

例題 2 (ビー玉を用いた熱機関の模型)

図は、ビー玉、試験管、シリンジ、シリコンチューブ等を用いて作ることのできる熱機関の模型を示す。

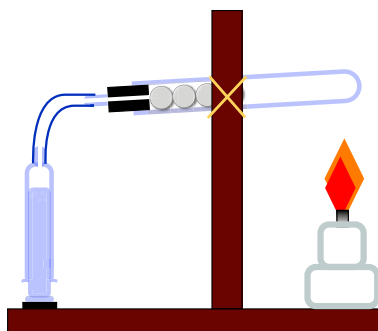


図 1: ビー玉を用いた熱機関の模型のサイクル

1. 作業物質の状態変化に着目して、この熱機関の動作を説明せよ。
2. この熱機関のサイクルの特徴を、作業物質の状態変化に着目して、準静的サイクルによって表してみよ。

(解答例)

1. この熱機関の作業物質は、試験管とシリンジの内部に封入された空気である。この作業物質の系は透熱壁(試験管、シリンジ、シリコンチューブ)で囲まれており、大気と熱のやり取りができる。シリンジはピストンに沿って上下に運動できるため、空気の体積には拘束はない。

この熱機関のサイクルは、次の4つの過程からなる：

- (1) 試験管の先の部分にある空気は、アルコールランプによって加熱される。
- (2) 空気は膨張し、シリンジが押し上げられて、ビー玉は試験管の先の方へ、空気は試験管の口の方へ移動する。
- (3) 試験管の口の部分にある空気は冷却される。
- (4) 空気は収縮し、シリンジが押し下げられて、ビー玉は試験管の口の方へ、空気は試験管の先の方へ移動する。

ここで、アルコールランプは高温の熱源、大気は低温の熱源とみなすことができる。また、シリンジ、シリコンチューブ、試験管およびビー玉は、作業物質が仕事をおこなう力学系をなしている。これらが、作業物質の外界を構成している。

2. この熱機関の加熱過程(1)、冷却過程(3)においては、作業物質の体積が変化していないとみなして、準静的定積過程とする。膨張過程(2)、収縮過程(4)においては、作業物質の温度は変化していないとみなして、準静的等温過程とする。これらの簡

単化によって得られる準静的なサイクルを VT 平面, Vp 平面上に表すと, 図2のようになる。

この準静的なサイクルは, スターリングが考案したエンジンのサイクルを表すものとして, スターリングサイクルと呼ばれることがある。

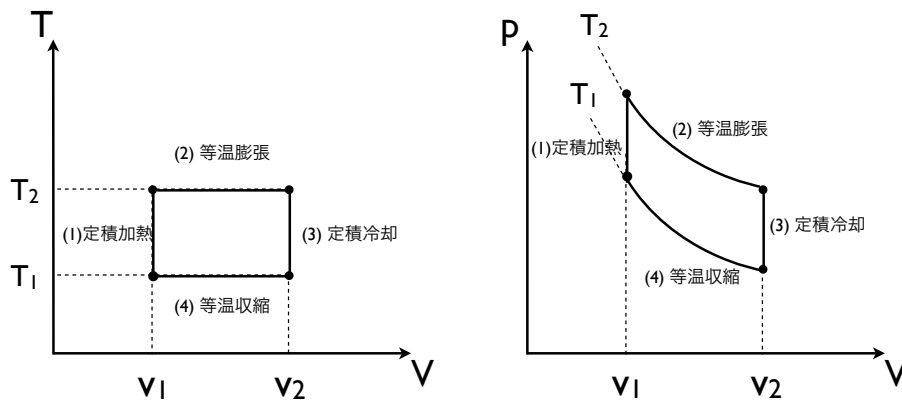


図 2: ビー玉を用いた熱機関の模型の準静的サイクル (スターリングサイクル)