

物理の視点でものをみる

～熱力学の法則を考える～

神奈川県総合高等学校 月森綾乃

発表の内容

1 研究動機

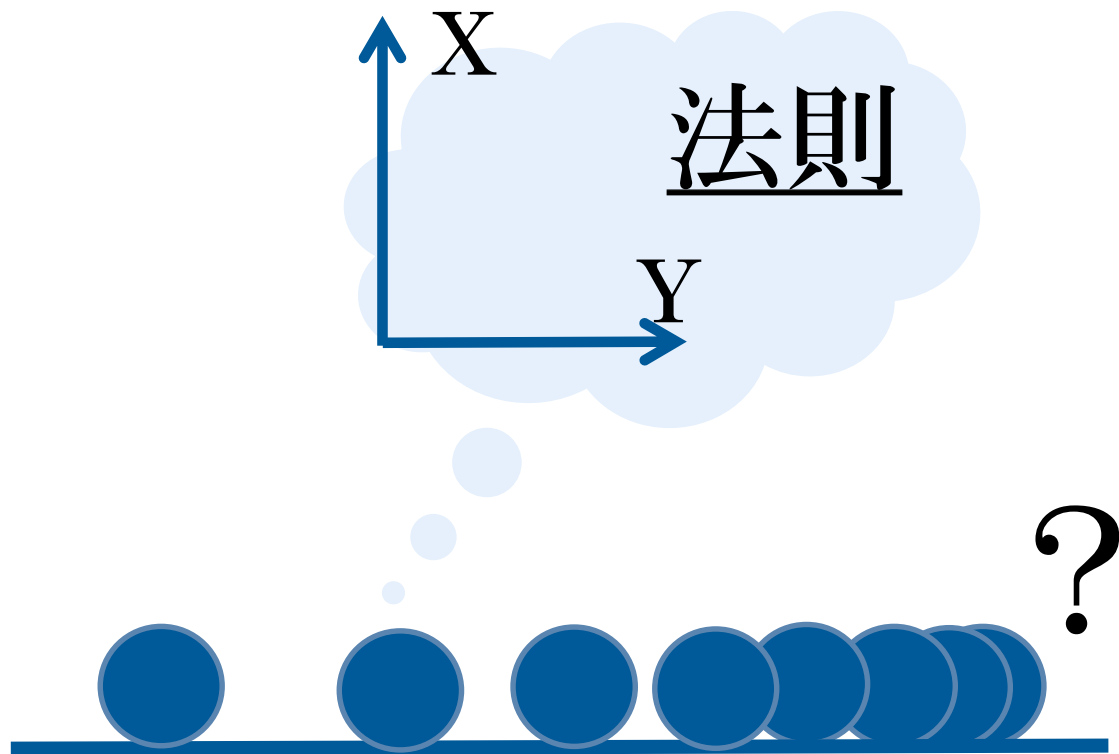
2 物理量、力学の学習について

3 熱とは。熱をエネルギーの形態として
考えたときわかること

4 熱力学の法則のモデルによる解釈

5 今後の展望

運動をとらえる

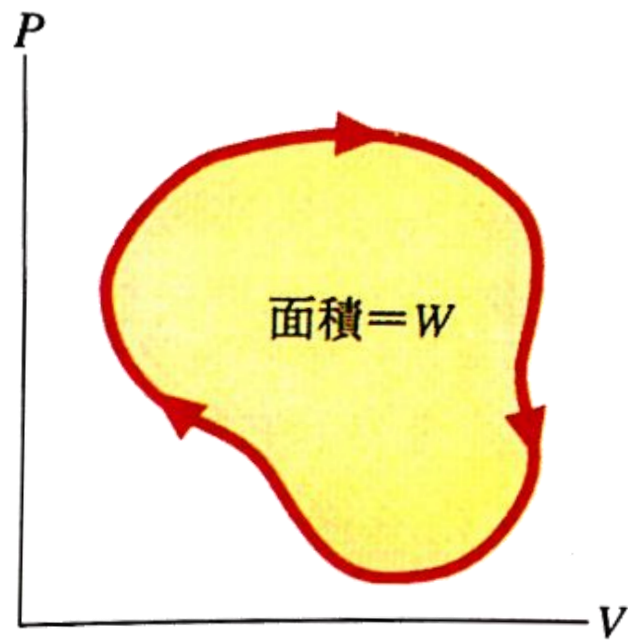
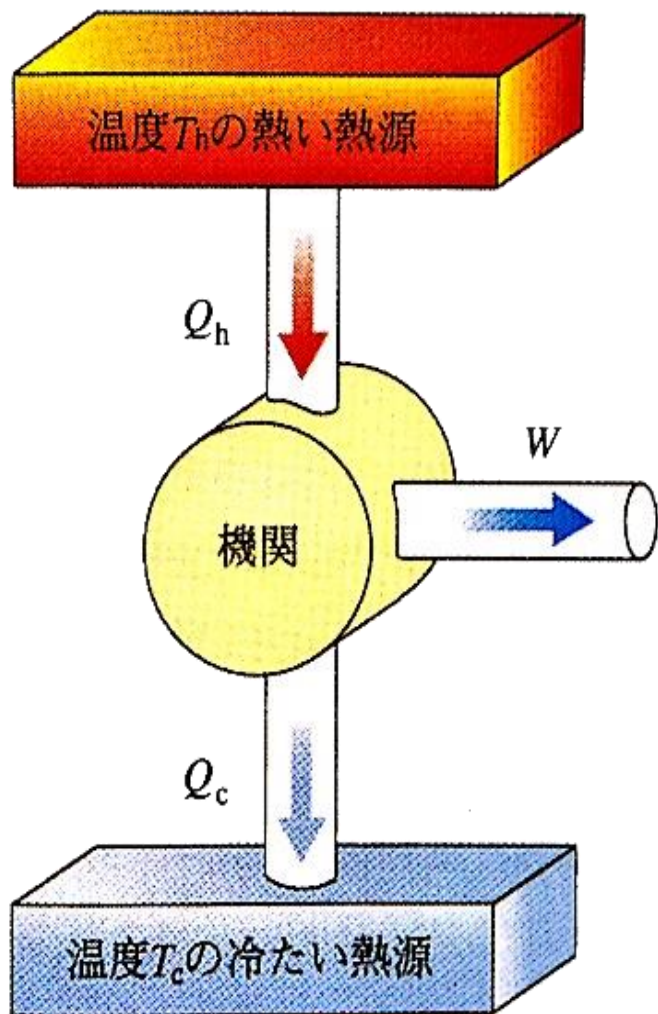


温度とは

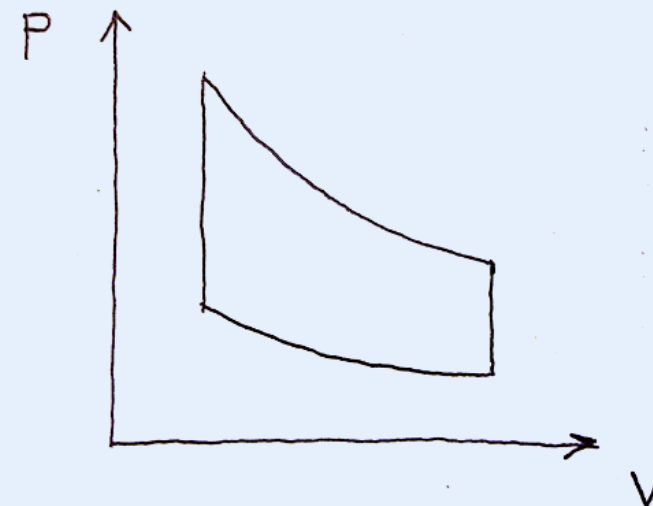
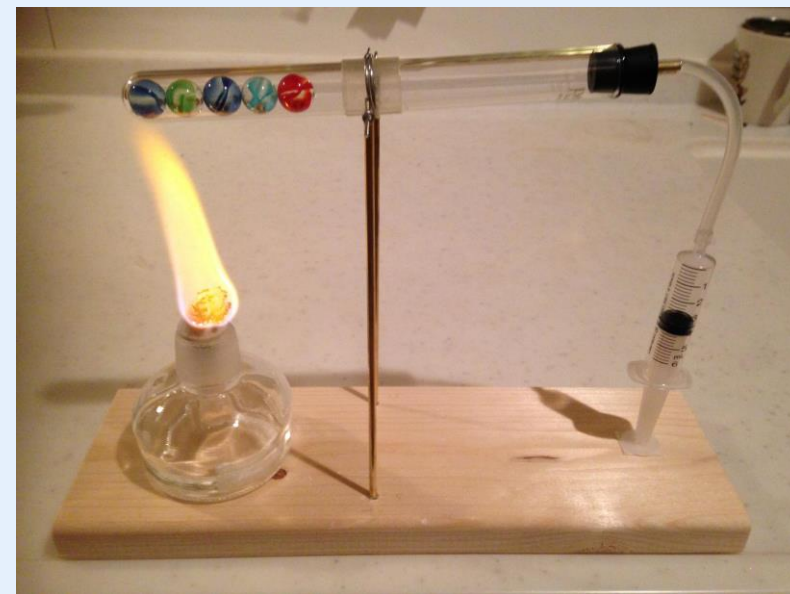
◎絶対温度

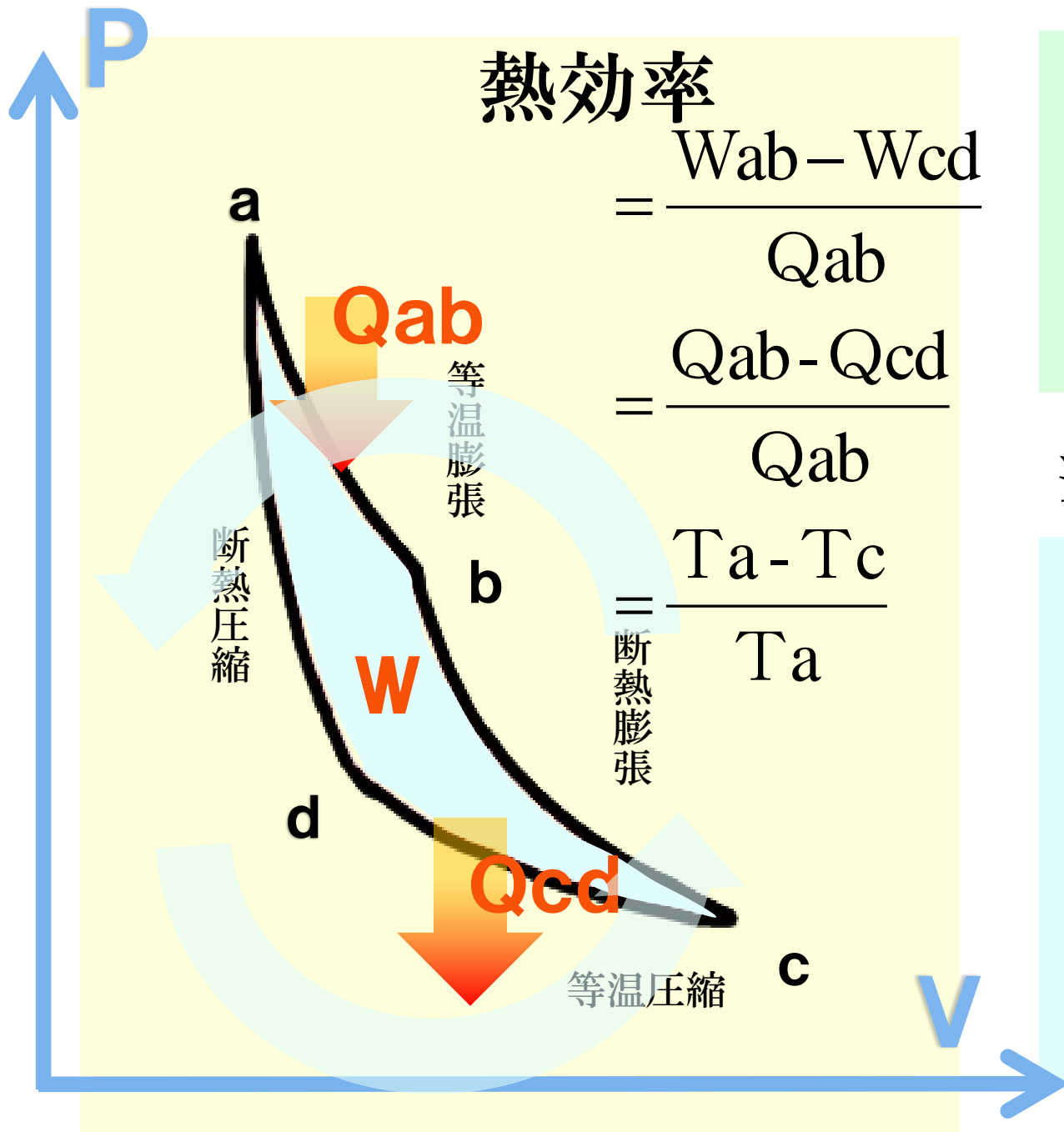
最低点を決めている
変化率一定
性質に依存しない

熱機関



例 スターリングサイクル





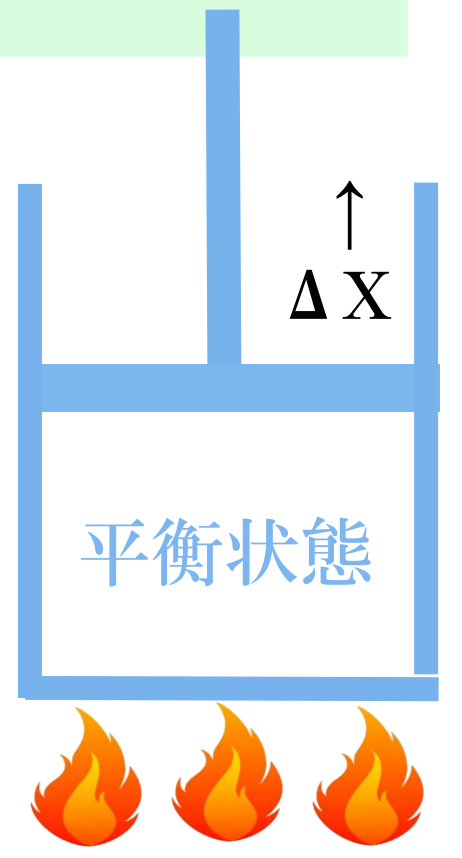
熱力学三法則

1. 熱はエネルギーの一形態である
2. 熱は高熱源から低熱源に自然に流れるが逆はない
0. 熱的に接触をすると熱流は止まり温度は等しくなる。
この状態を熱平衡という

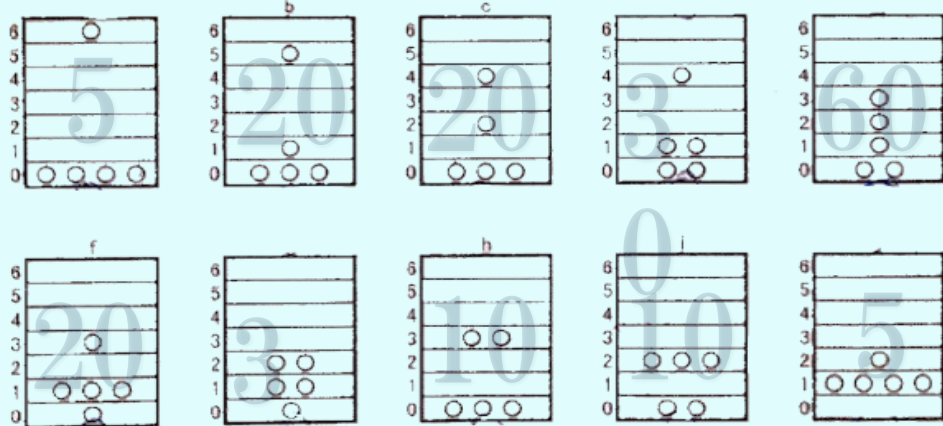
準静的過程

$$\frac{Q_{ab}}{T_a} = \frac{Q_{cd}}{T_c}$$

$\frac{Q}{T} \equiv$ エントロピー S
 現実 $\Delta S > 0$
 理想 $\Delta S = 0$



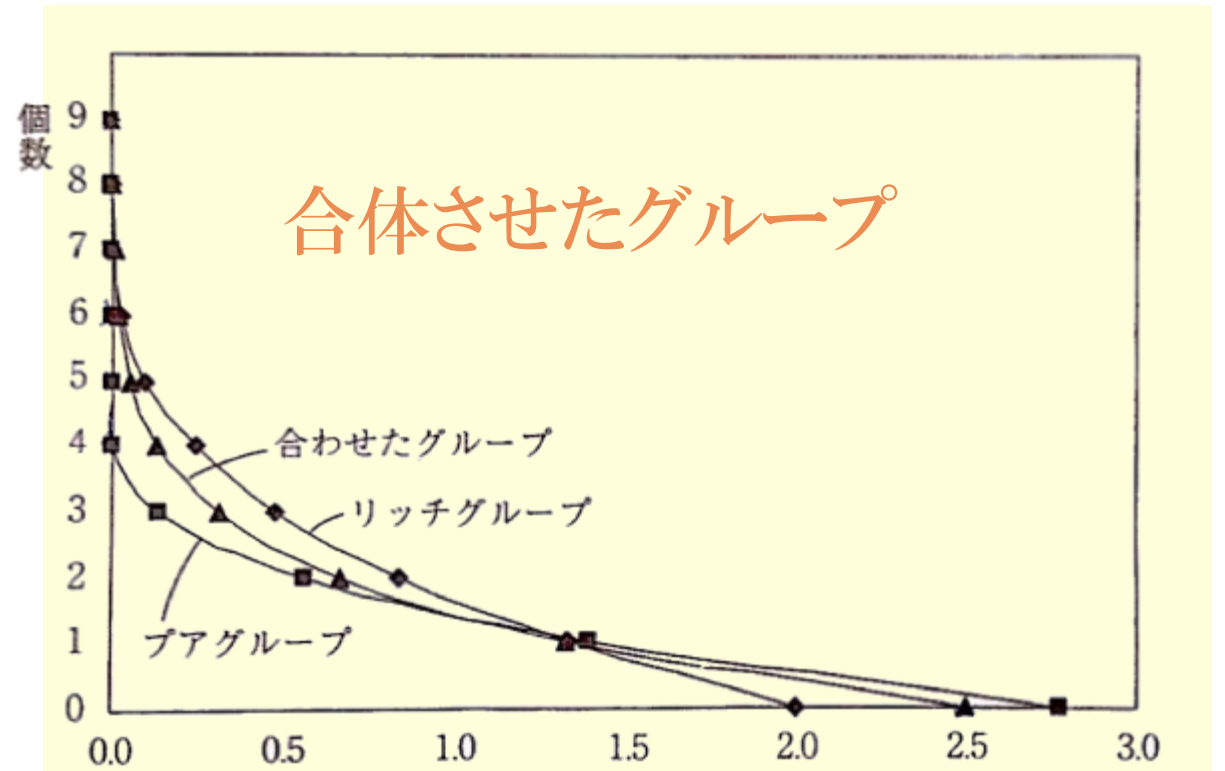
五人に六個のコインのグループ



個数 n	人数 $\times n$	平均人数	上段との比	場合の数 W
6	5	0.024		210
5	20	0.095	0.25	
4	50	0.24	0.40	
3	100	0.48	0.50	
2	175	0.83	0.59	
1	280	1.33	0.63	
0	420	2	0.67	

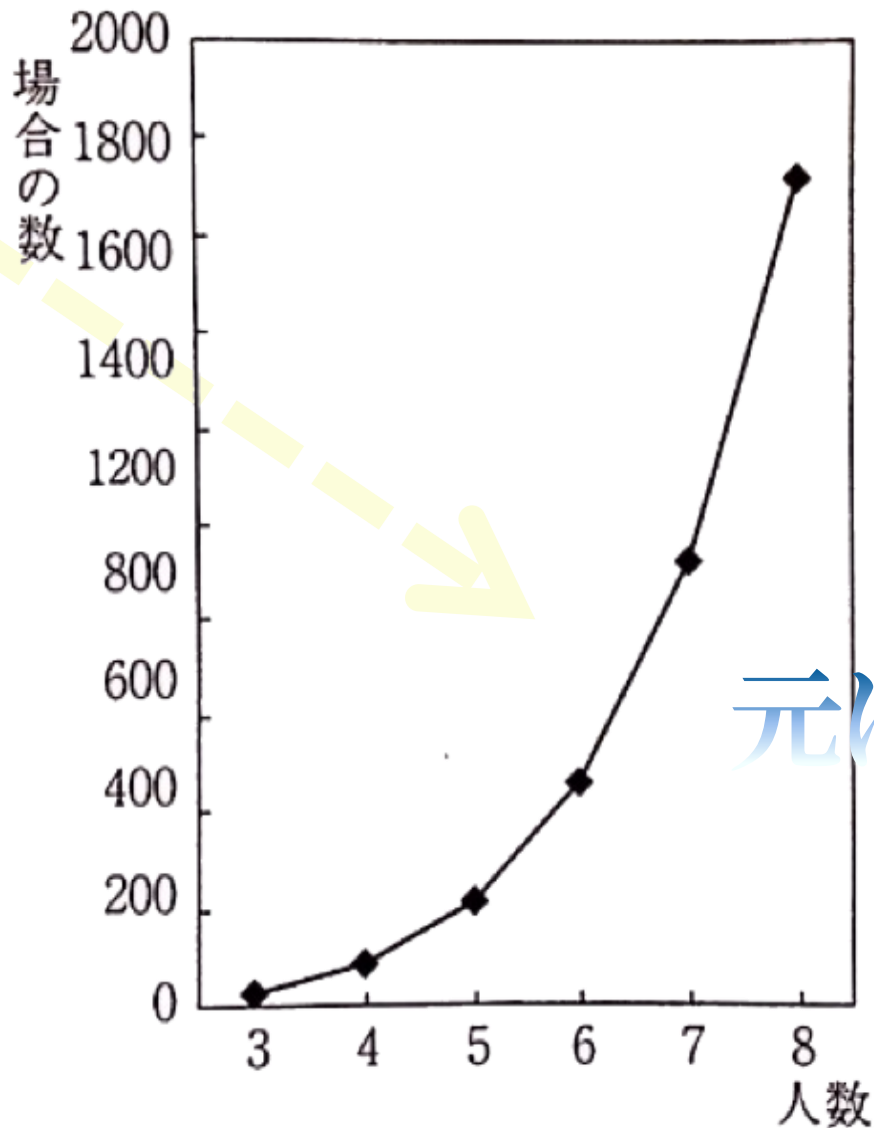
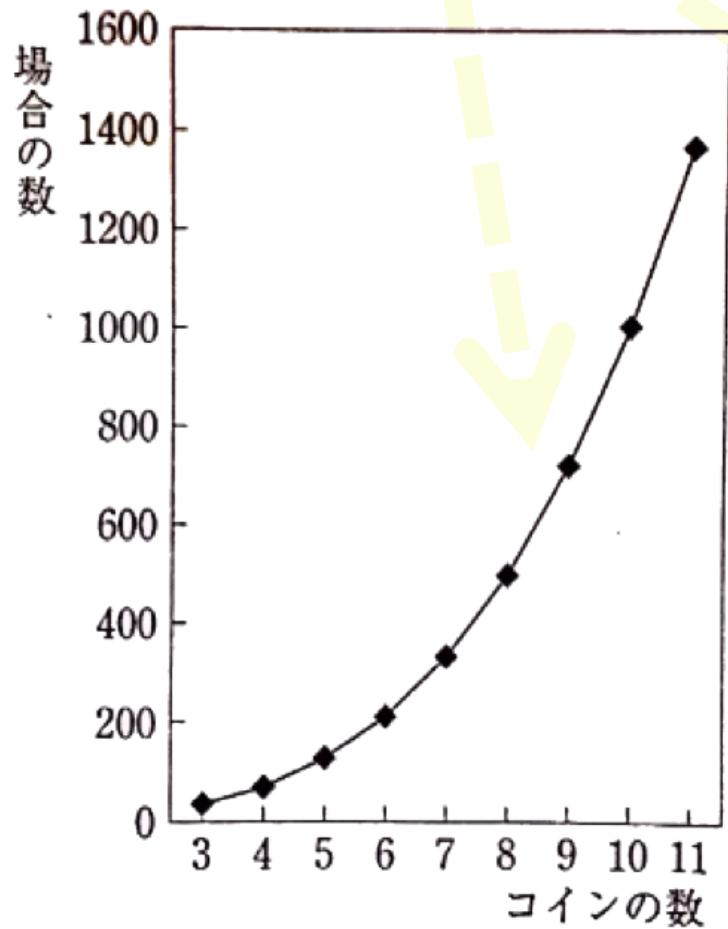
五人に三個のコインのグループ

個数 n	人数 $\times n$	平均人数	上段との比	場合の数 W
3	5	0.14		35
2	20	0.57	0.25	
1	50	1.43	0.40	
0	100	2.86	0.50	



個数 n	人数 $\times n$	平均人数	平均人数 / 2	場合の数 W'
9	10	0.0002	0.0001	48620
8	90	0.002	0.001	
7	450	0.009	0.005	
6	1650	0.034	0.017	
5	1650	0.102	0.050	
4	12870	0.265	0.132	
3	30030	0.618	0.309	
2	64350	1.32	0.662	
1	128700	2.65	1.323	
0	243100	5.00	2.500	

指数関数的に増大



高温の系
+ 低温の系
= 中間の系

ほぼ確実に
元には戻れない

謝辞

波田野彰先生(メンター)

神奈川総合高校 松浦美貴雄先生、

お世話になった先生方

日本科学協会の皆様

参考文献、引用

メンターテキスト

とことんやさしいエントロピーの本 (今日からモノ知りシリーズ)

石原 顕光 (著), 太田 健一郎 (監修)

高校数学でわかるボルツマンの原理—熱力学と統計力学を理解しよう 竹内 淳

科学者と技術者のための物理学 1a 1b 2 3

R・A・サーウェイ (著), 松村 博之 (翻訳)

物理学入門 原 康夫、基礎からの物理学 原康夫、

予備 * カルノーサイクルの熱効率

等温過程

$$a: P_a V_a = b: P_b V_b$$

$$c: P_c V_c = d: P_d V_d$$

断熱過程

$$b: P_b V_b^\gamma = c: P_c V_c^\gamma$$

$$d: P_d V_d^\gamma = a: P_a V_a^\gamma$$

$$P_a V_a^\gamma = P_a V_a V_a^{\gamma-1}$$

$$= P_b V_b V_a^{\gamma-1}$$

$$P_d V_d^\gamma = P_d V_d V_d^{\gamma-1}$$

$$= P_c V_c V_d^{\gamma-1}$$

$$\frac{V_a^{\gamma-1}}{V_d^{\gamma-1}} = \frac{V_b^{\gamma-1}}{V_c^{\gamma-1}}$$

$$\frac{V_a}{V_d} = \frac{V_b}{V_c}$$

$$\frac{W_{ab}}{W_{cd}} = \frac{nRT_a \int_{V_a}^{V_b} \frac{1}{V} dV}{nRT_c \int_{V_d}^{V_c} \frac{1}{V} dV}$$

$$= \frac{nRT_a \log \frac{V_b}{V_a}}{nRT_c \log \frac{V_c}{V_d}}$$

$$= \frac{T_a}{T_c}$$