統計力学 (朝倉書店)　訂正

2009 年 6 月 22 日 土井正男

第 2 版の誤り

1. p167 式 (9.25)

   誤

   $$\ln\left(\frac{1+m}{1-m}\right) = \beta z J m \tag{1}$$

   正

   $$\ln\left(\frac{1+m}{1-m}\right) = 2\beta z J m \tag{2}$$

2. p169 式 (9.29)

   誤

   $$\chi = \frac{1}{1-\frac{T}{T_c}}\frac{N\mu^2}{k_B T} \tag{3}$$

   正

   $$\chi = \frac{1}{1-\frac{T_c}{T}}\frac{N\mu^2}{k_B T} \tag{4}$$

3. p216 の最後の文章から p217 の式（42）まで x_0 を x_0/v_B 置き換える。

   誤

   風船の体積が V となったときに、浸透圧は $x_0 V_0 k_B T/V$ となる。よって

   $$\frac{x_0 V_0 k_B T}{V} = k(V - V_0) \tag{5}$$

   これを解いて V を求めると

   $$V = \frac{V_0}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4x_0 k_B T}{kV_0}}\right) \tag{6}$$

   正

   風船の体積が V となったときに、浸透圧は $x_0 V_0 k_B T/V v_B$ となる。よって

   $$\frac{x_0 V_0 k_B T}{V v_B} = k(V - V_0) \tag{7}$$

   これを解いて V を求めると

   $$V = \frac{V_0}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4x_0 k_B T}{kV_0 v_B}}\right) \tag{8}$$

初版（2006年4月10日発行）の誤り

1. p9 図 1.4 の説明
   誤　確率分布関数 $Q(x)$ と確率密度分布関数 $P(x)$
   正　累積確率分布関数 $Q(x)$ と確率密度関数 $P(x)$

2. p10 式 (1.27) の下 $(2n+1)!!$ は $(2n+1)!$ の間違いです。
   誤 右辺はテーラー展開により $\sum_{n=0}(-1)^n(\xi L)^{2n}/(2n+1)!!$ と書くことができるので X の偶数次のモーメントは次のように計算できる。
$$\langle X^{2n}\rangle = \frac{L^{2n}}{(2n+1)!!} \tag{9}$$
   正 右辺はテーラー展開により $\sum_{n=0}(-1)^n(\xi L)^{2n}/(2n+1)!$ と書くことができるので X の偶数次のモーメントは次のように計算できる。
$$\langle X^{2n}\rangle = \frac{L^{2n}}{(2n+1)!} \tag{10}$$

3. p17 式 (1.53) の P_n の規格化定数に間違いがあります
   誤
$$P_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi Np^2}}\exp\left[-\frac{(n-Np)^2}{2Npq}\right] \tag{11}$$
   正
$$P_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi Npq}}\exp\left[-\frac{(n-Np)^2}{2Npq}\right] \tag{12}$$

4. p23 式 (1.92) の $P(X)$ の右辺の x は X の間違いです。
   誤
$$P(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi N\sigma^2}}\exp\left(-\frac{(x-Nm)^2}{2N\sigma^2}\right) \tag{13}$$
   正
$$P(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi N\sigma^2}}\exp\left(-\frac{(X-Nm)^2}{2N\sigma^2}\right) \tag{14}$$

5. p26 式 (2.4) の左辺に誤植があります。
   誤
$$m\frac{d^2x}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial x} \tag{15}$$
   正
$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{\partial U}{\partial x} \tag{16}$$

6. p29 式 (2.15) について
   式（2.15）の積分は 0 から L まで行われますので、式の展開は正確には次のようになります。
$$\begin{aligned}\int_0^L dx\left(\frac{\partial U}{\partial L}\right)\frac{1}{\sqrt{2(E-U(x;L))/m}} &= -\sqrt{2m}\frac{\partial}{\partial L}\left(\int_0^L dx\sqrt{E-U(x;L)}\right)+\sqrt{2m}\sqrt{E-U(L;L)} \\ &= -\sqrt{2m}\frac{\partial}{\partial L}\left(\int_0^L dx\sqrt{E-U(x;L)}\right) \end{aligned} \tag{17}$$
   ここで $E = U(L, L)$ を用いました。

7.　p30 式 (2.22) の右辺には係数 $2m$ がかかります。

誤

$$P(x,p) = \frac{1}{T_p}\delta\left(p^2 - 2m(E - U(x))\right) \tag{18}$$

正

$$P(x,p) = \frac{2m}{T_p}\delta\left(p^2 - 2m(E - U(x))\right) \tag{19}$$

6. p38 式 (2.54)：|　 | でくくったものは行列ではなく行列式を表しますから正確には次のようにすべきです。

誤

$$\boldsymbol{J} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{J}^{Qq} & \boldsymbol{J}^{Qp} \\ \boldsymbol{J}^{Pq} & \boldsymbol{J}^{Pp} \end{vmatrix} \tag{20}$$

正

$$\boldsymbol{J} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{J}^{Qq} & \boldsymbol{J}^{Qp} \\ \boldsymbol{J}^{Pq} & \boldsymbol{J}^{Pp} \end{pmatrix} \tag{21}$$

8.　式（2.59) の導出が分かりにくという声を聞きます。丁寧にやれば以下のようになります。

運動エネルギーは一般化速度 $(\dot{q}_1, \dot{q}_2, ...\dot{q}_f) = \{\dot{q}\}$ の 2 次形式で表されるので、次のように書ける。

$$K = \frac{1}{2}\sum_{ij} K_{ij}(\{q\})\dot{q}_i\dot{q}_j \tag{22}$$

よって q_i に共役な運動量は次のようになる。

$$p_i = \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_i} = \sum_j K_{ij}\dot{q}_j \tag{23}$$

さて別の一般化座標 $(Q_1, Q_2, ...Q_f) = \{Q\}$ を用いたとしよう。対応する一般化速度は

$$\dot{Q}_i = \sum_j Q_{ij}(\{q\})\dot{q}_j \tag{24}$$

となる。ここで

$$Q_{ij} = \frac{\partial Q_i}{\partial q_j} \tag{25}$$

である。$\dot{Q}_i$ は $\dot{q}_i$ の線形結合でかけるので、式 (24) を $\dot{q}_i$ について解くと

$$\dot{q}_i = \sum_j (Q^{-1})_{ij}\dot{Q}_j \tag{26}$$

ここで $(Q^{-1})_{ij}$ は Q_{ij} の逆行列を表す。($\sum_j Q_{ij}(Q^{-1})_{jk} = \delta_{ik}$)。恒等式

$$\sum_j \frac{\partial Q_i}{\partial q_j}\frac{\partial q_j}{\partial Q_k} = \delta_{ik} \tag{27}$$

を用いると

$$(Q^{-1})_{ij} = \frac{\partial q_i}{\partial Q_j} \tag{28}$$

である

式 (22),(26) を用いると

$$K = \frac{1}{2}\sum_{ij} K_{ij}(Q^{-1})_{il}(Q^{-1})_{jk}\dot{Q}_l\dot{Q}_k \tag{29}$$

よって Q_l に共役な運動量は

$$\begin{aligned} P_l &= \frac{\partial K}{\partial \dot{Q}_l} \\ &= \sum_j K_{ij}(Q^{-1})_{il}(Q^{-1})_{jk}\dot{Q}_k \\ &= \sum_j K_{ij}(Q^{-1})_{il}\dot{q}_j \\ &= \sum_j (Q^{-1})_{il}p_i \end{aligned} \tag{30}$$

ここで式 (23) を用いた。$(Q^{-1})_{il}$ は $\{q\}$ で表されるから p_i を含んでいない。よって

$$\frac{\partial P_l}{\partial p_i} = (Q^{-1})_{il} \tag{31}$$

式 (28),(31) より

$$\frac{\partial P_l}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial Q_l} \tag{32}$$

が得られる。

9. p43
誤 式 (3.8) と式 (3.10) から
正 式 (3.9) と式 (3.10) から

10. p53 の 1 行目
誤 式 (3.51) と式 (3.58) より ‥
正 式 (3.52) と式 (3.58) より …

11. p57 式 (4.9) の最後
誤

$$\int_{-\infty}^{\infty} dEW(E)\left(-\frac{E}{k_BT}\right) \tag{33}$$

正

$$\int_{-\infty}^{\infty} dEW(E)\exp\left(-\frac{E}{k_BT}\right) \tag{34}$$

12. p85 中ほどの問題
誤 $A+B \leftrightarrow C$ の反応において、容器の体積を小さくすると $C \rightarrow A+B$ の分解反応が起きる
正 $A+B \leftrightarrow C$ の反応において、容器の体積を大きくすると $C \rightarrow A+B$ の分解反応が起きる

13. p95 上から 4 行目
誤 風船内の圧力 P と体積 V は $V = P_0 + k(V - V_0)$ の式で表されれるものと仮定して
正 風船内の圧力 P と体積 V は $P = P_0 + k(V - V_0)$ の式で表されれるものと仮定して

14. p97 式 (6.1) の次
誤 古典力学の状態は
正 古典力学において、系の状態は

15. p104 式 (6.41) の下 9 行目
   誤　一方、熱エネルギー $-k_BT$ が励起エネルギーを上回る …
   正　一方、熱エネルギー k_BT が励起エネルギーを上回る …

16. p107 式 (6.54) の下
   誤　式 (5.40) は次のように計算できる。
   正　式 (6.53) は次のように計算できる。

17. p119 式 (7.14) の下には重大なミスがありました。
   誤　ここで c フェルミ粒子については 1, ボーズ粒子については-1 を表す。
   正　ここで c フェルミ粒子については-1. ボーズ粒子については 1 を表す。

18. p126 式 (7.54) 右辺第 2 項の係数の分母は 6 ではなく 4 です
   誤
   $$E(T) = E_0 + \frac{\pi^2}{6} D(\epsilon_F)(k_BT)^2 \tag{35}$$
   正
   $$E(T) = E_0 + \frac{\pi^2}{4} D(\epsilon_F)(k_BT)^2 \tag{36}$$

19. p156 式 (8.68) 右辺第 2 項の係数には配位数 z がかかります
   誤
   $$\frac{Pv}{k_BT} = -\ln(1-\phi) - \frac{\epsilon}{2k_BT}\phi^2 \tag{37}$$
   正
   $$\frac{Pv}{k_BT} = -\ln(1-\phi) - \frac{\epsilon z}{2k_BT}\phi^2 \tag{38}$$

20. p209 p.108 問題 (1) の解答
   エネルギー固有値の表式の右辺に $4\pi^2$ がかかります。ここで n_x, n_y, n_z は $-\infty$ から $+\infty$ までの整数

21. p215 式 (29) 2 番目、3 番目の等号のあとには因子に π が抜けています。
   誤　$(2mL^2k_BT)$
   正　$(2\pi mL^2k_BT)$

22. p 215 式 (31) 最初の等号のあとの分母は $\ln L$　でなく　∂L