

正誤表 (2017 年) プラズマ物理の基礎 朝倉書店 2014 年

[ 目次 ]

p iv: 8.1 節のタイトル 交換不安定性およびソーセージ不安定性, … →  
交換不安定性

p vi: 15.2.1 項のタイトル 縦長断面プラズマ・ベータ上限 →  
縦長断面プラズマの垂直方向位置不安定性

[本文]

p18: 下から 8 行目 →

… を用いて (速度の平均として  $(m_e/2)v_e^2 = (3/2)T_e$ )

p19: 上から 1 行目  $m_i \rightarrow m_e, Z \rightarrow 1 \cdots \rightarrow m_i \rightarrow m_e, Z \rightarrow 1, n_i \rightarrow n_e \cdots$

p20: (2.27) →

$$\frac{1}{\tau_{ei\perp}} \simeq \frac{2}{\tau_{ei\parallel}}, \quad \frac{1}{\tau_{ei}^\epsilon} = \frac{Z^2 n_i e^4 \ln \Lambda}{(2\pi)^{1/2} 3\pi \epsilon_0^2 m_e^{1/2} T_e^{3/2}} \frac{m_e}{m_i} \quad (2.27)$$

p20: (2.28) →

$$\frac{1}{\tau_{ee\perp}} = \frac{1}{\tau_{ee\parallel}}, \quad \frac{1}{\tau_{ee\perp}^\epsilon} = \frac{1}{\tau_{ee\parallel}}$$

p20: (2.30) →

$$\frac{1}{\tau_{ie\perp}} \simeq \frac{Z^2 e^4 n_e \ln \Lambda}{(2\pi)^{3/2} \epsilon_0^2 m_e^{1/2} T_e^{3/2}} \frac{T_e}{E_i} \frac{m_e}{m_i}, \quad \frac{1}{\tau_{ie}^\epsilon} \simeq \frac{2}{\tau_{ie\parallel}} \quad (2.30)$$

p21: (2.31) の下側の式 →

$$\frac{1}{\tau_{bi}^\epsilon} = \frac{(Z_b e)^2 (Z_i e)^2 \ln \Lambda n_i}{2\pi \epsilon_0^2 m_i m_b v_{bi}^3}$$

p21: (2.33) →

$$E_{cr} = 14.8 T_e \left( A_b^{3/2} \sum \frac{n_i Z_i^2}{n_e} \frac{1}{A_i} \right)^{2/3}$$

p21: (2.34) →

$$\tau_{slowdown} = \int_0^{E_{b0}} \frac{dE}{(dE/dt)} = \frac{\tau_{be}^\epsilon}{1.5} \ln \left( 1 + \left( \frac{E_{b0}}{E_{cr}} \right)^{3/2} \right) \quad (2.34)$$

$$\frac{1}{\tau_{be}^\epsilon} = \frac{m_e}{m_i} \frac{Z_b^2 n_e e^4 \ln \Lambda}{(2\pi)^{1/2} 3\pi \epsilon_0^2 m_e^{1/2} T_e^{3/2}}$$

p21: 下から 11 行目 →

となる . ただし  $\tau_{be}^\epsilon$  はビームイオンと電子のエネルギー緩和時間である .

p23: 文献番号を訂正する .

2) L. Spitzer, Jr.: …… → 3) L. Spitzer, Jr.: ……

3) T. H. Stix: …… → 2) T. H. Stix: ……

p39: 下から 12 行目の式から番号 (3.52) を消し, 下 10 行目の式に (3.52a), 下から 9 行目の式に (3.52b) の番号をつける.

p39: 下から 2 行目の式 →

$$J_{\parallel} = m \oint \left( \frac{2}{m} \right)^{1/2} (W - q\phi - \mu_m B(1 - \epsilon \cos \theta))^{1/2} dl$$

p40: 上から 2 行目の式 →

$$= 16(m\mu_m B\epsilon)^{1/2} (Rq_s) H_E(\kappa)$$

p40: 上から 4 行目の式 →

$$\kappa^2 \equiv \frac{W - \mu_m B(1 - \epsilon) - q\phi}{2\epsilon\mu_m B} < 1, \quad H_E(\kappa) \equiv \int_0^{\sin^{-1} \kappa} (\kappa^2 - \sin^2(\alpha))^{1/2} d\alpha$$

p40: 上から 7-9 行 →

注: 非捕捉粒子の場合は  $\kappa^2 > 1$  であり,  $H_E(\kappa) = \int_0^{\pi/2} \kappa(1 - (1/\kappa^2)\sin^2 \alpha)^{1/2} d\alpha = \kappa E(1/\kappa)$  になる.  $K(\bar{\kappa})$  および  $E(\bar{\kappa})$  はそれぞれ第 1 種および第 2 種の完全楕円積分で次のような関数である (表 3.2 参照).

p40: 上から 12 行目の式 →

$$\frac{dK}{d\bar{\kappa}} = \frac{1}{\bar{\kappa}} \left( \frac{E}{1 - \bar{\kappa}^2} - K \right), \quad \frac{dE}{d\bar{\kappa}} = \frac{1}{\bar{\kappa}} (E - K), \quad (\bar{\kappa} < 1)$$

p40: 下から 6 行目の式 →

$$\frac{\partial \kappa^2}{\partial r} = \frac{1}{r} (1/2 - \kappa^2) - \frac{q\partial\phi/\partial r}{2\epsilon\mu_m B}$$

p40: 下から 4, 3 行目の式 →

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial r} &= 16(m\mu_m B\epsilon)^{1/2} (Rq_s) \left( \frac{H_E(\kappa)}{2r} + \frac{dH_E(\kappa)}{d\kappa^2} \frac{d\kappa^2}{\partial r} \right) \\ &= 16(m\mu_m B\epsilon)^{1/2} Rq_s \left( \frac{1}{r} \left( \frac{H_E}{2} + \frac{dH_E}{d\kappa^2} (1/2 - \kappa^2) \right) + \frac{dH_E}{d\kappa^2} \left( -\frac{q\partial\phi/\partial r}{2\epsilon\mu_m B} \right) \right) \end{aligned}$$

p40: 下から 1 行目の式 →

$$\frac{\partial J_{\parallel}}{\partial W} = 16(m\mu_m B\epsilon)^{1/2} (Rq_s) \frac{dH_E}{d\kappa^2} \frac{1}{2\mu_m B\epsilon}$$

p41: 図 3.11 の図中の記号  $B_z$  を  $B_\varphi$  に修正する .

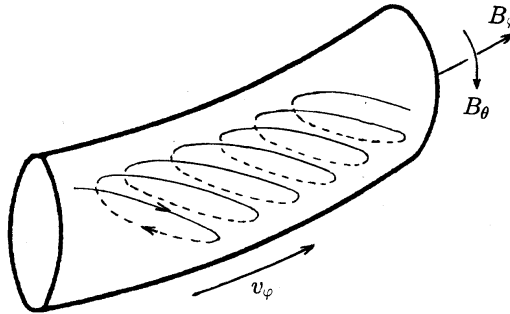


図 3.11 歳差運動するイオンのバナナ軌道がトロイダル方向に移動する様子 .

p41: 上から 1-7 行 →

である . バナナの歳差運動の軌道は (3.52b) より

$$\begin{aligned} \frac{du^2}{dt} &= \frac{d(\theta - \varphi/q_s)}{dt} = -\frac{2\mu_m B \epsilon}{qBr^2} \left( \frac{H_E/2 + (dH_E/d\kappa^2)(1/2 - \kappa^2)}{dH_E/d\kappa^2} \right) + \frac{q\partial\phi/\partial r}{rqB} \\ &= -\frac{2\mu_m}{qrR} \left( \frac{1}{2} - \kappa^2 + \frac{H_E/2}{dH_E/d\kappa^2} \right) - \frac{E_r}{rB} \end{aligned}$$

となる .  $H_K(\kappa) \equiv \int^{\sin^{-1}\kappa} (\kappa^2 - \sin^2 \alpha)^{-1/2} d\alpha$  を定義すると  $dH_E/d\kappa^2 = H_K/2$  になる . そして  $H_K(\kappa) = K(\kappa)$  ,  $H_E(\kappa) = E(\kappa) - (1 - \kappa^2)K(\kappa)$  である ( $K(\kappa)$  ,  $E(\kappa)$  は完全楕円積分)<sup>\*1)</sup> . トカマクのバナナの歳差運動は  $\theta = 0$  付近で捕捉される<sup>3)</sup> (図 3.11 参照) . そして

$$R \frac{d\varphi}{dt} = \frac{2\mu_m}{qr} q_s \left( \frac{1}{2} - \kappa^2 + \frac{H_E}{H_K} \right) + \frac{E_r}{(\epsilon/q_s)B} = \frac{mv_\perp^2}{qRB_\theta} \left( \frac{E}{K} - \frac{1}{2} \right) + \frac{E_r}{B_\theta} \quad (3.54)$$

p41: 最下部に脚注を付ける .

\*1)  $\sin \alpha = \kappa \sin \beta$  の変数変換をすれば得られる .

p45: 文献 3) →

宮本健郎: 核融合のためのプラズマ物理 改訂版 . 岩波書店 1987,  
オンデマンド版 2015

K. Miyamoto: *Plasma Physics for Nuclear Fusion*, Revised Ed. MIT Press,  
Cambridge, Massachusetts 1989

p71-72: (6.23), (6.24) →

$$B_{\omega'} = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \rho} = \frac{-\mu_0 I_p}{2\pi \rho} + \left( \frac{\mu_0 I_p}{4\pi R} \left( \ln \frac{8R}{\rho} - 2 \right) + \frac{1}{R} \left( h'_2 - \frac{h'_1}{\rho^2} \right) \right) \cos \omega' \quad (6.23)$$

$$B_\rho = -\frac{1}{r\rho} \frac{\partial \psi}{\partial \omega'} = \left( \frac{\mu_0 I_p}{4\pi R} \left( \ln \frac{8R}{\rho} - 1 \right) + \frac{1}{R} \left( h'_2 + \frac{h'_1}{\rho^2} \right) \right) \sin \omega' \quad (6.24)$$

p72: 上から 5 行目の式 →

$$\Delta(\rho) = \frac{\rho^2}{2R} \left( \ln \frac{8R}{\rho} - 1 \right) + \frac{1}{2R} (h'_1 + h'_2 \rho^2)$$

p76: 上から 8 行目の …… すると (6.43) は →

…… **すると (6.32) は \*1)**

p76: 最下部に以下の脚注\*1) を加える .

\*1) (6.32) の右辺は  $-\partial j_\varphi / \partial s$  に等しく ( $j$  の下付き  $\varphi$  は 図 6.9 左図の  $\varphi$  座標) , (6.32) の左辺の  $\partial j_{\parallel} / \partial s$  の  $j_{\parallel}$  は  $j_{\parallel} = j_\varphi$  である .

p77: 上から 1-3 行 →

$$\iota(r) = \iota$$

とすると

$$j_{\parallel} = -\frac{4\pi m p_0}{B \iota a} \left( \frac{r}{a} \right)^{m-1} \cos \theta$$

p77: 上から 9-10 行 →

…  $A_\zeta^\beta(r, \theta' = A^\beta(r) \cos \theta', s = m - 1, \alpha = 4\pi m p_0 \mu_0 / B \iota = m \beta_0 B / (\iota / 2\pi)$  とすると ( $\beta_0$  はプラズマ中心のベータ比である)

p77: 下から 2-1 行 →

… **プラズマ内では ( $y$  は 図 6.9 の右図参照)**

$$B_y = \frac{(s+3)\alpha}{2((s+2)^2 - 1)} = \frac{\beta_0 B}{2(\iota/2\pi)} = \frac{m+1}{2} \frac{\langle \beta \rangle B}{(\iota_0/2\pi)}$$

p78: 上から 1-5 行 →

の垂直磁場の成分が現れる .  $m = 1$  の場合  $B_y = \langle \beta \rangle B / (\iota / 2\pi)$  となる . そして磁気面の中心の変位  $\Delta$  は (3.42) を導いた過程と同様な方法で

$$\frac{\Delta}{R} = \frac{2\pi B_y}{\iota B} \approx \frac{\langle \beta \rangle}{(\iota/2\pi)^2}$$

となる .  $\Delta < a/2$  の条件を課すると , 平均ベータ比の上限が与えられる . すなわち …

p89: 8.1 節のタイトルおよびページの上にあるタイトル →

8.1 交換不安定性

p91 および p93 のページの上にあるタイトル →

8.1 交換不安定性

p169: 上から 13 行目の式 →

$$n_{20} a^2 \gtrsim 1.0 \times 10^{-2} \frac{A}{Z^2} \frac{\Omega_i^2}{\omega^2}$$

p177: 上から 10 行目 →

である .  $N_{\parallel} \ll N$  で  $\omega = \Omega_e$  のときは (10.83) より  $N_{\perp}^2 \approx 2 - X$  である . また

p177: 上から 13 行目の式 →

$$\approx \frac{1 - (1 - X/2)X}{(\pi/2)^{1/2}(X/2)(c/v_{Te})(1/N_{\parallel}) - i[1 + (X^2/4)(2 - X)(1/N_{\parallel})^2]}$$

p184: (12.56) →

$$P_d = \frac{m_b v_b^2}{2} \phi \approx \frac{m_b v_b^2 n_b}{4 \ln(v_b/v_{cr}) \tau_{be}^e} \quad (12.56)$$

p226: 下から 14 行目 →

…  $\ln(8R/a) \gg 1$  の仮定のもとに,  $-(R/I_p)(\partial I_p/\partial R) = 1/2$  になる . . .

p226: 下から 11 行目の 15.2.1 項のタイトル →

### 15.2.1 縦長断面プラズマの垂直方向位置不安定性

p269: 上から 2-9 行 →

… それらのエネルギーのほとんどを軸対称な  $(m, n)=(0, 1)$  モードに供給する。軸対称な  $m = 0$  アイランドの非線形再結合が緩和過程においてヘリカルな再結合よりも重要な役割を果たしている。ヘリカル非線形駆動再結合においては、再結合線はヘリカルな線であり、再結合の後生成される磁場はトロイダルおよびポロイダル成分を持っている。軸対称非線形駆動再結合  $(0, 1)$  は、その再結合線はポロイダル方向のリングで、トロイダル成分の磁場のみ (有理面の内部領域でプラス, 外側領域で負方向のトロイダル成分) を生成するので RFP 配位の維持のためにはヘリカル再結合より有効である<sup>11)</sup>。

p303: 図 A.1 の説明文 →

図 A.1  $k_z > 0$  のとき,  $\text{Im}\zeta > 0$ ,  $\text{Im}\zeta = 0$ , および  $\text{Im}\zeta < 0$  の場合について (A.35) の積分経路を示す。

p304: 上から 11 行目 →

図 A.2 は  $x$  が実数の場合の  $Z_p(x)$  ( $k_z > 0$ ) の実数部と虚数部を示す。

p307: 下から 4 行目の式 →

$$= n_0 \left( 1 - \left( (\epsilon - \delta_{\perp} - \frac{\delta_z}{2}) + \delta_{\perp} \frac{v_{\perp}^2}{2v_{T\perp}^2} + \delta_z \frac{(v_z - V)^2}{2v_{Tz}^2} \right) \left( y + \frac{v_x}{\Omega} \right) \right)$$

p313: 最下行 →

$$\nu_{ei\parallel} = \frac{1}{\tau_{ei\parallel}} = \frac{n_e Z e^4 \ln \Lambda}{3^{1/2} 12 \pi \epsilon_0^2 m_e^{1/2} T_e} = 3.9 \times 10^9 Z \left( \frac{T_e}{e} \right)^{-3/2} \frac{n_e}{10^{20}}$$