

ベルヌーイの法則

大気科学演習A 用語説明 1回目

2018.5.1 土屋智紀

ベルヌーイの法則 (定理) とは

完全流体¹の定常流²において、以下の和が保存されること。

- 運動エネルギー
- 圧力
- 位置エネルギー

流体の力学的
エネルギー保存則
に対応



流体の運動を
考える上で重要！

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p + \rho g z = \text{const.}$$

ρ : 密度 v : 速度 p : 圧力 g : 重力加速度 z : 鉛直方向座標

1. 粘性がない(摩擦が発生しない)理想的な流体。
2. 時間によって変化しない流れ。

導出

力学的エネルギー
変化



断面1にやってくる
流体から押し出さ
れる仕事



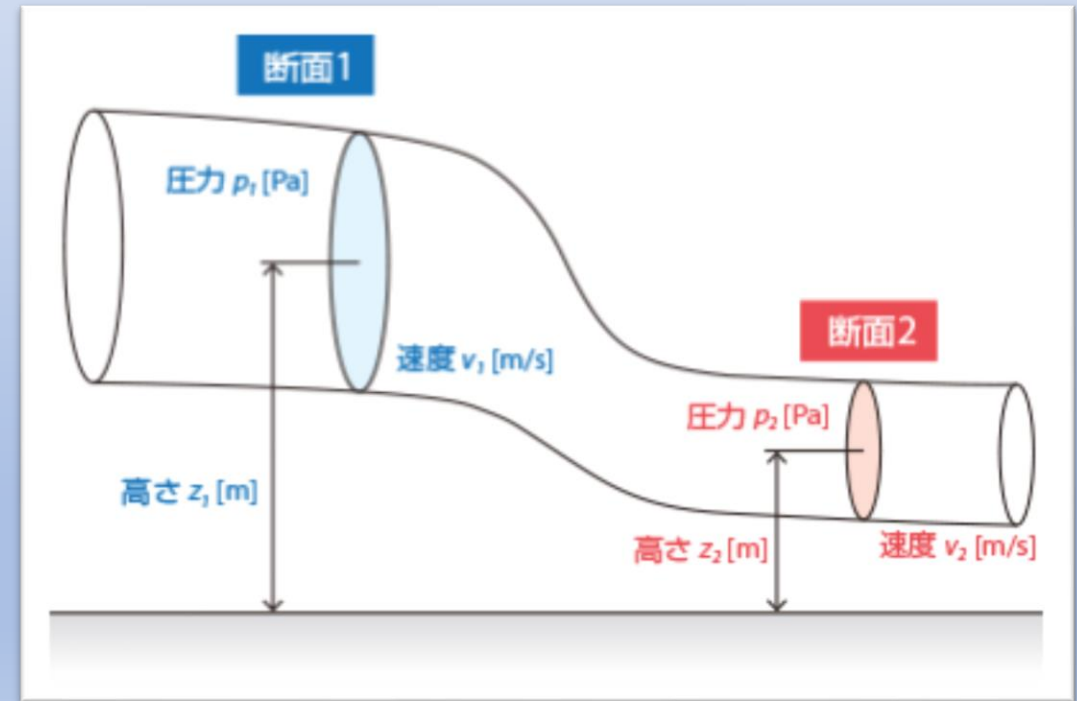
断面2にあった
流体を押しのけ
る仕事



保存！

$$\frac{1}{2}\rho u_1^2 V_1 + \rho g z_1 V_1 + p_1 V_1$$

$$= \frac{1}{2}\rho u_2^2 V_2 + \rho g z_2 V_2 + p_2 V_2$$



V : 体積 全項を V で割れば、前スライドの式となる。

身近な例(1) トンネル内の新幹線

『新幹線がトンネルに入ると、
耳が痛くなる。』

- i. 車両がトンネルに入る。
- ii. トンネル内の空気の流速が大きくなる。
- iii. 空気が車両に与える圧力が小さくなる。
- iv. 車内の気圧が下がる。
- v. 鼓膜における外圧と内圧のバランスが変化し、耳が痛くなる。

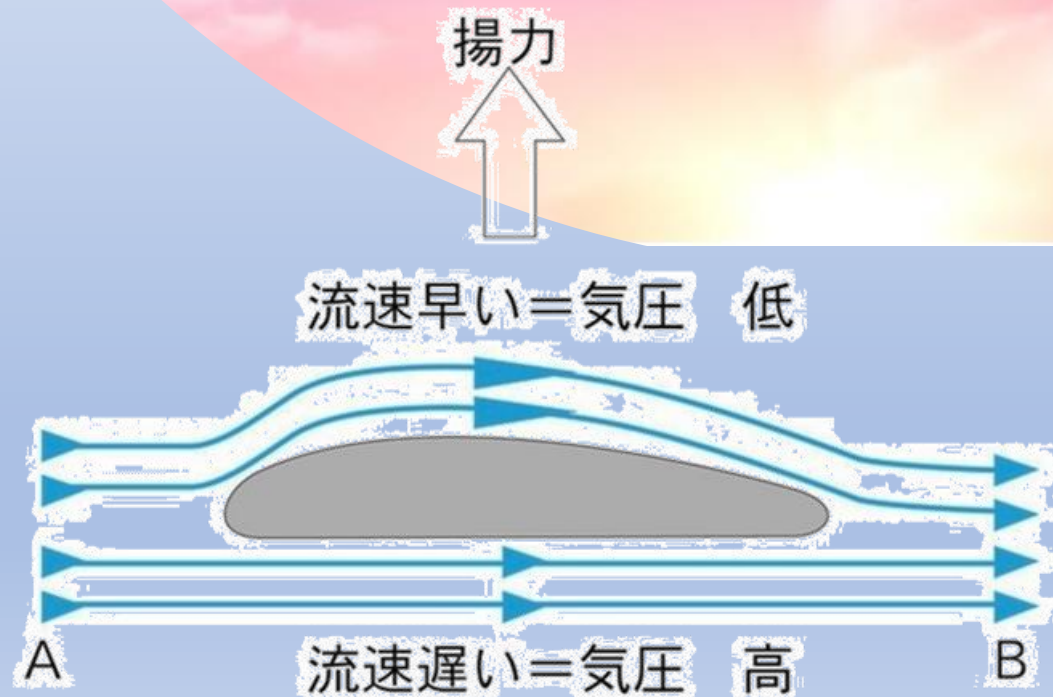


身近な例(2) 飛行機が飛ぶ原理

『翼まわりで揚力が発生する。』

- i. 同着の原理¹により、翼の上部を流れる大気の流速は、下部を流れる大気に対して流速が速い。
- ii. 上部の気圧が下部に対して低くなる。
- iii. 揚力発生

1. A地点を通過した空気は、翼の上部と下部どちらを流れても同時にB地点に到達する、という仮定。詳しくは未だ解明されていない。



もっと身近な例

『2枚の紙の間に息を吹き込む』

2枚の紙を平行に垂らして、

その間に息を吹き込む。



2枚とも内側に引きつけられるはず！

参考資料

- 谷口伸彦, 『連続体物理学講義ノート』 .
- 「もっと知りたい！熱流体解析の基礎 | ソフトウェアクレイドル」,
<http://www.cradle.co.jp/tec/column06/021.html>.
- 「ベルヌーイの定理の一般論」,
<http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~hisao.hayakawa/lec/ber/node1.html>.