

10. 熱機関

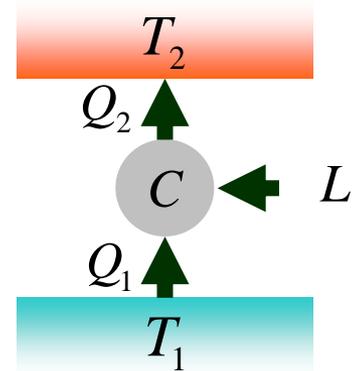
■ 熱機関の最大効率

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

■ 冷却器としての熱機関



カルノーサイクル

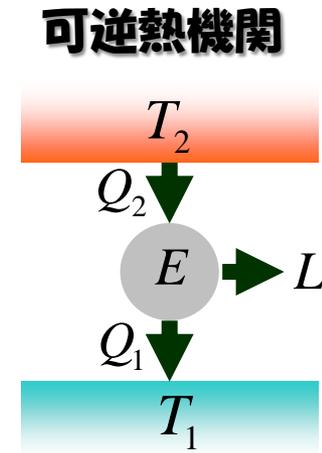


仕事 L によって、低温度の物体から Q_1 の熱を奪う熱機関

第IV章 エントロピー

11. サイクルの性質

■ の証明 (61)



● [証明]一つの可逆熱機関

(58)

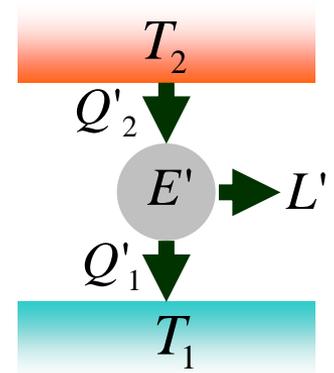


可逆熱機関であれば

と推測できる

● [証明]一つの熱機関(不可逆熱機関を含む)

(45)

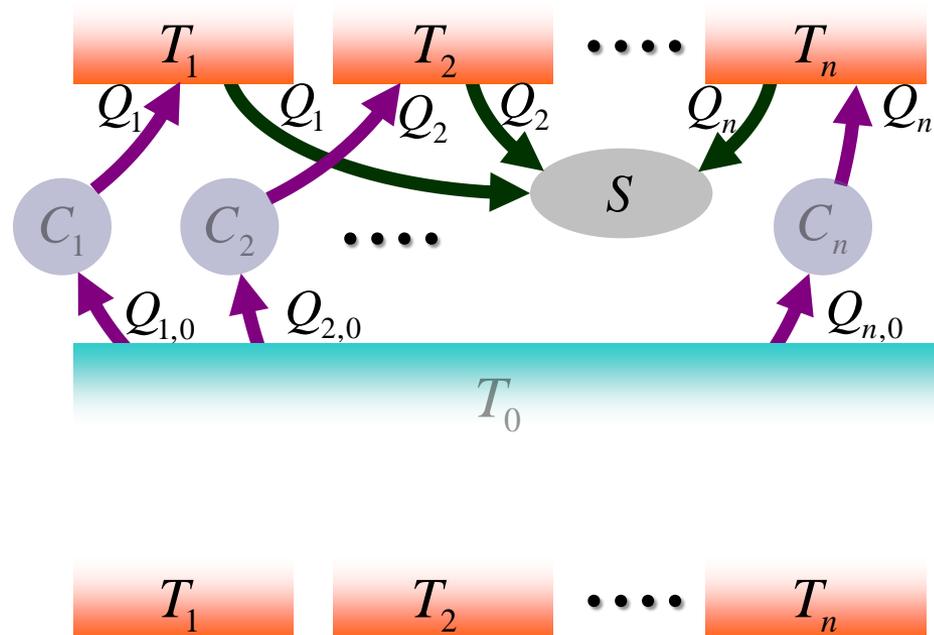


熱機関であれば

と推測できる

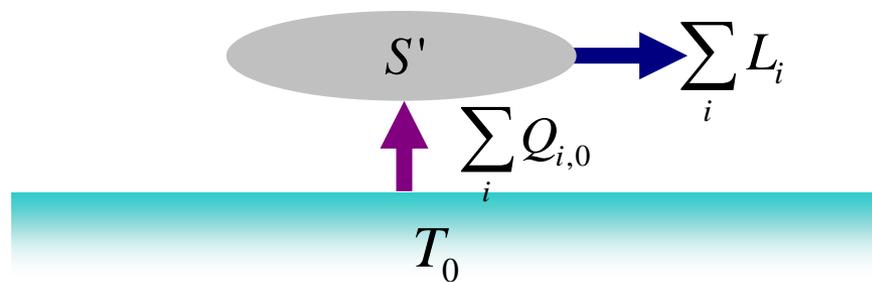
● [証明] 一般的な熱機関

(62)



$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$$

(63)



可逆サイクルの場合

S を逆向きに動かすと



この式と式(63)より

(64)

■ 熱源が無限個ある場合



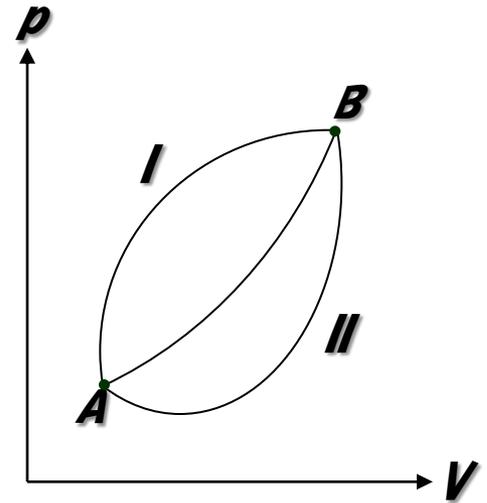
(65)

(66)

可逆サイクル

12. エントロピー

■ 可逆過程における



(67)

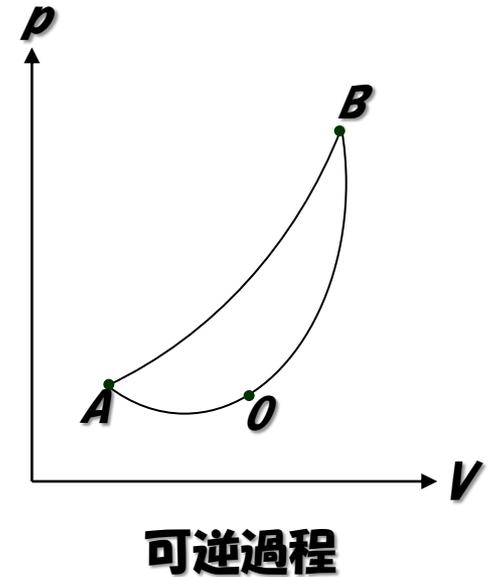
積分 $\int_A^B \frac{d'Q}{T}$ はAからBまでのすべての可逆過程に対して同一である。



$$S(A) = \int_0^A \frac{d'Q}{T} \quad (68)$$

(70)

$$S(B) - S(A) = \int_A^B \frac{d'Q}{T} \quad (69)$$



■ エントロピーの基準の取り方

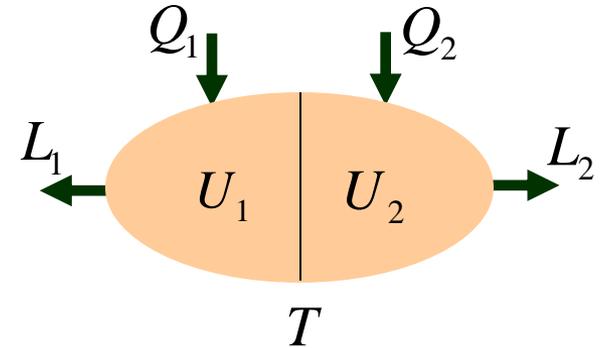
新しい基準 $0'$:

(71)

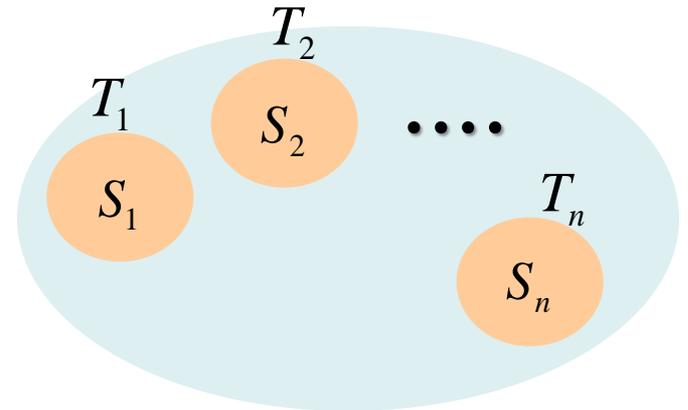
新しい基準 $0'$ は固定されているので、 $S(0')$ は定数

■ エントロピーの微分形と加算性

(72)



■ 系全体が平衡状態ではないが、各部分が平衡状態の場合



13. エントピーの性質

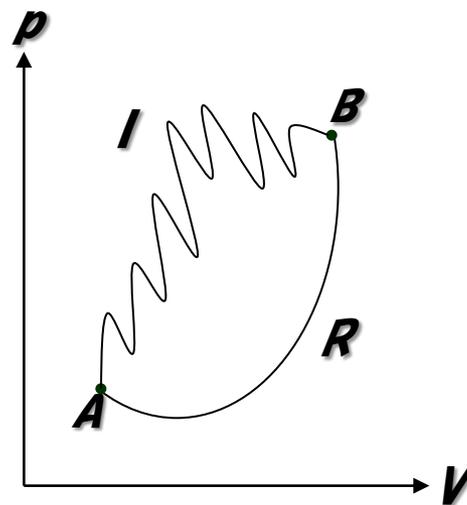
■ 不可逆過程のエントピー

可逆過程 R :

不可逆過程 I :

● [証明]

(73)

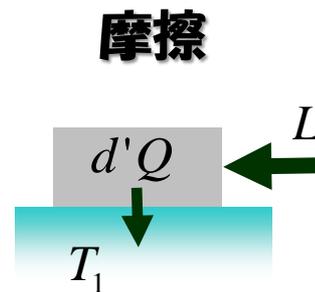
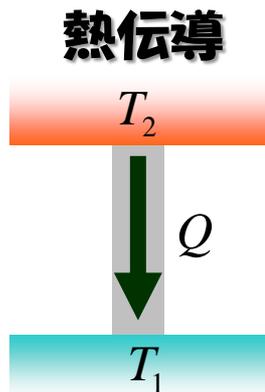


$$\left(\int_B^A \frac{d'Q}{T} \right)_R = S(A) - S(B)$$

■ 孤立系のエントロピー

(74) ←

- ・孤立系で起こるいかなる過程に対しても,
- ・過程が可逆であれば, エントロピー変化はない
- ・孤立系でエントロピー最大の状態が最も安定な状態



■ エントロピーの統計力学的解釈

$$(75) \quad \pi : \text{系の確率}$$

$$(76)$$

● エントロピーは系の確率の関数であると仮定

$$(77)$$

2つの部分からなる系:

全系のエントロピー:

全系の確率:

式(77)より

(78)

この式は全ての x, y で成り立つので,



テーラー展開

