正誤表 (2011 年)　　核融合のためのプラズマ物理

NIFS-PROC-80　2010

p19: 表 2.2 の最終行 → $\ln\Lambda = 20$ とした．T/e は eV 単位, $n_{20} \equiv n(\mathrm{m})^3/10^{20}$
p21: 上から 10 行目と 11 行目の間に次の文章を挿入
$\psi(r,z)$ を磁束関数という．
p34: 上から 5 行目 → ⋯ 速度分布関数 $f(\boldsymbol{r},\boldsymbol{v},t)$ (第 7 章で詳しく説明する)
p85: (6.33) 式 →

$$\psi = \psi_0(x) + \tilde{\psi}(y,t) = B'_{0y}\frac{x^2}{2} + \frac{B_{1x}(t)}{k}\cos ky = \frac{B'_{0y}}{2}x^2 + \tilde{\psi}_{\mathrm{A}}(t)\cos ky \tag{6.33}$$

p85: 上から 8 行目 → ⋯ $B_{1x}(t)\sin ky$ は $j_{1z} = E_{1z}/\eta = \gamma B_{1x}/\eta k$,
$E_{1z} = -\partial A_z/\partial t = \partial\varphi/\partial t = \gamma B_{1x/k}$ の電流を誘起し，⋯
p85: 上から 13 行目 →

$$v_y x_{\mathrm{T}} \sim v_x/k, \qquad v_y \sim v_x/kx_{\mathrm{T}} \sim \gamma B_{1x}/(k^2 B'_{0y} x_{\mathrm{T}}^2)$$

p86: 上から 5 行目 → ⋯2 次の渦電流 $\delta j_{1z} = -v_y B_{1x}/\eta \sim \gamma B_{1x}^2/(\eta k^2 B'_{0y} x_{\mathrm{T}}^2)$ を誘起する．
p96: 上から 10 行目 → x, V_x を $x = \beta^{-1/4}X$, $V_x = i\alpha B_{1x}\beta^{-3/4}U_x$ に変換すると，
p96: 上から 14-15 行目 →

$$\Delta' = \frac{B'_{1x}(+\varepsilon) - B'_{1x}(-\varepsilon)}{B_{1x}(0)} = \frac{\mu_0\gamma}{\eta}\int_{-\infty}^{\infty}(1 - \frac{iF'}{\gamma B_{1x}}xV_x)\mathrm{d}x$$

$$= \frac{\mu_0\gamma}{\eta}\int_{-\infty}^{\infty}(1+XU_x)\mathrm{d}X\left(\frac{F'^2}{\rho_{\mathrm{m}}\eta\gamma}\right)^{-1/4} = \frac{\gamma^{5/4}\rho_m^{1/4}\mu_0}{\eta^{3/4}F'^{1/2}}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{1}{X}\frac{\partial^2 U_x}{\partial X^2}\mathrm{d}X.$$

p96: 上から 17 行目 →

$$\gamma_{\mathrm{Rutherford}} = 0.55(\Delta' a)^{4/5}\left(\frac{\eta}{\mu_0 a^2}\right)^{3/5}\left(\frac{B_0^2}{\rho_{\mathrm{m}}\mu_0 a^2}\right)^{1/5}\left(\frac{(\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{B}_0)' a^2}{B_0}\right)^{2/5}$$

$$= 0.55\frac{(\Delta' a)^{4/5}}{\tau_{\mathrm{R}}^{3/5}\tau_{\mathrm{A}}^{2/5}}\left(\frac{(\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{B}_0)' a^2}{B_0}\right)^{2/5}$$

p100: (7.21) →

$$\left(\frac{\delta f}{\delta t}\right)_{\mathrm{coll}} = -\nabla_v(\langle\Delta\boldsymbol{v}\rangle_t f) + \sum\frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial v_r\partial v_s}(\langle\Delta v_r\Delta v_s\rangle_t f) \tag{7.21}$$

p116: (8.61) 式 →

$$K_\perp = \frac{-\delta\Omega_{\mathrm{i}}^2}{\omega^2 - \Omega_{\mathrm{i}}^2}, \qquad K_\times = \frac{-\delta\omega\Omega_{\mathrm{i}}}{\omega^2 - \Omega_{\mathrm{i}}^2}, \qquad K_\parallel = -\frac{\Pi_{\mathrm{e}}^2}{\omega^2} \tag{8.61}$$

p125: 上から 6 行目 → ⋯. そして n を -n に書き換えると [2.3]
p128: 上から 2 行目より 13 行目までを以下のように訂正する．

$$Z_{\mathrm{p}}(\zeta) = 2i\exp(-\zeta^2)\int_{i\infty}^{\zeta}\exp(t^2)\mathrm{d}t = i\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2)1 - 2S(\zeta).$$

ここで Stix の関数 $S(\zeta)$ は次のような式である [8.1].

$$S(\zeta) = \exp(-\zeta^2)\int_0^{\zeta}\exp(t^2)\mathrm{d}t.$$

また $Z_{\mathrm{p}}(\zeta)$ はつぎのようにも変形できる．[8.3]

$$Z_{\mathrm{p}}(\zeta) = 2i\exp(-\zeta^2)\int_{-\infty}^{i\zeta}\exp(-s^2)\mathrm{d}s = i2\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2)\Phi(2^{1/2}i\zeta), \qquad (s = it)$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} \int_{-\infty}^{x} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \mathrm{d}t.$$

$Z_\mathrm{p}(\zeta)$ を級数展開すると ($\zeta \lesssim 1$, 熱いプラズマの場合)

$$Z_\mathrm{p}(\zeta) = i\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2) - \zeta\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-\zeta^2)^n\pi^{1/2}}{\Gamma(n+3/2)}$$

$$= i\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2) - 2\zeta\left(1 - \frac{2}{3}\zeta^2 + \frac{2\cdot 2}{5\cdot 3}\zeta^4 - \frac{2\cdot 2\cdot 2}{7\cdot 5\cdot 3}\zeta^6 + \cdots\right)$$

となる．この級数展開は $S(\zeta)$ の積分に部分積分を適用することにより得られる．
$Z_\mathrm{p}(\zeta)$ の漸近展開は以下のようになる ($\zeta \gtrsim 1$, 冷たいプラズマの場合). [8.1]

$$Z_\mathrm{p}(\zeta) = i\sigma\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2) - \sum_{n=0}^{\infty}\zeta^{-(2n+1)}\frac{\Gamma(n+1/2)}{\pi^{1/2}}$$

$$= i\sigma\pi^{1/2}\exp(-\zeta^2) - \frac{1}{\zeta}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{1}{\zeta^2} + \frac{3\cdot 1}{2\cdot 2}\frac{1}{\zeta^4} + \frac{5\cdot 3\cdot 1}{2\cdot 2\cdot 2}\frac{1}{\zeta^6} + \cdots\right),$$

$\sigma = 0$　　$\mathrm{Im}\zeta > 0$ のとき
$\sigma = 2$　　$\mathrm{Im}\zeta < 0$ のとき
但し　　$\sigma = 1$　　$|\mathrm{Im}\zeta| < (\pi/4)|\mathrm{Re}\zeta|^{-1}$, $|\zeta| \gtrsim 2$ のとき

この漸近展開は $Z_\mathrm{p}(\zeta) = 2i\exp(-\zeta^2)\int_{i\infty}^{\zeta}\exp(-s^2)\mathrm{d}s$ の積分に部分積分を適用することにより得られる．

p128: 下から 7-4 行を以下のように訂正する．
しがって，$Z(\zeta)$ の級数展開は

$$Z(\zeta) = i\pi^{1/2}\frac{k_z}{|k_z|}\exp(-\zeta^2) - 2\zeta\left(1 - \frac{2}{3}\zeta^2 + \frac{4}{15}\zeta^4 - \frac{8}{105}\zeta^6 + \cdots\right), \quad (8.129)$$

また $Z(\zeta)$ の漸近展開は以下のようになる．

$$Z(\zeta) = i\sigma\pi^{1/2}\frac{k_z}{|k_z|}\exp(-\zeta^2) - \frac{1}{\zeta}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{1}{\zeta^2} + \frac{3}{4}\frac{1}{\zeta^4} + \frac{15}{8}\frac{1}{\zeta^6} + \cdots\right). \quad (8.130)$$

$$\sigma = 0 \ \ (\mathrm{Im}\omega > 0), \qquad \sigma = 2 \ \ (\mathrm{Im}\omega < 0), \qquad \sigma = 1 \ \ (|\mathrm{Im}\zeta| < (\pi/4)|\mathrm{Re}\zeta|^{-1},\ |\zeta| \gtrsim 2)$$

p130: 上から 14 行目の式を以下のように訂正する．

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

p133: 下から 3 行目の式 →

$$1 - \frac{\omega^2}{k_\parallel^2 v_\mathrm{Te}^2} + \frac{T_\mathrm{e}}{T_\mathrm{i}}\left(1 + (1-b)\left(-1 - \frac{k_\parallel^2 v_\mathrm{Ti}^2}{\omega^2} + \frac{\omega_\mathrm{i}^*}{\omega} + \frac{k_\parallel^2 v_\mathrm{Ti}^2}{\omega^2}\frac{\omega_\mathrm{i}^*}{\omega}(1 + \kappa_\mathrm{T}/\kappa_n)\right)\right) = 0,$$

p133: 下から 2 行目の式 →

$$1 - \frac{\omega_\mathrm{e}^*}{\omega} + b_\mathrm{s}\left(1 - \frac{\omega_\mathrm{i}^*}{\omega}\right) - \frac{k_\parallel^2 c_\mathrm{s}^2}{\omega^2}\left(1 - \frac{\omega_{p\mathrm{i}}^*}{\omega}\right) = 0$$

p165: 上から 7 行目 → $\cdots$ この閉じ込め比例則は抵抗 MHD 流体モデル (**F**) で導かれた結果と同じである．
p193: 上から 11 行目 → $\cdots$, 磁束関数 ψ は
p193: 上から 15 行目 → $\cdots$ である．ψ=const. は磁気面である．$\boldsymbol{B}\cdot\nabla p = 0$ より
p194: 上から 2 行目 → $\cdots$ 電流密度 $\boldsymbol{j}$ は磁束関数 ψ を用いて
p198: 上から 9-10 行目 → 水平方向に移動に対して加わる力は $F_\mathrm{R} = 2\pi RI_\mathrm{p}(B_z - B_\perp)$ である．水平方向の運動方程式は

$$M\frac{\mathrm{d}^2(\Delta R)}{\mathrm{d}t^2} = 2\pi\frac{\partial R I_\mathrm{p}(B_z - B_\perp)}{\partial R}\Delta R \approx 2\pi R I_\mathrm{p}\frac{\partial(B_z - B_\perp)}{\partial R}\Delta R$$

$$= 2\pi I_\mathrm{p} B_z\left(-n + 1 - \frac{R}{I_\mathrm{p}}\frac{\partial I_\mathrm{p}}{\partial R}\right).$$

p221: (11.83) の 1 行上の式 →

$$q_\mathrm{I} = \frac{KaB_\mathrm{t}}{RB_\mathrm{p}} = \frac{5K^2 aB_\mathrm{t}}{AI_\mathrm{p}} = \frac{5}{AI_\mathrm{N}}\frac{1+\kappa_\mathrm{s}^2}{2}, \qquad \cdots$$

p245: 下から 5 行目 → ··· (H-NBI) が 1998 年に発見された.
p245: 下から 3 行目 → ··· **(HDH)**[13.34] は 2002 年に観測された.
p246: 表 13.1 の中の最終行 →··· 3,4 行目にある*印は [13.34] から引用したデーターである.
p250: (13.54)→

$$g_\mathrm{B}^{1/2} = \mu_0\frac{I_\mathrm{p} + q^{-1}I_\mathrm{t}}{|B|^2}\frac{\mathrm{d}\psi_\mathrm{t}}{\mathrm{d}\rho}$$

p252: 13.76) の 1 行下の式 →

$$(B, \Phi) = (B, \Phi)(\psi, \theta, \chi)$$

p252: 下から 3 行目および 2 行目 →
(1) 軸対称 $B(\rho, \theta)$, (2) ヘリカル対称 $B(\rho, \theta - \alpha\zeta)$, (3) ポロイダル対称 $B(\rho.\zeta)$ である.

p253: 図 13.10 の説明文 1 行目 →
··· 磁場強度の等高線および磁力線 (Boozer 座標系では直線)···

p258: 参考文献 [6.10]→ F. F. Chen: Phys. Fluids **8**, 912 (1965),
F. F. Chen: Phys. Fluids **8**, 1323 (1965),

p262: 参考文献 [13.14] における著者名 'Yu. N. Peterenco' → 'Yu. N. Peterenko'

p262: 参考文献 [13.35] →
F. Wagner et al.: *19th Fusion Energy Conf.* (Lyon 2002), OV/2-4.

p266: 索引 パルス的ポロイダル電流駆動 (pulsed poloidal current drive) 233 →
パルス的平行電流駆動 (pulsed parallel current drive) 233

p268: 索引 MHD の線形方程式 (linearlized equation of MHD) 55