

2014年3月3日

プレチャレンジ at  
熊本第二高校

大気圧を測る (2011年課題)



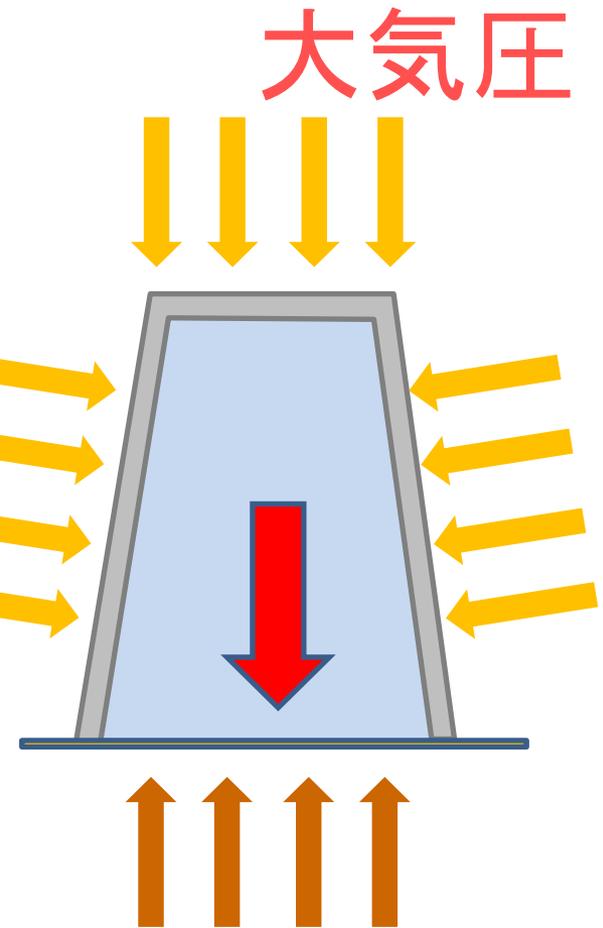
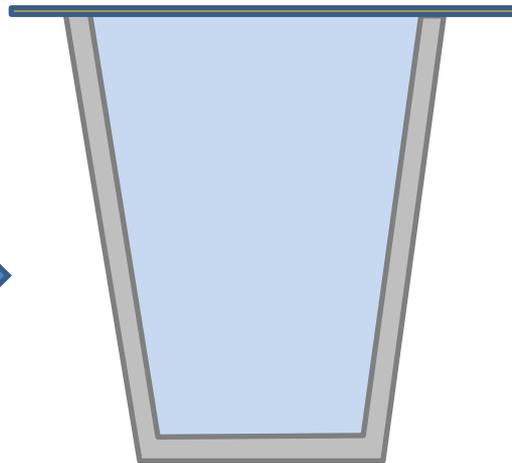
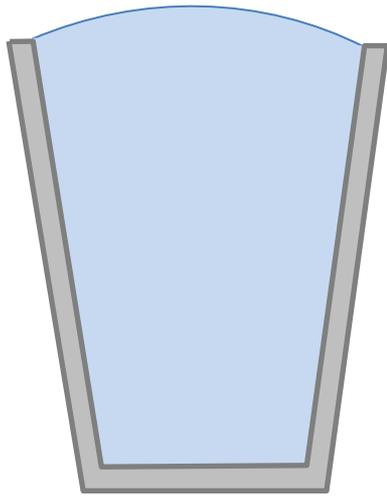
長谷川修司

日本物理学会 NPO 物理オリンピック日本委員会

Japan Physics Olympiad

JPhO

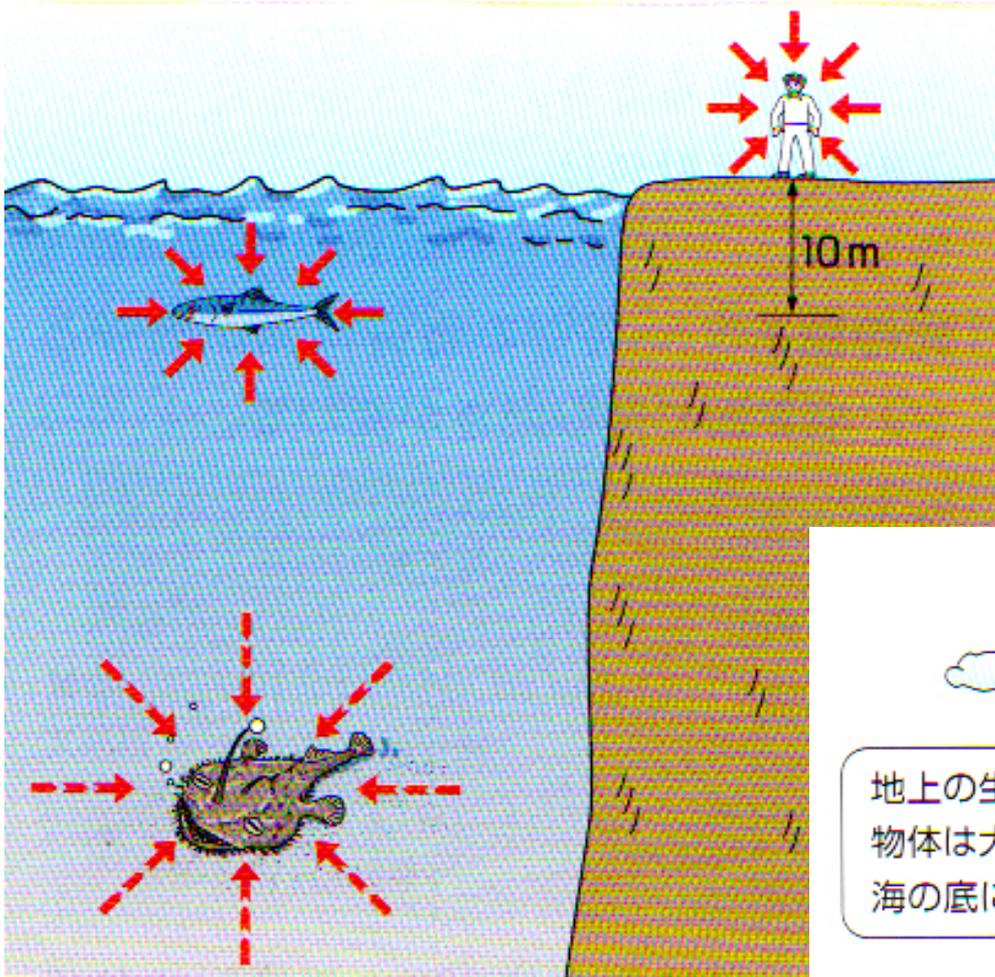
# コップの水の実験



コップに水を入れる

ハガキを載せる

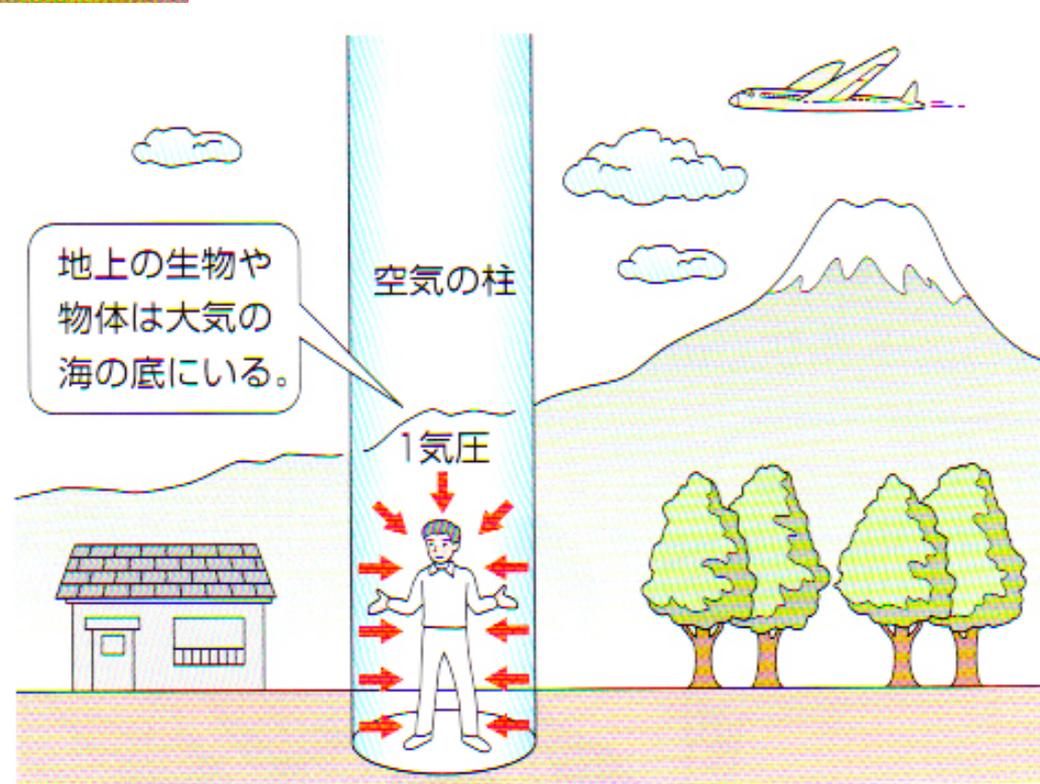
逆さまにして  
ハガキを抑えて  
いる手を離す



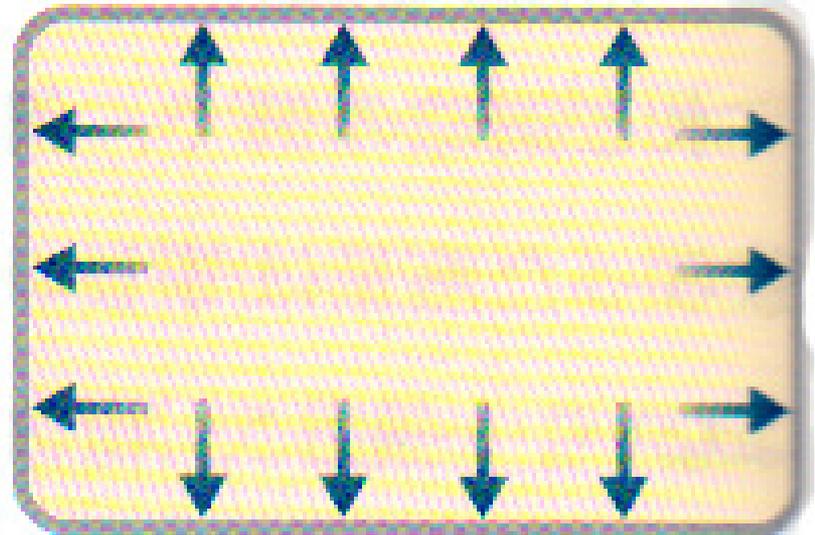
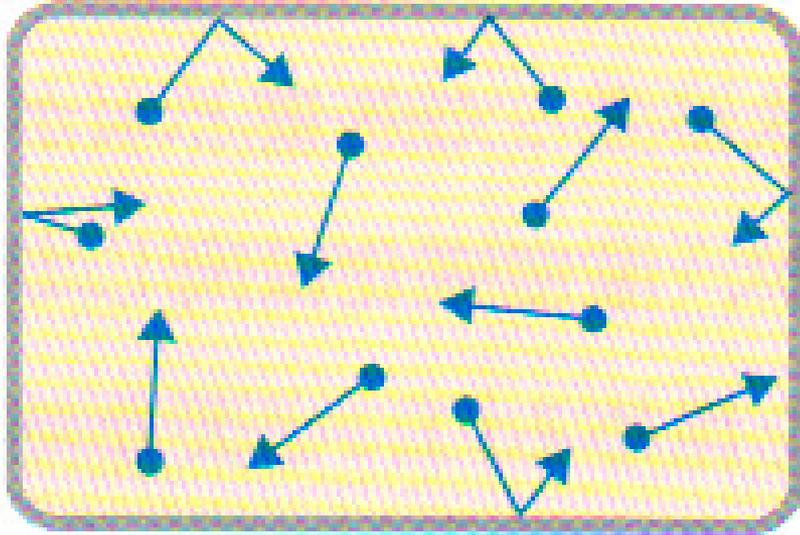
## 水圧

## 気圧

1m<sup>2</sup>の面積にはたらく力の大きさ  
=気圧、圧力



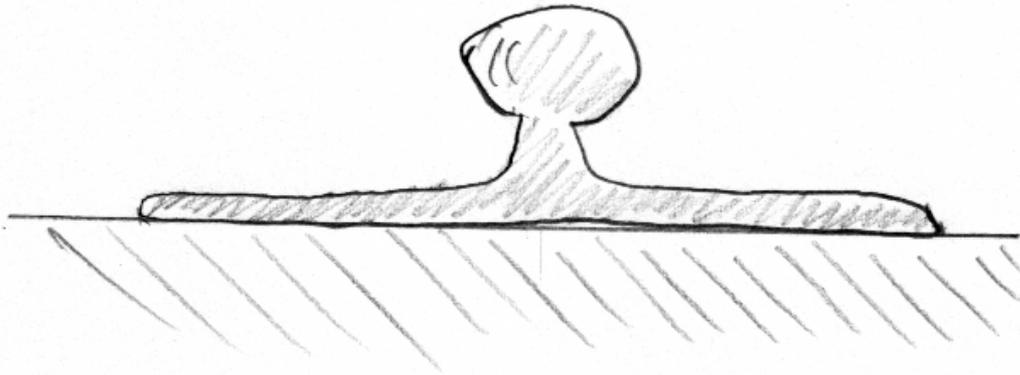
# 気圧が生じる理由



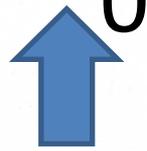
多数の空気分子(酸素分子、窒素分子など)が絶え間なく衝突して力を及ぼしている。これが圧力(気圧)。

上空は空気が希薄なので、分子の数が少ない=気圧が低い

# 吸盤

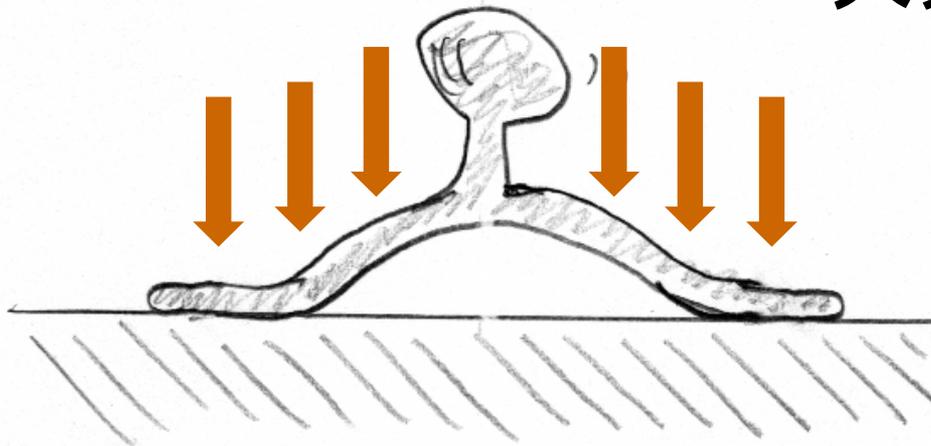


$F_0$



吸盤が耐えられる最大の力  $F_0$   
= 大気圧による力  
= 大気圧  $\times$  吸盤の面積

$P_0$        $S$



$$F_0 = P_0 \times S$$

# 大気圧

圧力 = 1 m<sup>2</sup> あたりにはたらく力  
気圧 = 気体分子による圧力



$$1 \text{ 気圧} = 1013 \text{ hPa (ヘクトパスカル)}$$
$$= 101300 \text{ Pa (パスカル)}$$

ヘクト = 100 のこと

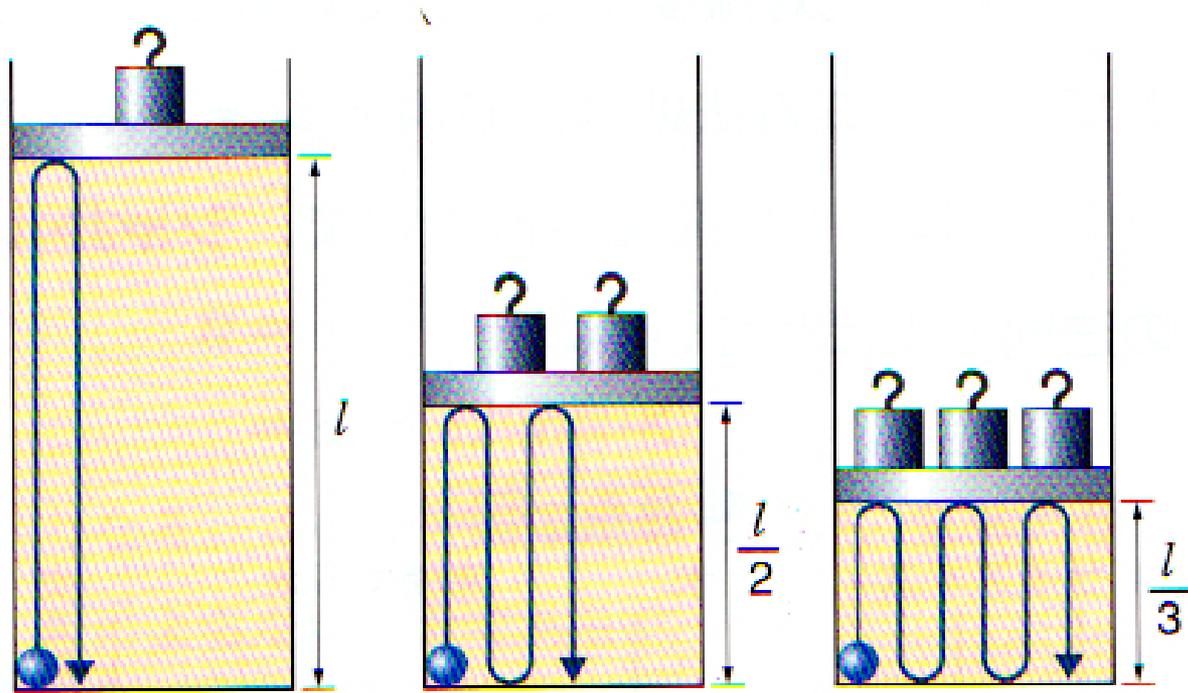
$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$10 \text{ N} = 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ 気圧} = 101300 \text{ N/m}^2$$
$$= 10130 \text{ kg/m}^2$$

$$= 10.13 \text{ t/m}^2 = 1.013 \text{ kg/cm}^2$$

# ボイルの法則



気体の圧力は分子の衝突による。

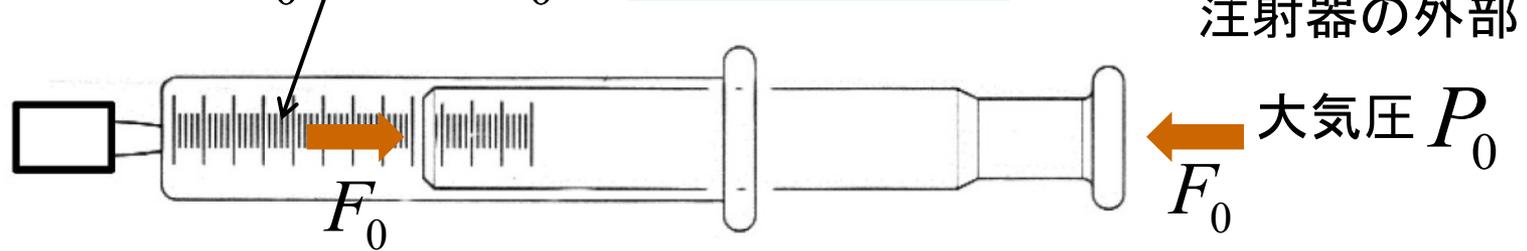
$$P \times V = c \text{ (一定値)} \quad P = \frac{c}{V}$$

# 大気圧の測定

注射器の内部

体積  $V_0$  大気圧  $P_0$

$$P_0 \cdot V_0 = c$$

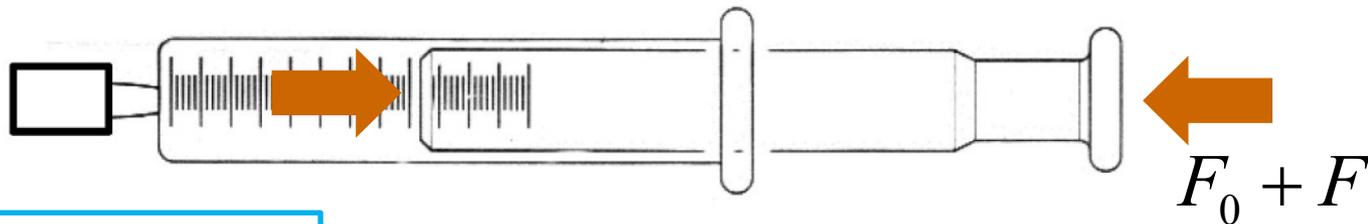


ピストンにはたらく力  $F_0 = P_0 \times S$

$S$  : 注射器の  
断面積

## ピストンを力 $F$ で押す

体積  $V$  圧力  $P$

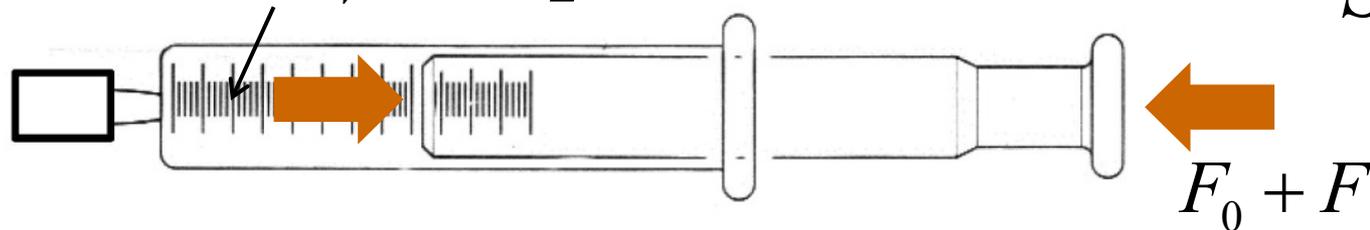


$$P \cdot V = c$$

# 大気圧の測定

ピストンを力  $F$  で押す

注射器の内部 体積  $V$  圧力  $P$



$S$  : 注射器の  
断面積

$$P \times S = F_0 + F$$

$$P \times S = P_0 \times S + F$$

$$\frac{c}{V} \times S = P_0 \times S + F$$

ここでボイルの法則  $P \times V = c$   
(一定値)

$$\rightarrow P = \frac{c}{V}$$

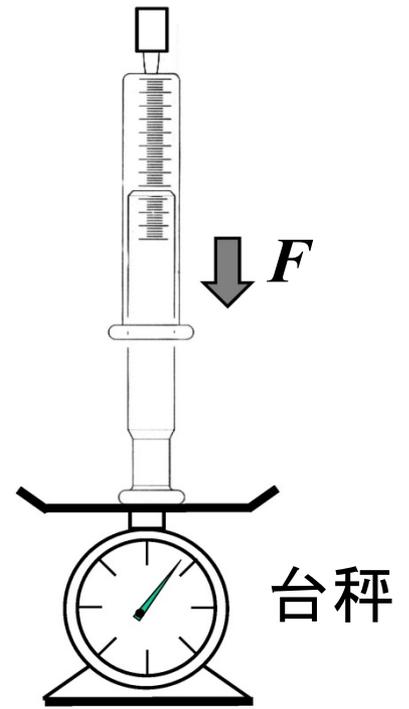
$$\rightarrow F = \frac{c \times S}{V} - P_0 \times S$$

縦軸  $F$  横軸  $\frac{1}{V}$  のグラフを描くと、その  $y$  切片が  $-P_0 \cdot S$

$\rightarrow P_0$  が求まる

# 測定データ

$$V_0 = 100 \text{ ml}$$



| $V$ (ml)                      | 100  | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 |
|-------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| $F$ (kg)                      | 0    |    |    |    |    |    |    |    |
| $F$ (N)                       | 0    |    |    |    |    |    |    |    |
| $1/V$<br>( $\text{ml}^{-1}$ ) | 0.01 |    |    |    |    |    |    |    |

# 測定データ

$$V_0 = 100 \text{ ml}$$

|                            |            |            |            |            |            |             |             |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| <b>F(kg)</b>               | <b>1.3</b> | <b>1.9</b> | <b>4.1</b> | <b>6.4</b> | <b>9.6</b> | <b>14.2</b> | <b>21.5</b> |
| F(N)                       | 12.7       | 18.6       | 40.2       | 62.7       | 94.1       | 139         | 211         |
| V(ml)                      | 90         | 80         | 70         | 60         | 50         | 40          | 30          |
| 1/V<br>(ml <sup>-1</sup> ) | 0.0111     | 0.0125     | 0.0143     | 0.0167     | 0.0200     | 0.0250      | 0.0333      |

$$S = 50 \text{ ml} / 53 \text{ mm} = 9.43 \text{ cm}^2$$

切片

$$P_0 \times S = 95N$$

$$S = 9.4cm^2$$



$$P_0 = \frac{95N}{9.4cm^2} = \dots$$

