

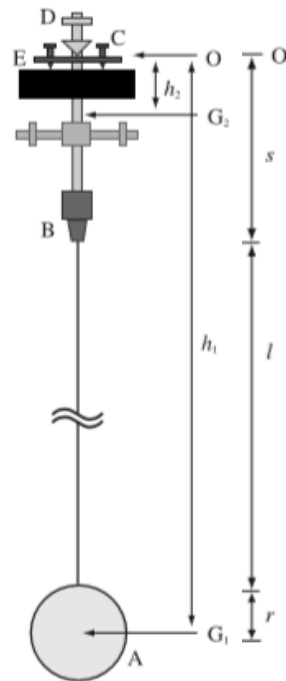
~実験ノートの例~

/ / ボルダの振り子による重力加速度の測定

実験前	天候	室温	°C	湿度	%
実験後	天候	室温	°C	湿度	%

実験方法

- ・図のように、つり具の支点 とチャックの先端までの長さ  $s$ 、球の直径  $2r$  を測定する。
- ・座金を水平にする。つり具をのせて振動させ、周期が約 2 秒になるようにつり具を調整する。
- ・球とつり具のチャックの間に針金を取り付け、その間の針金の長さ  $l$  を測定する。
- ・つり具を座金にのせて角度目盛紙によって角度振幅が  $5\sim 6^\circ$  になるよう振り子を振動させ、測定前の左右の角度振幅を測る。
- ・10 周期ごと 190 周期までの時間を測定する。
- ・測定後の左右の角度振幅を測る。
- ・以上の結果から  $g$  を求める。



重力加速度の計算式

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} \left\{ h_1 + \frac{2r^2}{5h_1} \right\} \left( 1 + \frac{\theta^2}{8} \right)$$

$$\frac{\delta g}{g} = \sqrt{\left( 2 \frac{\delta T}{T} \right)^2 + \left( \frac{\delta h_1}{h_1} \right)^2 + \left( \frac{1}{4} \theta \delta \theta \right)^2}$$

・針金の長さ  $l$  の測定

使用器具 長尺デジタルノギス (??、??) 分解 ??

---

$l$ ( mm )
921.22
921.25
·

---

平均値  $\bar{l} = 9211.2333$

標準偏差  $\sigma l = 0.0152$

標準不確かさ  $\delta l_A = \frac{\sigma l}{\sqrt{n}} = \frac{0.0152}{\sqrt{3}} = 0.00877$

分解能  $\delta l_B = 0.01$

合成標準不確かさ  $\delta l = \sqrt{(\delta l_A)^2 + (\delta l_B)^2} = \sqrt{(0.00877)^2 + (0.01)^2}$   
 $= 0.0133$

・球の直径  $2r$  の測定

使用器具 ノギス 分解能 0.05 mm

直径 $2r$ (mm)		
41.70	41.65	41.90
41.55	41.80	・
41.75	・	・

(直角な三方向から測定した)

平均値	$\overline{2r} = 41.7444$	$\bar{r} = 20.8722$
標準偏差	$\sigma(2r) = 0.0104$	$\sigma r = 0.00520$
標準不確かさ	$\delta r_A = \frac{\sigma r}{\sqrt{n}} = \frac{0.00520}{\sqrt{9}} = 0.0173$	
分解能	$\delta(2r_B) = 0.05$	$\delta r_B = 0.0250$
合成標準不確かさ	$\delta r =$	

•OB 間の距離  $s$  の測定

使用器具 ノギス 分解能 0.05 mm

---

$s$ (mm)
39.55
39.60
39.30
•
•

---

平均値  $\bar{s} = 39.4300$

標準偏差  $\sigma_s =$

標準不確かさ  $\delta s_A = \frac{\sigma_s}{\sqrt{n}} =$

分解能  $\delta s_B =$

合成標準不確かさ  $\delta s =$

・角度振幅  $\theta$  の測定

使用器具 分度器 分解能 0.1 度

はじめの 左角振幅 (度)	はじめの 右角振幅 (度)	おわりの 左角振幅 (度)	おわりの 右角振幅 (度)
5.7	5.2	5.6	5.1
平均	<u>5.450</u>	平均	<u>5.350</u>

平均値  $\bar{\theta} = 5.\underline{400} = 5.\underline{400} \times \pi / 180 = 0.09\underline{424}$  rad

分解能  $\delta\theta_B = 0.1^\circ = 0.1 \times \pi / 180 = 0.00\underline{174}$  rad

合成標準不確かさ  $\delta\theta = \sqrt{(\delta\theta_A)^2 + (\delta\theta)^2} = \sqrt{(0)^2 + (0.00174)^2}$   
 $= 0.00\underline{174}$  rad

・周期  $T$  の測定

使用器具 ストップウォッチ 分解能 0.01 秒

回数	時刻 $t$		回数	時刻 $t'$		$t' - t$ 秒
	'	" 秒		'	" 秒	
0	0'00"	0.00	100	3'19"	199.00	199.00
10	0'19"	19.00	110	3'38"12	218.12	199.12
20	0'39"73	39.73	120	3'58"70	238.70	198.97
30	0'59"66	59.66	130	4'18"63	258.63	198.97
40	1'19"56	79.56	140	4'38"70	278.70	199.14
50	1'39"47	99.47	150	4'58"57	298.57	199.10
60	1'59"32	119.32	160	5'18"40	318.40	199.08
70	2'19"16	139.16	170	5'38"05	338.05	198.89
80	2'39"19	159.19	180	5'58"25	358.25	199.06
90	2'59"04	179.04	190	6'18"18	378.18	199.14

100 周期の平均値  $\overline{100T} = 199.0470$

1 周期の平均値  $\bar{T} = \overline{100T}/100 = 1.990470$

100 周期の  
標準偏差  $\sigma(100T) = 0.0852$

1 周期の  
標準偏差  $\sigma T = 0.000852$

標準不確かさ  $\delta T_A = \frac{\sigma T}{\sqrt{n}} = \frac{0.000852}{\sqrt{10}} = 0.000269$

分解能  $\delta T_B = 0.01$

みかけの分解能  $\delta(T_B/100) = 0.0001$

合成標準不確かさ  $\delta T = \sqrt{(\delta T_A)^2 + (\delta(T_B/100))^2}$   
 $= \sqrt{(0.000269)^2 + (0.0001)^2} = 0.000286$

・重力加速度の計算

$$\bar{r} = \quad \text{mm} = \quad \text{m}$$

$$\bar{s} = \quad \text{mm} = \quad \text{m}$$

$$\bar{l} = \quad \text{cm} = \quad \text{m}$$

$$\bar{\theta} = \quad \text{rad}$$

$$\bar{T} = \quad \text{秒}$$

$$\bar{h}_1 = \bar{r} + \bar{s} + \bar{l} = \quad + \quad + \quad = \quad \text{m}$$

$$\frac{2\bar{r}^2}{5\bar{h}_1} = \frac{2(\quad)^2}{5} = \quad \text{m}$$

$$1 + \frac{\bar{\theta}^2}{8} = 1 + \frac{(\quad)^2}{8} =$$

$$\bar{g} = \frac{4\pi^2}{\bar{T}^2} \left\{ \bar{h}_1 + \frac{2\bar{r}^2}{5\bar{h}_1} \right\} \left( 1 + \frac{\bar{\theta}^2}{8} \right)$$

$$= \frac{4\pi^2}{(\quad)^2} \left\{ \quad + \quad \right\} (\quad) = \quad \text{m/s}^2$$



・最確値まとめ

$$\bar{r} = \quad \text{m} \quad \text{有効数字 ?}$$

$$\bar{s} = \quad \text{m} \quad ?$$

$$\bar{l} = \quad \text{m} \quad ?$$

$$\bar{\theta} = \quad \text{rad} \quad ?$$

$$1 + \frac{\bar{\theta}^2}{8} = \quad \text{rad} \quad ?$$

$$\bar{T} = \quad \text{秒} \quad ?$$

$$\bar{h}_1 = \quad \text{m} \quad ?$$

$$\text{最確値} \quad \text{m/s}^2$$

・不確かさの計算

$$\delta r = \quad \text{mm}$$

$$\delta s = \quad \text{mm}$$

$$\delta l = \quad \text{mm}$$

$$\delta h_1 = \delta r + \delta s + \delta l = ( \quad + \quad + \quad ) \times 10^{-3} \text{ m} = \quad \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\delta \theta = \quad \text{rad}$$

$$\delta T = \quad \text{秒}$$

$$\left( 2 \frac{\delta T}{\bar{T}} \right)^2 = \left( 2 \frac{\quad}{\quad} \right)^2 =$$

$$\left( \frac{\delta h_1}{\bar{h}_1} \right)^2 = \left( \frac{\quad}{\quad} \right)^2 =$$

$$\left( \frac{1}{4} \bar{\theta} \delta \theta \right)^2 = \left( \frac{1}{4} \quad \times \quad \right)^2 =$$

$$\Sigma =$$

$$\delta g = \bar{g} \sqrt{\left( 2 \frac{\delta T}{\bar{T}} \right)^2 + \left( \frac{\delta h_1}{\bar{h}_1} \right)^2 + \left( \frac{1}{4} \bar{\theta} \delta \theta \right)^2} = \quad \sqrt{\quad} = \quad \text{m/s}^2$$

$$\Delta g = k \delta g = 2 \times \quad = \quad \text{m/s}^2$$

$$\text{最終結果} \quad \pm \quad \text{m/s}^2$$

・不確かさの検討

$$\left(2 \frac{\delta T}{T}\right)^2 =$$

$$\left(\frac{\delta h_1}{\bar{h}_1}\right)^2 =$$

$$\left(\frac{1}{4} \bar{\theta} \delta \theta\right)^2 =$$

・文献値との比較

文献値 重力加速度(羽田)  $g_{lit} = \text{????} \text{ m/s}^2$

文献名 ??????

文献値とのずれ

$$\left| \frac{\bar{g} - g_{lit}}{g_{lit}} \right| = \left| \frac{- \text{????}}{\text{????}} \right| = \underline{\hspace{10em}}$$

$$= \text{?.????} = ? \%$$