

Date of Lab _____

Date of Submission _____

Physics Laboratory Report

Title 表題

平行平板コンデンサー

Author 著者	Class AP	No. 13	Name 氏名	Kahoko Takano
--------------	-------------	-----------	------------	---------------

 Co-workers
共同実験者 Sawako Shibasaki

Summary

平行平板コンデンサーの実験を行ったところ、コンデンサーの極板の面積が大きいほど、主に2つの極板の間の距離が短いほど、コンデンサーの電気容量は大きくなることわかった。さらに、極板の間に誘電体を入れると、電気容量の値は大きくなることと確かめた。

 Addition/Correction
追加/修正

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

解答を丁寧に行い、わかりやすいレポートである。

- * Write your report in Japanese or in English * Use this form as a front cover.
- * Submit your reports by the seventh day after your lab. You can add to or correct your report's note when you have done this.

序

目的

平行板コンデンサーの性質を、実際に平行板コンデンサーを用いて調べる
コンデンサーの電気容量が、二枚の極板の面積、極板間距離、そして誘電体の
作用によってどのように変化するかを観察する。

理論

コンデンサー…静電容量により電荷を蓄えたり、放出したりする装置のこと。
今回の実験で使われるのは平行板コンデンサーで、これを電池に接続すると、
二枚の板の間に電場が発生する。電池は一方の板の電荷をもう一つの板に運
び、二枚の板の内側にはそれぞれ負電荷と正電荷が現れる。この二枚の板の
間の電圧が電池の起電力と同じになるまで電荷が板に蓄えられる。このよう
にしてコンデンサーに電荷が溜まっていく。

コンデンサーの電気容量 C は以下の式で表す

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

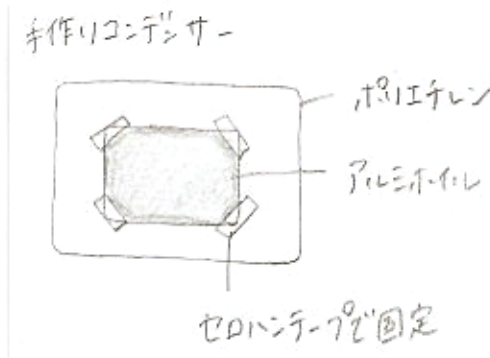
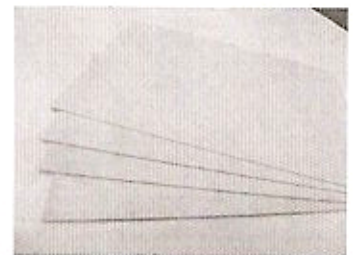
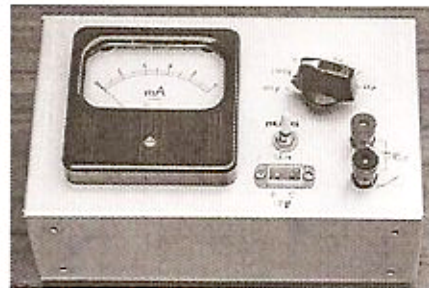
$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} = \text{真空の誘電率}$$

$$\epsilon_r = \frac{C - C_0}{C - C_0} \approx \frac{C}{C_0} > 1 = \text{比誘電率}$$

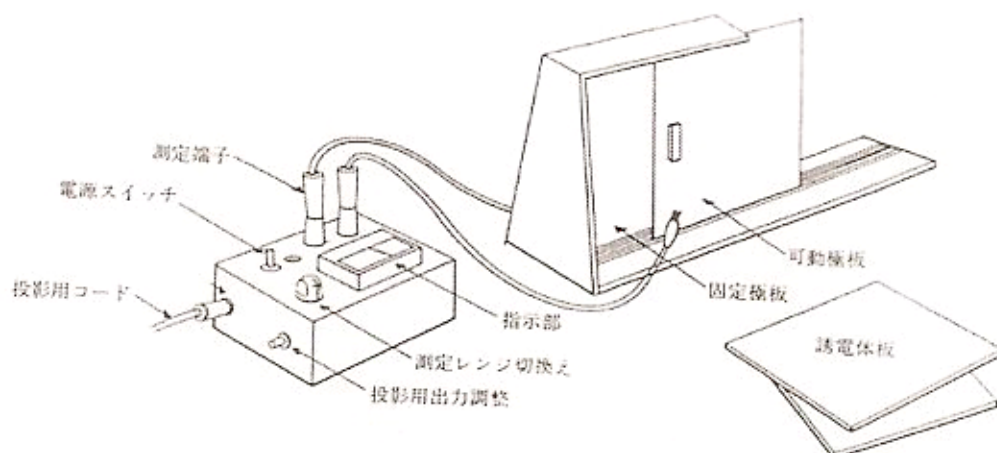
実験

使用器具

- 容量計(今回は 300PF に固定する)、
- 極板保持枠
- 誘電体板(ポリ塩化ビニル、ガラス、板紙)
- 固定極板
- 可動極板
- 手作りコンデンサー



実験方法



- 1、容量計に電池を入れて、装置をセットする。今回の実験では、電圧計を用いず、容量計を使う。
- 2、容量計の校正を行う。
- 4、測定端子から、導線で固定極板と可動極板を、容量計に繋げる。
(今回、容量計は300PHに固定して測定する。)
- 5、可動極板を少しずつずらして、極板の面積や極板同士の間隔を変更し、それによるコンデンサーの電気容量の変化を調べる。
- 6、極板の間に誘電体を入れた際の電気容量の変化を調べる。
- 7、応用実験として、浮遊容量の影響、導線を絡ませて電気容量の変化を調べる
- 8、ポリエチレンのフィルムにアルミホイルをつけ、容量計に導線で繋げる。手作りコンデンサーを容量計につなぎ、手でコンデンサーとコンデンサーの距離を手で押して縮めると、電気容量が増加するか調べる



実験結果/考察

A) 誘電体板を用いず、極板同士の間隔を変更した結果。

この際、空気=真空とする。

4 2は正しいか？

電気容量 C [$\times 10^{-12}$] pF		面積 S m ² [$\times 10^{-4}$]									
		125		250		375		500		625	
		実験値	理論値	実	理	実	理	実	理	実	理
D 間隔 m [$\times 10^{-3}$]	6	33	18.4	52	36.9	71	55.3	91	73.7	110	92.1
	9	25	12.2	40	24.5	51	36.8	65	49.1	74	61.4
	15	18	7.37	25	14.7	32	22.1	41	29.5	48	36.8

グラフに示すと、グラフ 1 のようになった。

グラフ 1 (次のページ) と上記の表から、電気容量は面積に比例し、間隔に反比例することが分かる。

よって、 $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$ が示された。

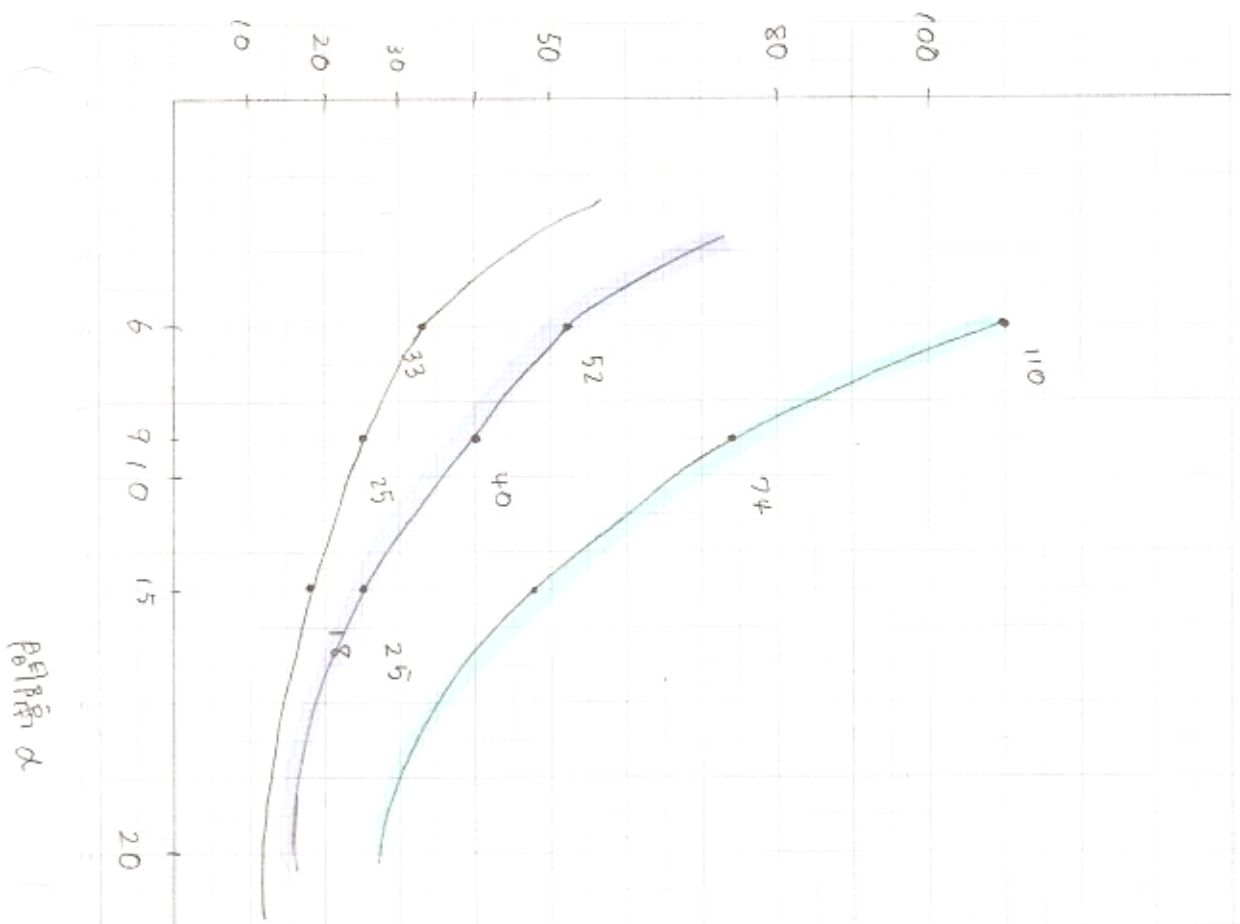
同じくグラフ 1 から、すべての線が 1.3 に収束していることから、浮遊容量は 1.3 と考えられる。なので、すべての実験結果から 1.3 を引いた値を出す。

電気容量 C [$\times 10^{-12}$] pF		面積 S m ² [$\times 10^{-4}$]				
		125	250	375	500	625
D 間隔 m [$\times 10^{-3}$]	6	20	39	58	78	97
	9	12	27	38	52	61
	15	5	12	19	28	35

浮遊電量を抜かなかった時のグラフに比べると、だいぶ理論値に近づいたと思われる。ここで、上記二つのグラフの理論値と実験値の値の誤差を調べてみた。

真空管実験を行、二階の電圧容量と間隔の関係

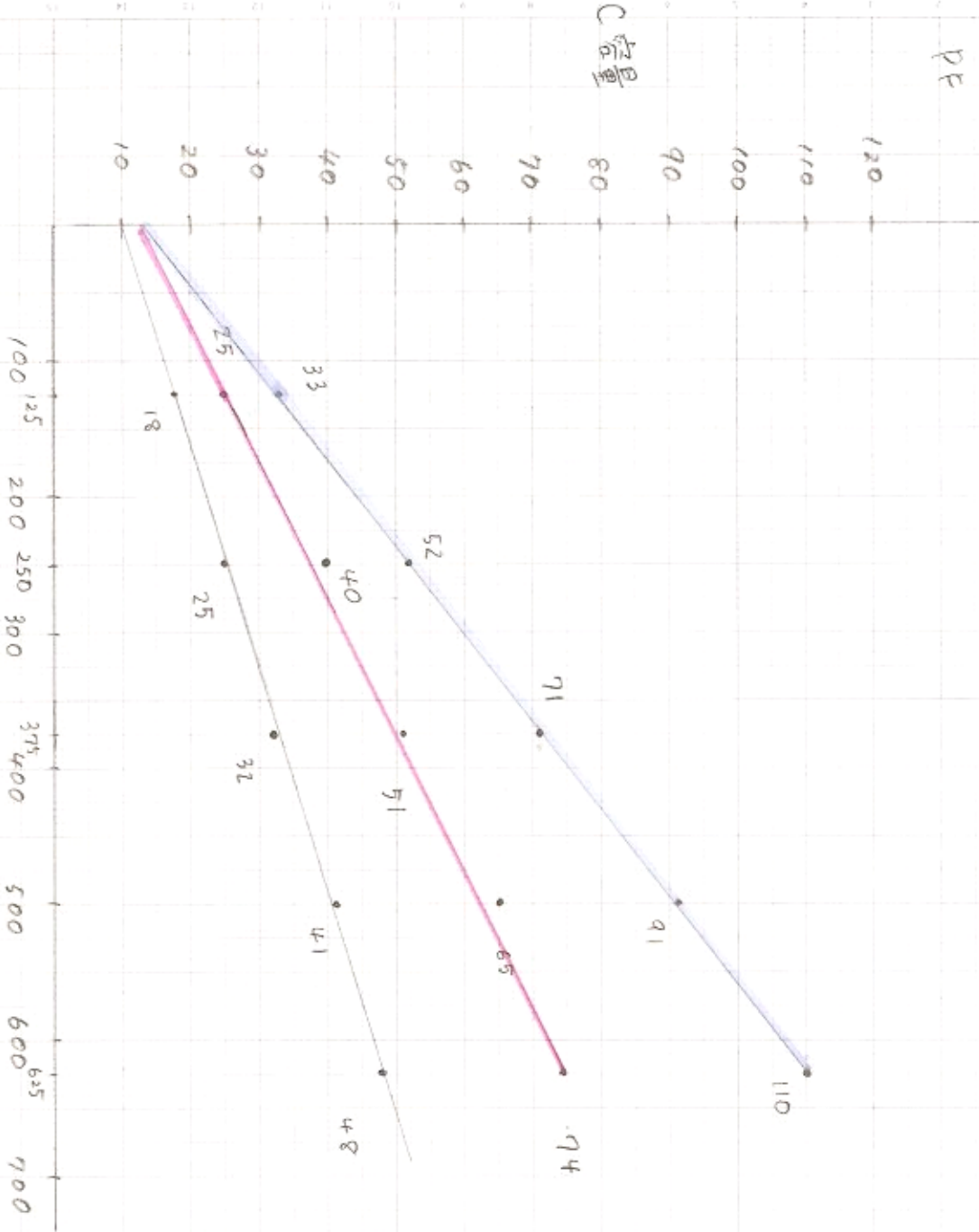
$C \propto \frac{1}{d}$ がグラフに示すと良い
直線になる。



面積 $A \text{ cm}^2$

- $125 \text{ cm}^2 \times 10^{-2}$
- $250 \text{ cm}^2 \times 10^{-2}$
- $625 \text{ cm}^2 \times 10^{-2}$

真空における板間同士の距離を変化した時のグラフ



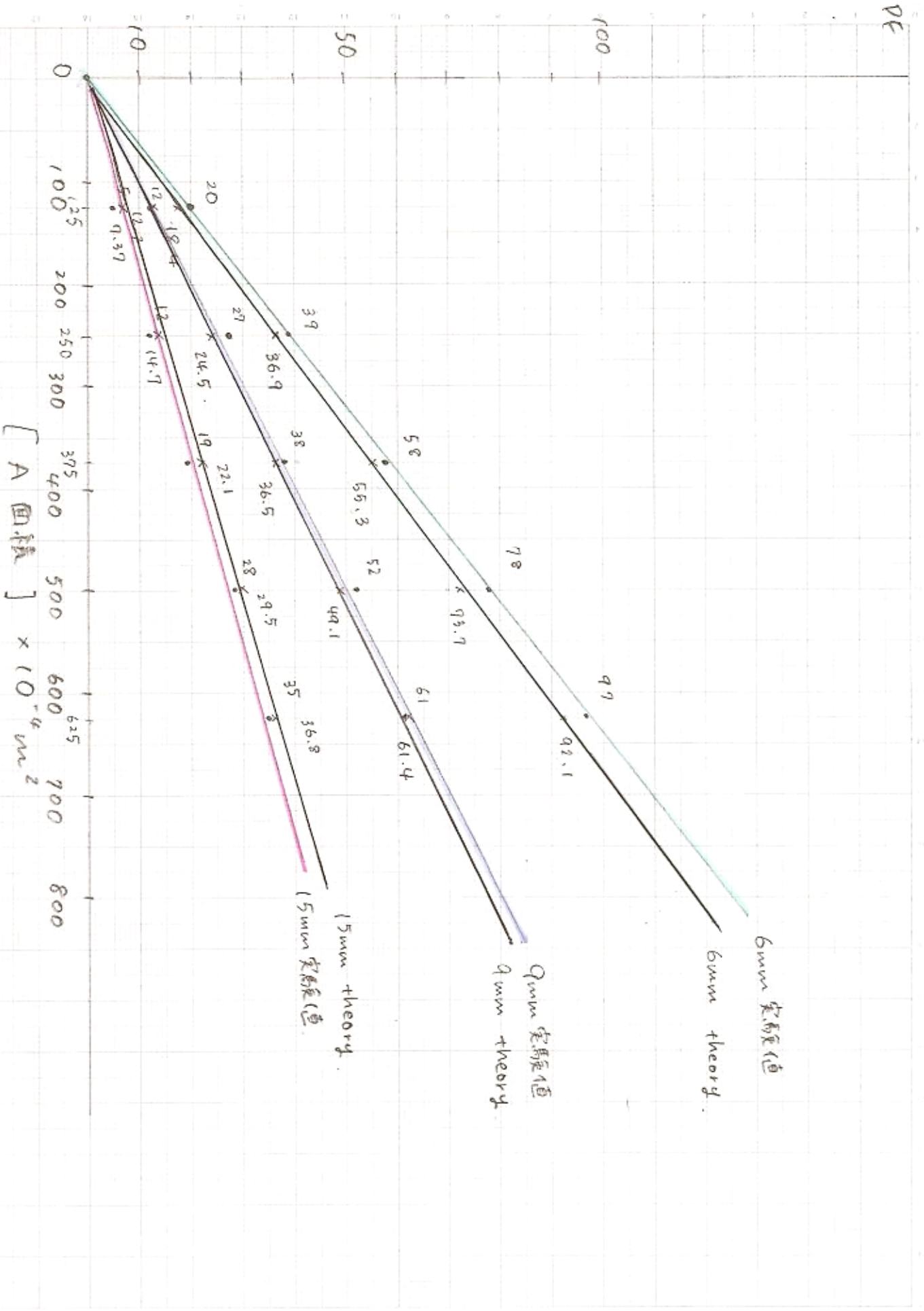
板間同士の距離

- 6mm
- 9mm
- 15mm

A板間 [x10⁻⁴] m²

10⁻⁴ m²

【C電容量】 浮遊電量を132V(20Hz)の電容量の実験結果



理論値の出し方(有効数字を3桁と置く。)

$$\frac{(\text{理論値} - \text{実験値})}{\text{理論値}} \times 100 = \text{誤差}$$

誤差の計算 実験値の誤差は、理論値が実験値を下回る結果となった。

電気容量 C に 置ける誤差 [%]		面積 S m ² [× 10 ³]									
		125		250		375		500 mm ²		625 mm ²	
		実験値 の誤差	不誘電量を 引いた時の 誤差	実	不	実	不	実	不	実	不
D 間隔 m [× 10 ⁻³]	6	79.3	8.1	40.9	6.4	28.4	5.3	23.5	5.8	19.5	5.3
	9	101	2.3	63.3	10	39.6	3.3	32.4	34	20.5	0
	15	144	32	70.1	18	44.8	14	39.0	32	30	4.9

実験値の値から浮遊電量を引いたものと、理論値の誤差がほとんどないことから、誤差が出てしまった原因は浮遊電量だと推測する。

B) 誘電体板を用いた場合の電気容量の変化

ガラス板 $\epsilon_f = 5.6$

電気容量 C		面積 A m ² [× 10 ³]				
		125	250	375	500	625
D 間隔 m [× 10 ⁻³]	6	47	79	110	146	170
	9	30	49	66	83	95

ポリ塩化ビニル $\epsilon_f = 5.8 - 6.4$

電気容量 C		面積 A m ² [× 10 ³]				
		125	250	375	500	625
D 間隔 m [× 10 ⁻³]	6	41	72	101	131	157

板紙 $\epsilon_r = 3.7$

電気容量 C [pF]		面積 $A \text{ m}^2 [\times 10^{-4}]$				
		125	250	375	500	625
D 間隔 m [$\times 10^{-3}$]	6	37	61	82	109	127

これらを、すべてグラフにしてみると、グラフ 2 になる。これから、浮遊電量は 1.5 と推測できる。

また、実験結果から浮遊電量を引いたグラフを作成する。

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_{air}} + \frac{1}{C'}$$

不：実験値から浮遊電量を引いた値

理：理論値

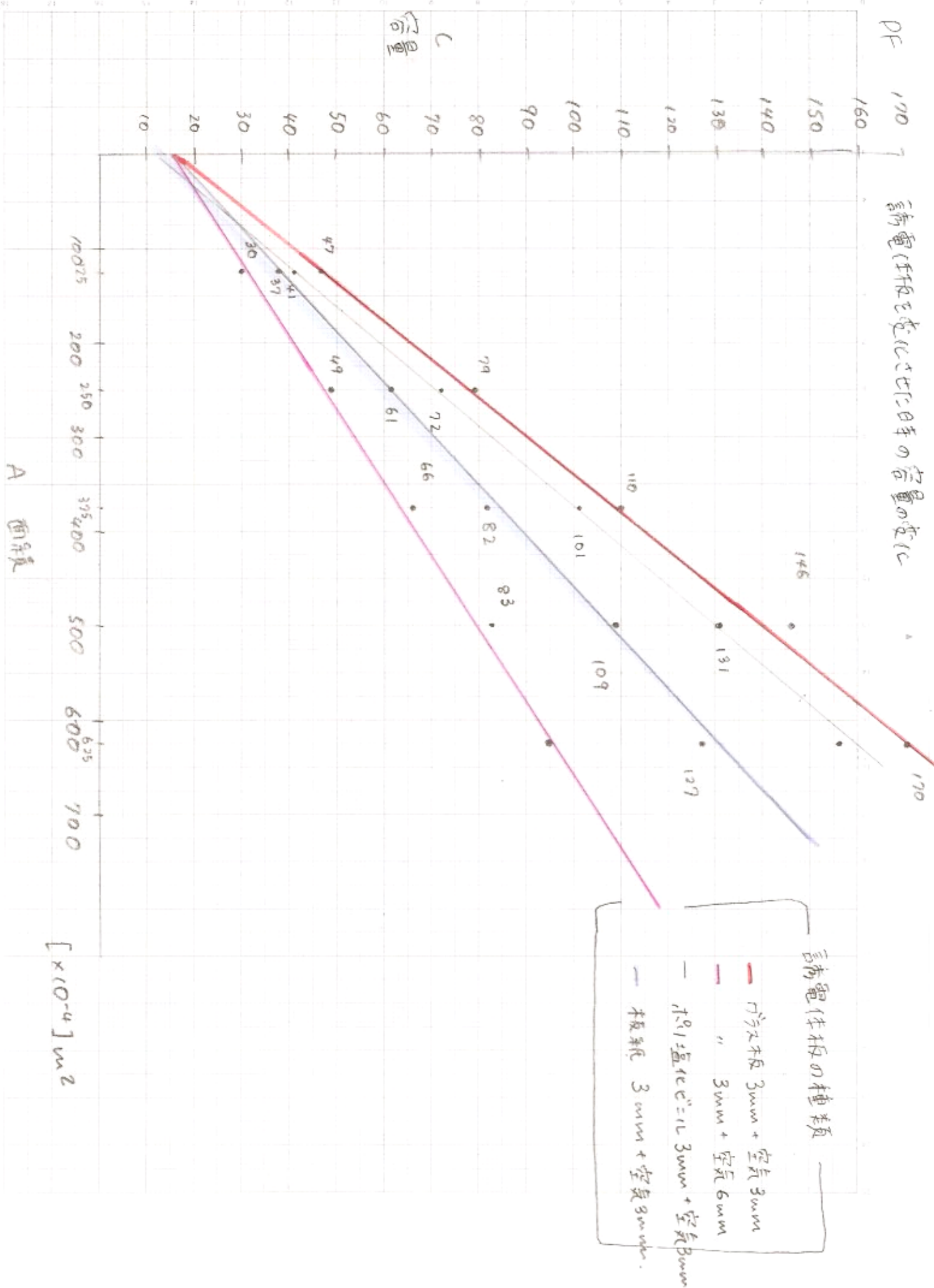
電気容量 C [pF]			面積 $A \text{ m}^2 [\times 10^{-4}]$									
			125		250		375		500		625	
			不	理	不	理	不	理	不	理	不	理
D 間隔 m [$\times 10^{-3}$]	6	ガラス	32	27	64	55	95	81.5	131	109	155	135.8
		ポリ塩化 ビニル	26	27.6	57	55.3	86	83.0	116	110.6	142	138.2
		板紙	22	23.9	46	47.9	67	71.8	94	95.7	112	119.5

これを、グラフにすると、次のようになった。(次のページ)

ここで、公式 $\epsilon_r = \frac{C - C_0}{C - C_0} \approx \frac{C}{C}$ よりそれぞれの ϵ_r を求めてみたいと思う。

グラフのそれぞれの最後の点を用いて、計算した。

DF 170 誘電体板を变化させたときの容量の変化



実測値の対数容量と理論値。

C [電氣容量]

PF

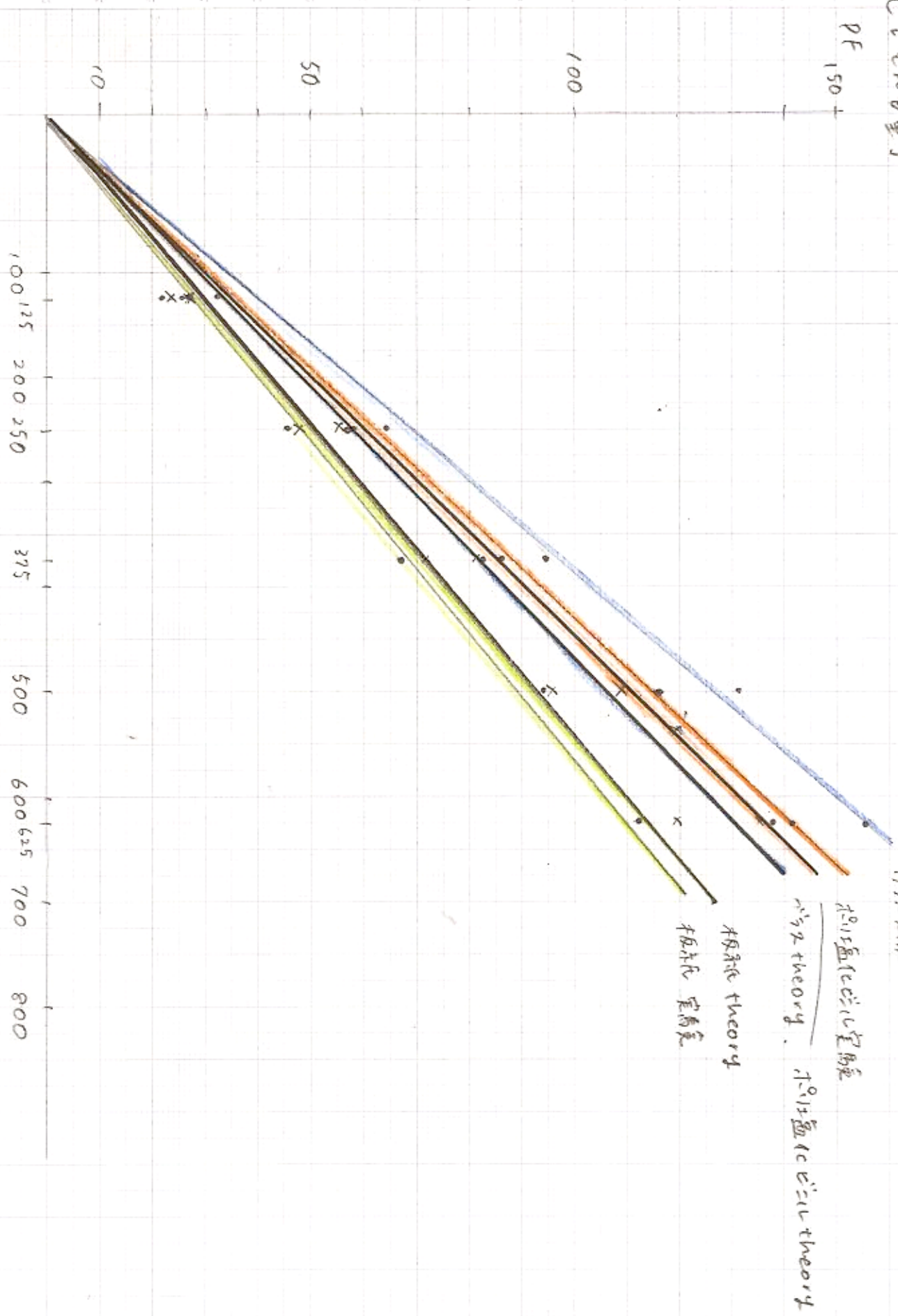


図 A $W^2 \cdot 10^{-4}$

ϵ_r	実験値	規定値	誤差
ガラス A	4.7	5.6	0.9
ポリ塩化ビニル	4.7	5.8-6.4	1.1-1.7
板板	2.2	3.7	1.5

[求め方] $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_B}$ より求める。ガラスの場合は...

$$A \quad \frac{1}{C_{gair(3mm)}} = \frac{1}{C_{air(3mm)}} + \frac{1}{C_{(glass3mm+air3mm)}}$$

$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{97 \times 2} + \frac{1}{160}$$

$$C_g = 913(3mm)$$

$$\frac{C_g(3mm)}{C_{air}(3mm)} = \frac{913}{194} = 4.7 \quad \text{となる。その他も同じように計算。}$$

どれも、誤差はだいたい1ぐらいとなった。しかし、規定値はあくまで規定値であり、紙などの素材も異なると値は異なると考察できる。

C) 手作りコンデンサー

そのままの状態では測ると、電気容量は61PFだった。そこで、全体中を掛けてポリエチレンを押ししてみると、500PFまで上がった。

しかし、1000PFの値まで上げたかったために、アルミホイルを大きくしてみる事にした。大きさは、 $303.4cm^2 \times 344.1cm^2$ だった。先ほどのように、全体中をかけると、一瞬であったが、1000PFを上回る値となった。

結果、電気容量を上げる為には、面積が大きいこと、さらに極板と極板の距離が狭いことが関係しているがわかった。

D) 浮遊容量の影響

容量計と平行板コンデンサーを繋いでいる導線を絡ませることにより、途中で電気が混ざり合い、電気容量が大きくなった。

結論

平行板コンデンサーの電気容量は、極板の向かい合う面積が大きい程増加し、極板の間の距離が長い程減少する。また、極板の間に誘電体を入れると、電気容量が増加することがわかった。極板間に入れる誘電体の種類によって上昇の割合が異なる。また、平行板コンデンサーには浮遊電量が存在するという事も今回学んだ。

感想

パソコンの電池等に用いられているコンデンサーを、この手で作って実験できたことは、きっと一生の思い出に残る貴重な体験だと思いました。このことを、将来どこかで活かせたらなって思いました。

