

kind of thesis

T I T L E

sub title (or English title)

2022 年 11 月 14 日

DEPARTMENT

Author Name

Table of Contents

1. First section.....	3
2. 次の節	3
2.1. Boltzmann 方程式	
References	4
付録	5
A. これが付録	

1. First section

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. See 図 1.1[2].

2. 次の節

吾輩は猫である。名前はまだ無い。

どこで生れたかとうんと見当がつかぬ。何でも薄暗いじめじめした所でニャーニャー泣いていた事だけは記憶している。吾輩はここで始めて人間というものを見た。しかもあとで聞くとそれは書生という人間中で一番獰悪な種族であったそうだ。この書生というのは時々我々を捕まえて煮て食うという話である。しかしその当時は何という考もなかったから別段恐しいとも思わなかった。ただ彼の掌に載せられてスーと持ち上げられた時何だかフワフワした感じがあっただけである。掌の上で少し落ちついて書生の顔を見たのがいわゆる人間というものを見始めであろう。この時妙なものだと思った感じが今でも残っている。第一毛をもって装飾されべきはずの顔がつるつるしてまるで薬缶だ。その後猫にもだいぶ逢ったがこんな片輪には一度も出会った事がない。のみならず顔の真中があまりに突起している。そうしてその穴の中から時々ぷうぷうと煙を吹く。どうも咽せばくて実に弱った。これが人間の飲む煙草というものである事はようやくこの頃知った。

2.1. Boltzmann 方程式

希薄気体の支配方程式は Boltzmann 方程式と呼ばれ、外力がない場合には次のように表される [1].

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \xi \cdot \frac{\partial f}{\partial \mathbf{x}} = J[f], \quad (2.1)$$

$$J[f] = \int_{|\xi| < \infty, |\alpha|=1} [f(\xi')f(\zeta') - f(\xi)f(\zeta)] \left(\frac{d_m^2}{2} |\mathbf{V} \cdot \alpha| \right) d\Omega(\alpha) d\zeta,$$

$$\mathbf{V} = \zeta - \xi, \quad \xi' = \xi + (\mathbf{V} \cdot \alpha) \alpha, \quad \zeta' = \zeta + (\mathbf{V} \cdot \alpha) \alpha.$$



図 1.1. The L^AT_EX project's logo.

表 1.1. 排他的論理和

X	Y	$X \text{ xor } Y$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

2. 次の節

ここで, \mathbf{x} は空間 3 次元の位置座標, $\boldsymbol{\xi}$ は気体分子の速度ベクトル, t は時刻, $f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t)$ は速度分布関数, $J[f]$ は衝突項である. また, $\partial f / \partial \mathbf{x} = (\partial f / \partial x, \partial f / \partial y, \partial f / \partial z)^\top$ を表すものとする. ここで $^\top$ は転置を表す. d_m は気体分子の直径, α は分子の衝突パラメータ, $d\Omega(\alpha)$ は立体角素である. 気体の巨視的物理量は速度分布関数 $f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t)$ に関する積分によって表される. 気体の数密度 n , 流速 \mathbf{v} , 温度 T , 応力テンソル p_{ij} はそれぞれ

$$n(\mathbf{x}, t) = \int_{|\boldsymbol{\xi}| < \infty} f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t) d\boldsymbol{\xi}, \quad (2.2 \text{ a})$$

$$n\mathbf{v}(\mathbf{x}, t) = \int_{|\boldsymbol{\xi}| < \infty} \boldsymbol{\xi} f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t) d\boldsymbol{\xi}, \quad (2.2 \text{ b})$$

$$\frac{3}{2} \kappa n T(\mathbf{x}, t) = \int_{|\boldsymbol{\xi}| < \infty} \frac{m}{2} |\boldsymbol{\xi} - \mathbf{v}|^2 f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t) d\boldsymbol{\xi}, \quad (2.2 \text{ c})$$

$$(p_{ij} + \rho v_i v_j)(\mathbf{x}, t) = \int_{|\boldsymbol{\xi}| < \infty} m \xi_i \xi_j f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\xi}, t) d\boldsymbol{\xi} \quad (2.2 \text{ d})$$

によって得られる. なお, κ はボルツマン定数, m は分子の質量, $\rho = mn$ は気体の密度である. 今後, 気体は単原子分子の理想気体とすると, 気体の圧力 p は

$$p = \kappa n T \quad (2.2 \text{ e})$$

となる.

References

- [1] Carlo Cercignani. “The boltzmann equation”. In: *The Boltzmann equation and its applications*. Springer, 1988, pp. 40–103 (cit. on p. 3).
- [2] Leslie Lamport. *LaTeX: A document preparation system, User’s guide and reference manual*. Addison Wesley, 1994 (cit. on p. 3).

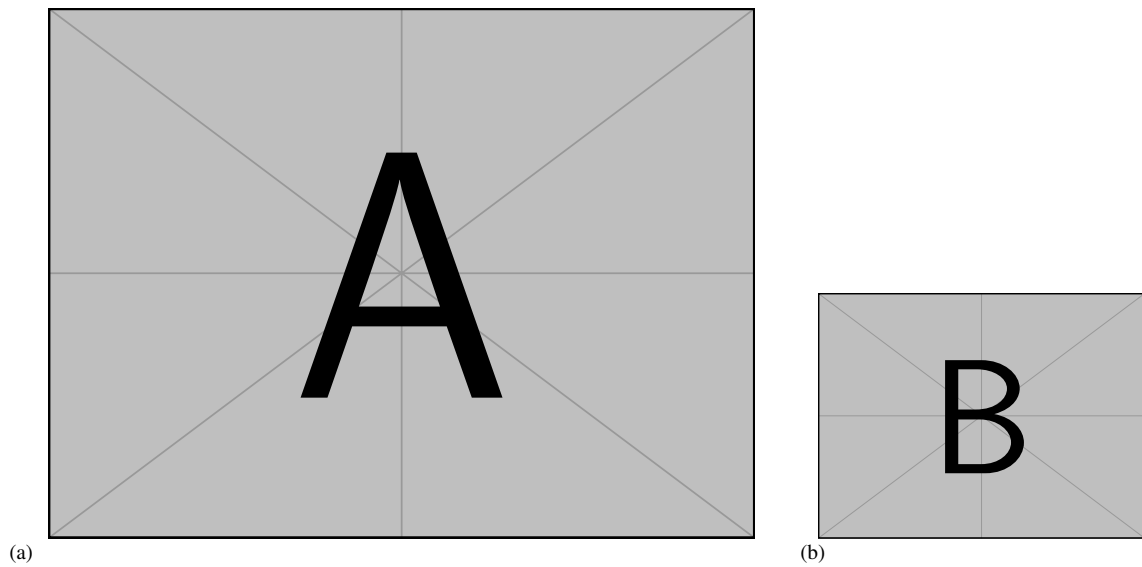


図 2.1. Example images whose widths are (a) 0.65 $\backslash\text{linewidth}$ and (b) 0.3 $\backslash\text{linewidth}$, respectively.

付録

A. これが付録

表 A.1 参照.

表 A.1. foo

ほげほげ	hoge
Hello	World

List of Figures

圖 1.1. The \LaTeX project's logo.

圖 2.1. short caption.

List of Tables

表 1.1. 排他的論理和

表 A.1. foo