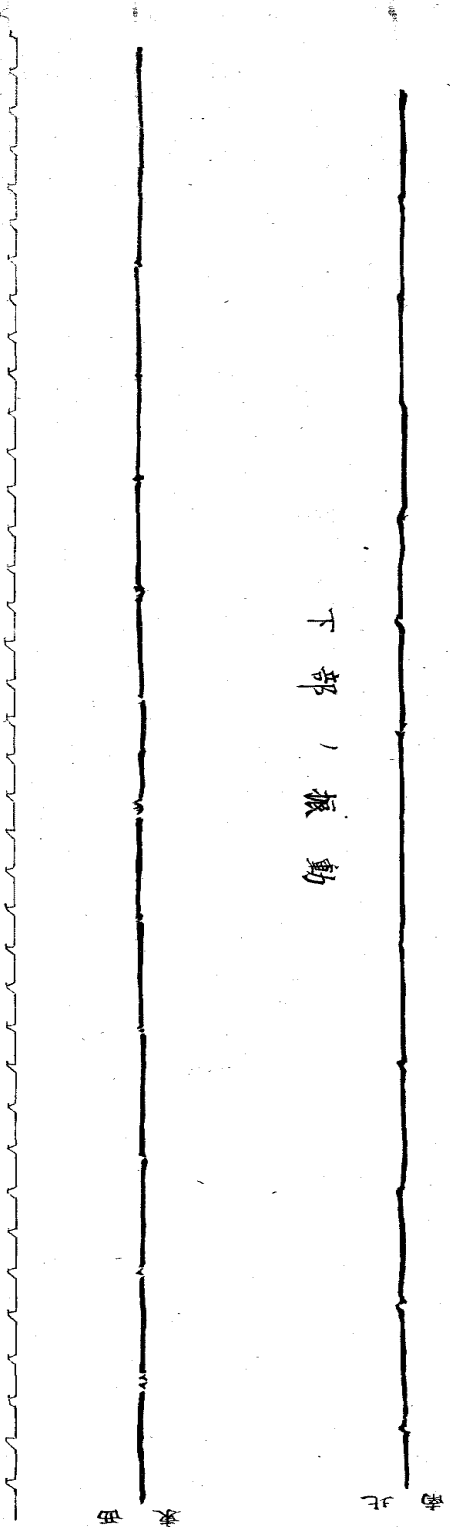
第九回圖

第九回實驗
 煙突ノ下部地平ヨリ1/6米突ノ所
 ヲ北方ヨリ木材ヲ以テ打撃ス

上部ノ振動

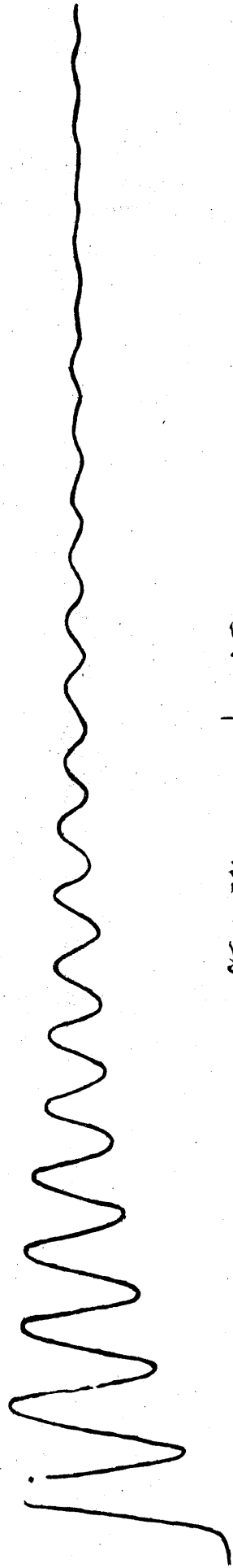


下部ノ振動



第五、田實 驗圖
 第十部ヲ上方ニ引キテ放ツ
 煙突ノ上部ノ振動

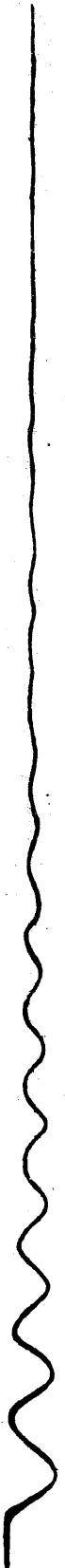
上部ノ振動



北
 西

21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

下部ノ振動



北
 西

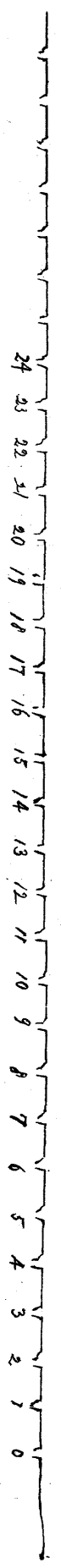
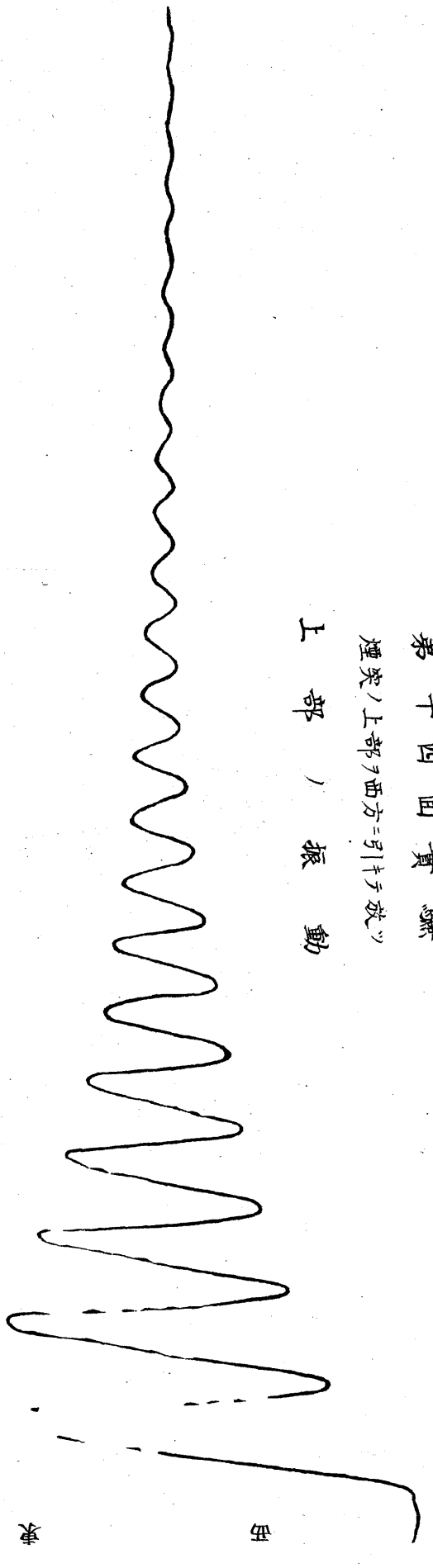
16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

第六圖

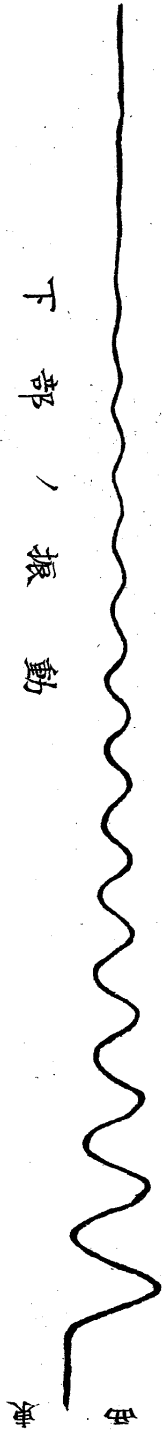
第十四回實驗

煙突ノ上部ヲ西方ニ引キテ放ツ

上部ノ振動



下部ノ振動

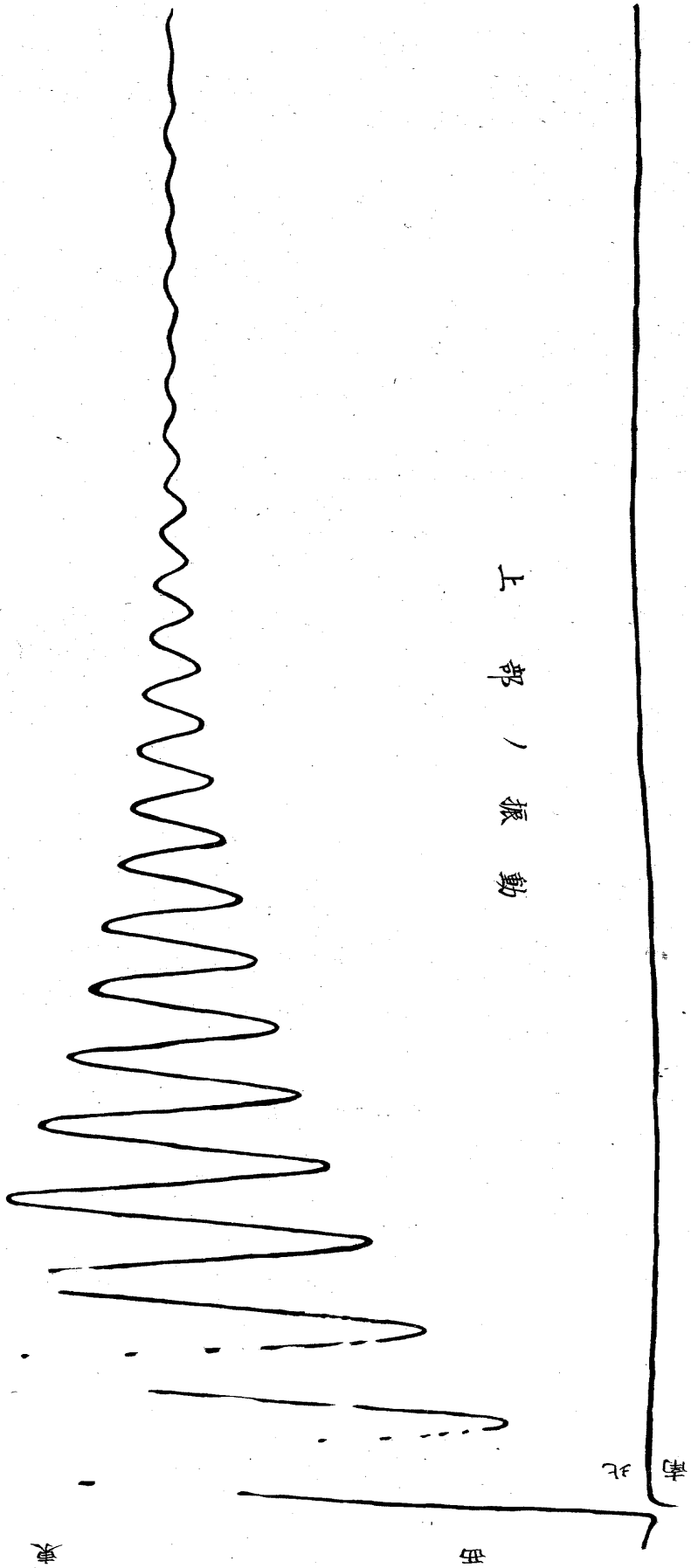


第七圖

第五拾號

ツ放キ方ニ上ノ突煙

上部ノ振動



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

第八圖

