「熱力学～現代的な視点から」
（第８章まで）

攻略チャート

【要請2.1】等温環境での平衡状態
示量変数を固定して十分時間が経過すると、系は平衡状態に達する。平衡状態は示量変数の組の値だけで完全に決定される。 29P

式を覚えるのではなく、「流れ」を理解しよう。

【要請2.4】断熱系の平衡状態
断熱状態で十分時間が経過すると系はある平衡状態(T;X)に達する。Tは最初の状態だけで決まる。 33P

【要請2.2】環境と温度
環境を特徴できる温度という実数の量がある。平衡状態を左右するのは環境の温度だけである。 30P

【結果2.3】平衡状態の記述
系の平衡状態は、温度Tと示量変数Xの組の値で完全に区別できる。 31P

【要請3.1】Kelvinの原理
等温サイクルのする仕事は０以下である。 38P

【結果3.3】最大仕事の原理
最大仕事は等温準静操作の間に系が外部に行なう仕事に等しい。 45P

【結果3.2】
等温準静サイクルの行なう仕事は0である。 40P

【要請4.1】
示量変数の値を変えずに温度を上昇させる断熱操作が存在する
（この際外界から正の仕事が必要） 57P

【結果4.2】
(T;X)→(T';X')と(T';X')→(T;X)の断熱操作のうち少なくとも一方が実現できる。 58P

ヘルムホルツ自由エネルギーの定義
$$F(T;X)=W_{\max}(T;X\to X_0(T))$$ 47P

【要請4.3】
断熱操作の間に系が外界にする仕事は始めと終わりの平衡状態だけで決まる。 59P

内部エネルギーの定義
$$U(T;X)=W_{\mathrm{ad}}\left((T;X)\to(T^*;X^*)\right)$$ 61P

$X_0(T)$ は、後で決めるFの基準点

【結果4.4】
示量変数Xを固定した時、エネルギーは温度の増加関数である。 63P

【定義5.1】
等温操作での吸熱量の定義
$$Q=W+U(T;X')-U(T;X)$$ 72P

【結果5.3】
熱機関の効率の上限 87P

【結果5.2】
カルノーの定理
$$\frac{Q_{\mathrm{in}}}{T_{\mathrm{in}}}=\frac{Q_{\mathrm{out}}}{T_{\mathrm{out}}}$$ 75P

【結果6.1＆6.2】
断熱準静操作なら、エントロピーの変化は0および、その逆 95P

エントロピーの定義
$$\frac{U-F}{T}=S$$ 92P

エントロピーが断熱準静操作で変化しないようにする
↓
$X_0(T)$ の決定 94P

【結果6.3】
エントロピーは温度の増加関数
かつ
$$\frac{\partial U(T;X)}{\partial T}=T\frac{\partial S(T;X)}{\partial T}$$ 96P

エントロピー増大則 110P

【結果6.4】Planckの原理
示量変数を固定したまま温度を上げる操作は不可逆である。 100P

【要請3.1】

Eulerの関係式
$$F=-Vp+N\mu$$ 121P

内部エネルギーの全微分
$$\mathrm{d}U=T\mathrm{d}S-P\mathrm{d}V+\mu\mathrm{d}N$$

ヘルムホルツ自由エネルギーの全微分
$$\mathrm{d}F=-S\mathrm{d}T-P\mathrm{d}V+\mu\mathrm{d}N$$ 122P

化学ポテンシャル 120P

$$\frac{\partial T(S,V,N)}{\partial V}=-\frac{\partial P(S,V,N)}{\partial S}$$

$$\frac{\partial T(S,V,N)}{\partial N}=\frac{\partial \mu(S,V,N)}{\partial S}$$

$$\frac{\partial S(T,V,N)}{\partial V}=\frac{\partial P(T,V,N)}{\partial T}$$ 125P

$$-\frac{\partial S(T,V,N)}{\partial N}=\frac{\partial \mu(T,V,N)}{\partial T}$$

$$-\frac{\partial P(S,V,N)}{\partial N}=\frac{\partial \mu(S,V,N)}{\partial V}$$

$$-\frac{\partial P(T,V,N)}{\partial N}=\frac{\partial \mu(T,V,N)}{\partial V}$$

エネルギー方程式 125P

エンタルピーの全微分
$$\mathrm{d}H=T\mathrm{d}S+V\mathrm{d}P+\mu\mathrm{d}N$$ 143P

ギッブス自由エネルギーの全微分
$$\mathrm{d}G=-S\mathrm{d}T+V\mathrm{d}P+\mu\mathrm{d}N$$ 153P

⇔ は、ルジャンドル変換 270P

変分原理と変化の向き 128P

その他Maxwell関係式

相転移と相の共存 134P

ヘルムホルツ自由エネルギーの凸性 129P

つりあいの条件 131P

Clapeyronの関係 139P

詳細は教科書を確認すること！