

熱力学講義Ⅴ

20/06/17

§ 可逆過程

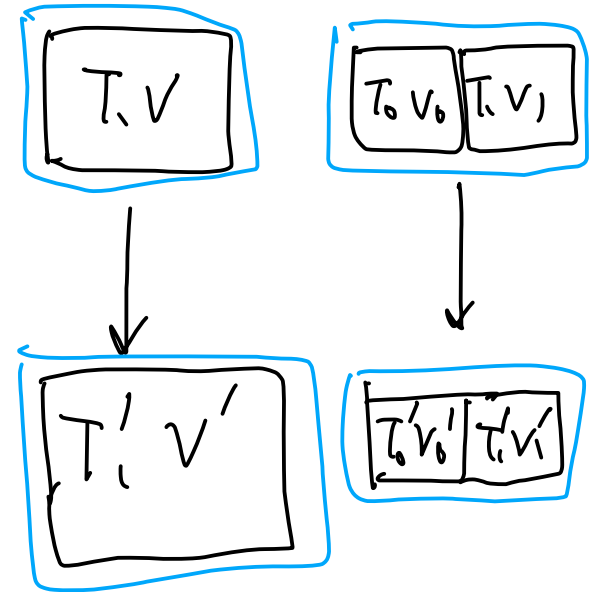
定義: 可逆過程

$$\Sigma = (T, V), \quad \Sigma' = \{(T_0, V_0), (T_1, V_1)\} \dots$$

$\Sigma \xrightarrow{a} \Sigma'$ に対し

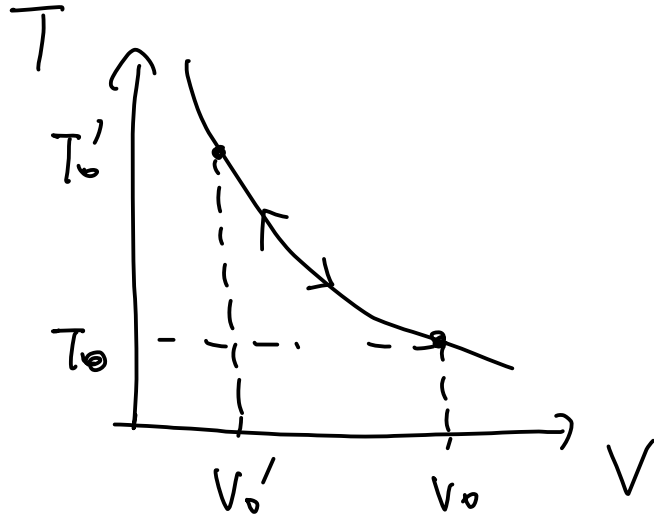
$\Sigma' \xrightarrow{a} \Sigma$ が実現するとき

$\Sigma \xrightarrow{a} \Sigma'$ を可逆過程



※ 断熱過程に限定 ※

§ 可逆過程の例



$$(T_0, V_0) \xrightarrow{\text{可逆}} (T_0', V_0')$$

は可逆過程である。

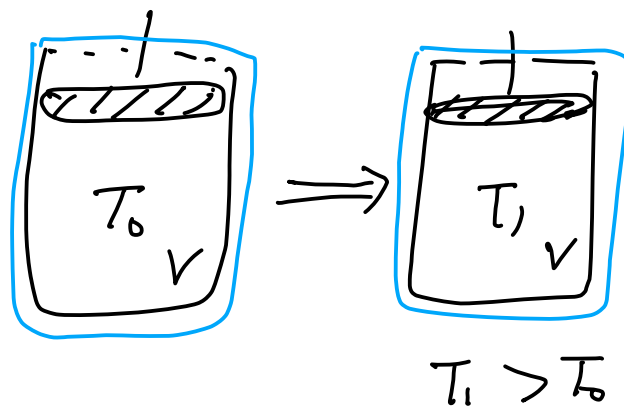
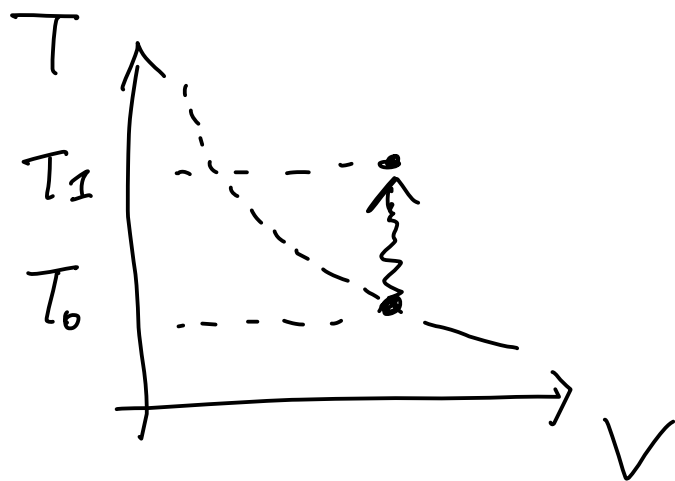
§ 不可逆過程

定義: $\Sigma \xrightarrow{a} \Sigma'$ は実現できるが,

$\Sigma' \xrightarrow{a} \Sigma$ は **どうやっても** 実現できないとき,

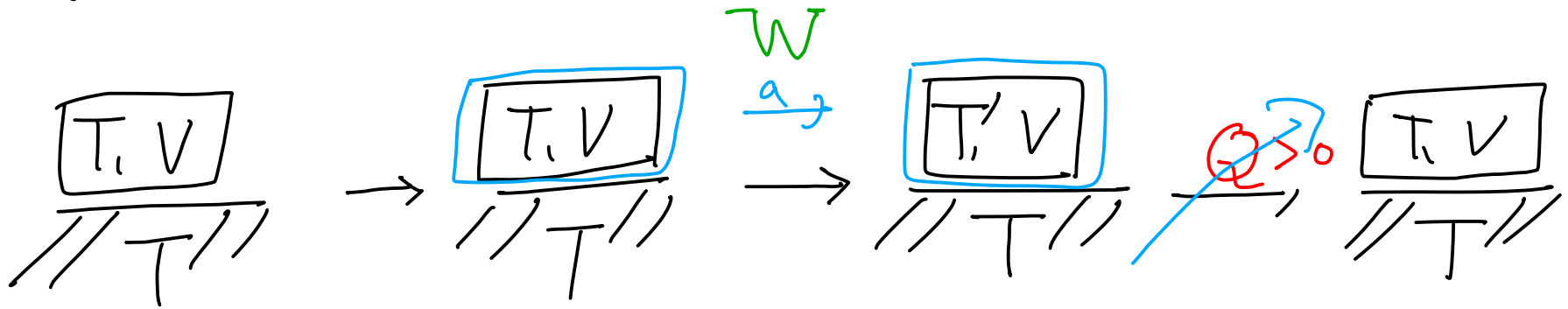
$\Sigma \xrightarrow{a} \Sigma'$ は不可逆過程

例



§ 証明

$(T, V) \xrightarrow{a} (T', V)$ $T' < T$ が実現可能である

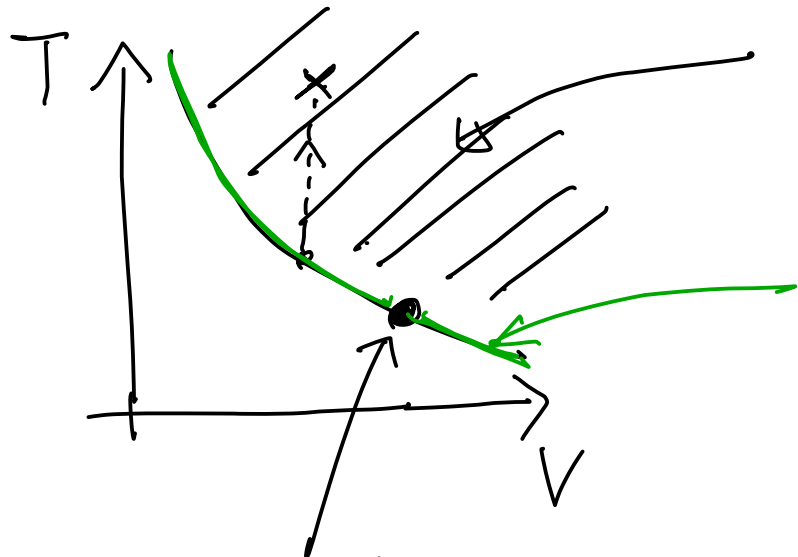


正の熱をもらうの2" 正の仕事と外にする

第2種永久機関!



§2.2のまとめ



不可逆過程で
到達できる状態

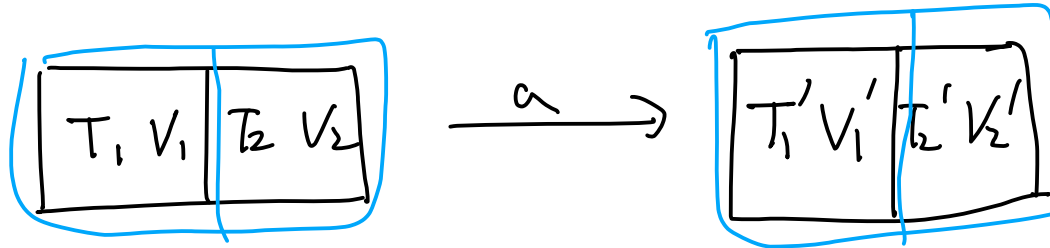
可逆過程で
到達できる状態

初期に
この状態とせよ

~ Intermission ~

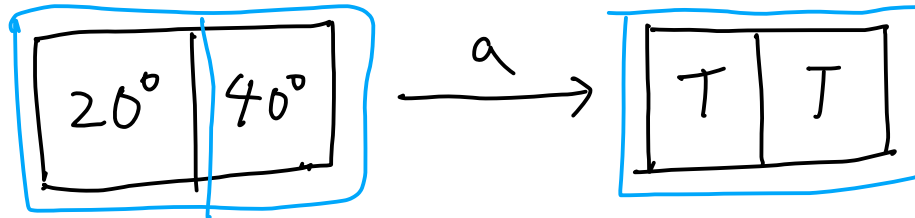
§ 一般の場合

例):



は実現可能? 可逆?

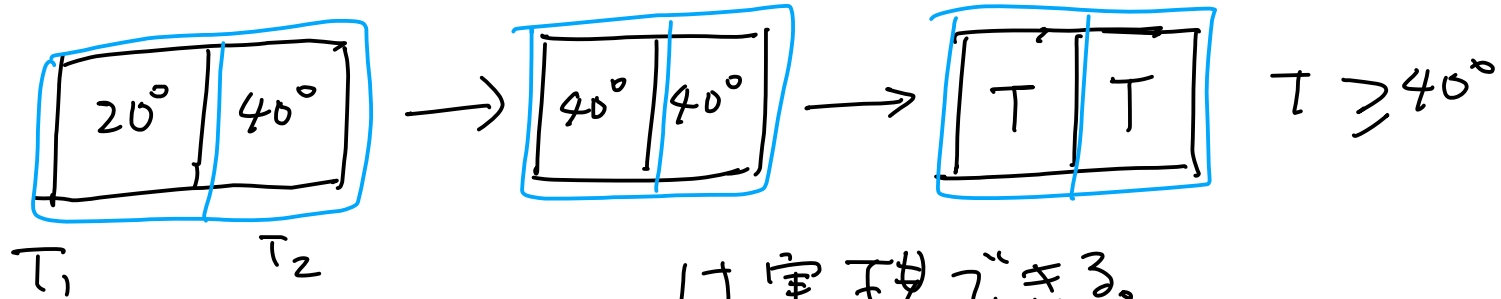
例の例: 理想気体



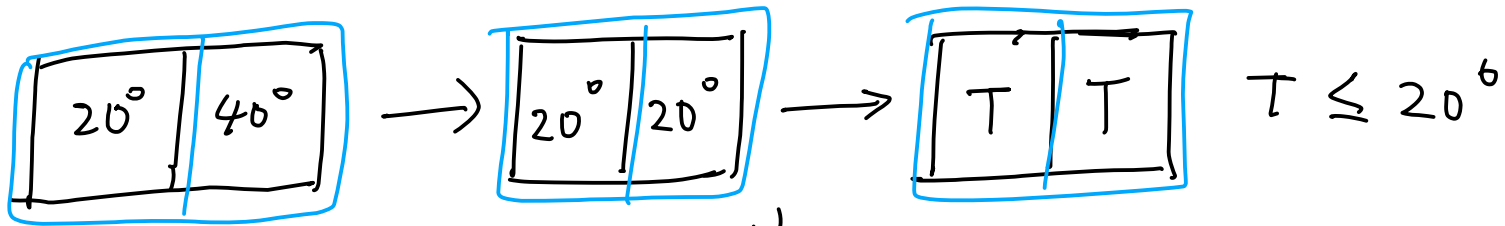
実現可能な T ?

可逆な T ?

考察

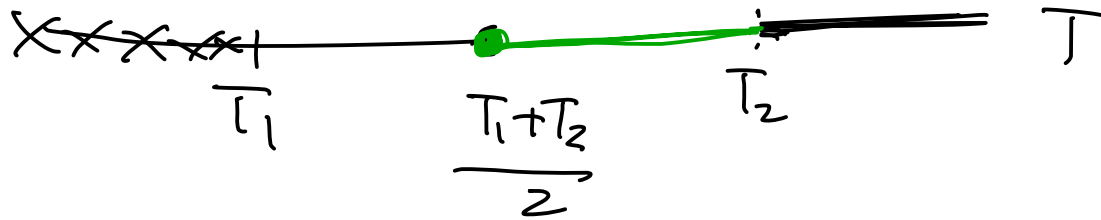


は実現できる。



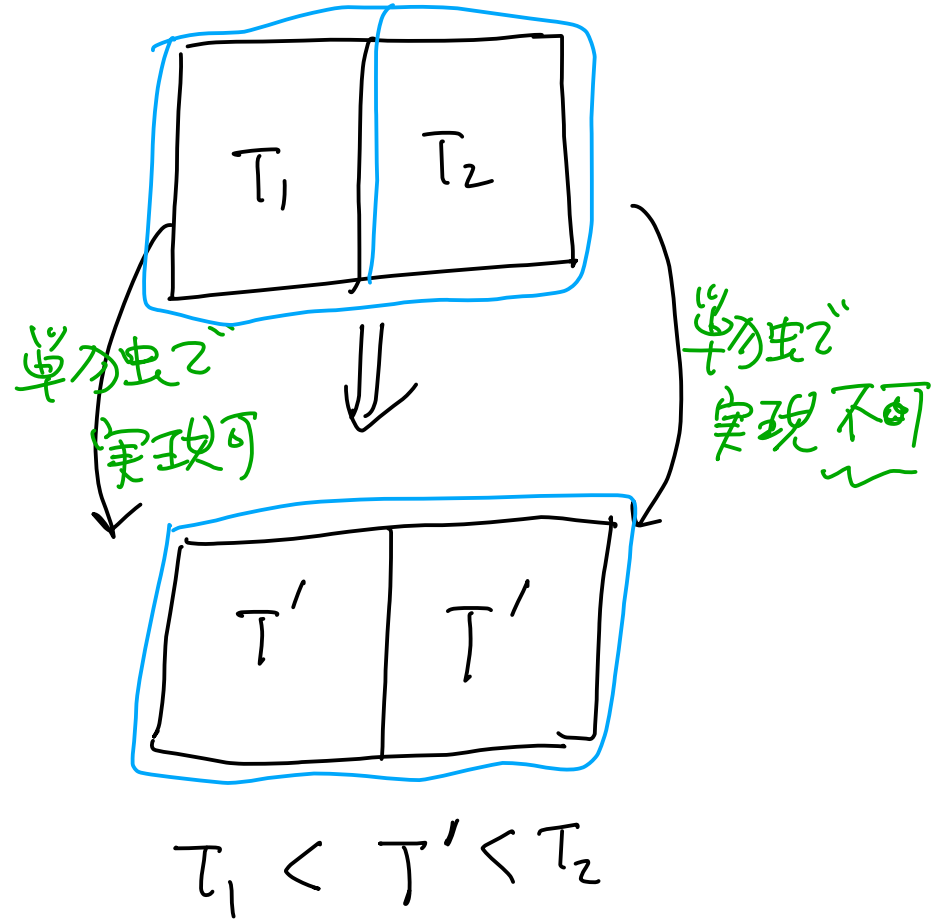
は実現できない。

さらに $T \geq 30^\circ$ は実現できる。



問題の本質

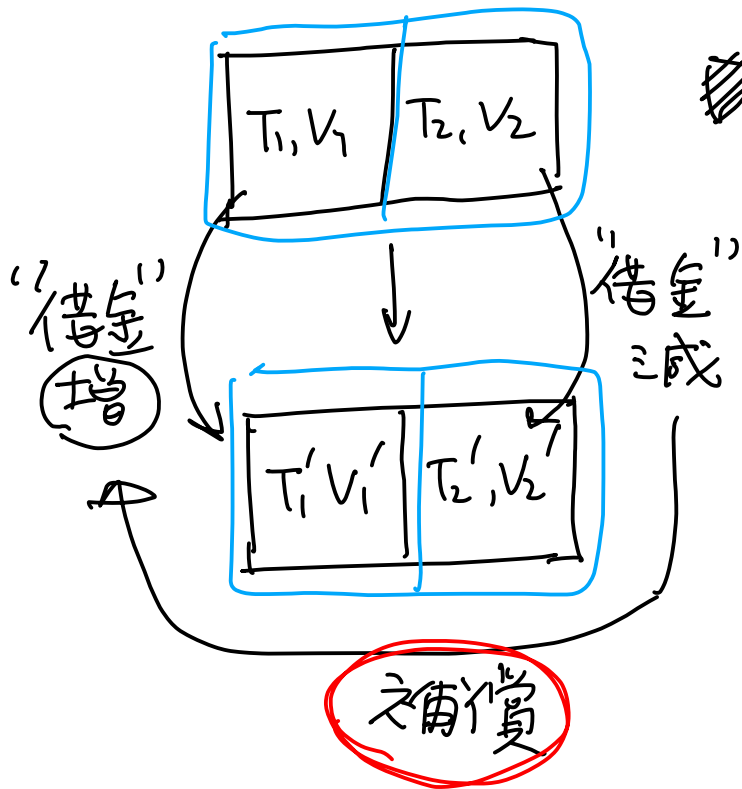
— 補償 —



単独で
実現不可能な
変化も

実現可能な
変化の「余力」
を伴って
実現。

2 類推: 負の資金 (借金)



全借金は減らすことが
できる。

借金は貸し借りか
できる

|||

全借金は各借金の和

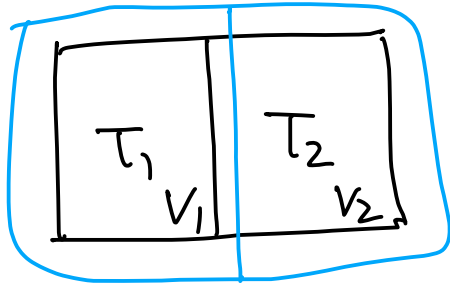
(T, V) の負の資金 $\Rightarrow S(T, V)$

$$S(T_1', V_1') + S(T_2', V_2') \geq S(T_1, V_1) + S(T_2, V_2)$$

§ 相加性

$$X = X_1 + X_2$$

全体は部分の和



$$U = U_1 + U_2$$

$$V = V_1 + V_2$$

内部エネルギーと体積は“相加性”を

満たす。



§ 定理

「断熱過程 $\Sigma \rightarrow \Sigma'$ が実現する

$\Leftrightarrow S(\Sigma) \leq S(\Sigma')$ 」 とする

相加性を満たす変数 S

が本質的に一意に存在する

(証明: 次回)

§ 結果

この物理量 S を

積分 \int とよぶ

~ Intermission ~

§ 示量変数, 示強変数

▷ 示量変数: 相加性 $X = X_1 + X_2$

示量性: $X(T, \lambda V; A, \lambda N) = \lambda X(T, V; A, N)$

λ 倍の2つをこて λ 倍

▷ 示強変数:

示強性 $Y(T, \lambda V; A, \lambda N) = Y(T, V; A, N)$

示量

U

V

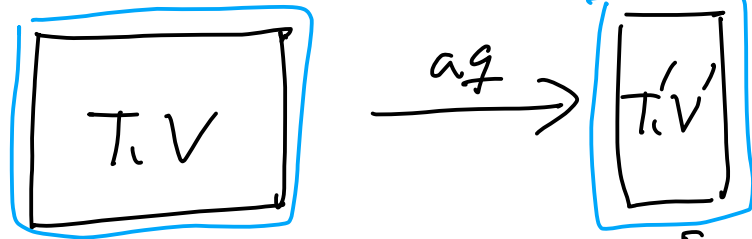
示強

T

P

S

§ 物理的意味



"借金" = 乱雑さ

▷ 散らばっている方が「乱雑さ」は大きい

▷ 運動が激しい方が「乱雑さ」は大きい

「乱雑さ」が保存する

⇒ 「散らばり具合」と「激しさ具合」

を 変換 に 比べる!!

Entropy

変換

(cf Youtube)

§ レポート

理想気体に対して

$$\boxed{(T_1, V) \mid (T_2, V)} \xrightarrow{ag} \boxed{(T_*, V) \mid (T_*, V)}$$

を構成し, $T_* = \sqrt{T_1 T_2}$

とたゞのこととを具体的に示せ。

