「小原敦美：行列不等式アプローチによる制御系設計（コロナ社）」
正誤表 (2017 年 5 月 31 日)
http://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339033236/

ページ・行	誤	正
p.7,1 行目	〜素な複数の集合の和集合は〜	〜素な複数の開集合の和集合は〜
p.14,6 行目	〜や $\log \lvert x \rvert$ などは〜	〜や $\log(\lvert x \rvert + 1)$ などは〜
p.22,15 行目	block-diag$\{-A^T X - XA, P\} \succ 0$ は〜	block-diag$\{-A^T X - XA, X\} \succ 0$ は〜
p.37,18 行目	〜変数ベクトル $v := [v_1\ \cdots\ v_p]$ を〜	〜変数ベクトル $v := [v_{m+1}\ \cdots\ v_{m+p}]$ を〜
p.39,3 行目	〜変数ベクトル $v := [v_1\ \cdots\ v_p]$ を〜	〜変数ベクトル $v := [v_{m+1}\ \cdots\ v_{m+p}]$ を〜
p.42,10 行目	〜を満たす (x, λ) の〜	〜を満たす (x, γ) の〜
p.64,14 行目	〜$+u(k)^T R u(k)$	〜$+\displaystyle\sum_{k=0}^{N-1} u(k)^T R u(k)$
p.69,7 行目	〜$= (\hat{c} + L_0\delta_0)^T x = \ \cdots\ \leqq \hat{c}x + \lVert L_0^T x \rVert$	〜$= (\hat{c}_0 + L_0\delta_0)^T x = \ \cdots\ \leqq \hat{c}_0^T x + \lVert L_0^T x \rVert$
p.69,11 行目	$t - \hat{c}x \geqq \lVert L_0^T x \rVert$	$t - \hat{c}_0^T x \geqq \lVert L_0^T x \rVert$
p.93, 脚注	〜iv) を満たすためには〜	〜iii) を満たすためには〜
p.103,6 行目	〜$+(PB - C^T)(D + D^T)(PB - C)^T \prec 0$	〜$+(PB - C^T)(D + D^T)(PB - C^T)^T \prec 0$
p.133,3 行目	実対称行列 $F_i = F_i^T \quad (i = 1, 2)$〜	実対称行列 $F_i = F_i^T \quad (i = 0, 1)$〜
p.136,14 行目	〜座標変換で $P = \mathrm{diag}\{P_1, 0\}$，〜	〜座標変換で $P = \text{block-diag}\{P_1, 0\}$，〜
p.137,10 行目	$\zeta \in \mathcal{V}_1 \cup \mathcal{V}_2$	$\zeta \in (\mathcal{V}_1 \cup \mathcal{V}_2) \backslash \{0\}$
p.137,18 行目	$\langle -W, \zeta\zeta^* \rangle < 0$	$\langle -W, \zeta\zeta^* \rangle \leqq 0$
p.144,12 行目	〜iii) 各時刻 t で $-1 \leqq d(\Delta v)/dv \leqq 0$〜	〜iii) 各時刻 t で $-1 \leqq (\Delta v)/v \leqq 0$〜
p.145,13 行目	$\underline{\delta}_i \leqq \delta_i \leqq \overline{\delta}_i, \quad i = 1, 2$	$\underline{\delta}_i \leqq \delta_i \leqq \overline{\delta}_i$ (但し $\overline{\delta}_i \geqq 0,\ \underline{\delta}_i \leqq 0$), $\quad i = 1, 2$
p.148,8 行目	(**閉ループ系の well-posedness**)	(**閉ループ系の well-posedness**[28)])
p.149,5 行目	(**IQC**)	(**IQC**[28)])
p.219,17 行目	〜に属する任意のベクトル v_i〜	〜に属するあるベクトル v_i〜
p.222,19 行目	〜システムの安定性なら〜	〜システムが安定なら〜

p.102, 定理 4.4，1) $\Rightarrow$ 2) の証明について

1) $\Rightarrow$ 2) の証明は，可制御性を仮定とする定理 4.3 を用いたので破綻している（同様な 2) $\Rightarrow$ 1) の方は，可制御性は関与しないので問題はない）．以下に可制御性を用いない直接的な証明を記す：

1) の条件式で特に $T \to +\infty$ とし，式 (4.8) に注意してフーリエ変換する（$u(t) \in L_2$ のフーリエ変換を $\hat{u}(j\omega)$ で表す）．パーセバルの等式（付録参照）より，

$$\forall \hat{u}(j\omega), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \hat{u}(j\omega)^* \Lambda(j\omega) \hat{u}(j\omega) d\omega \geqq \epsilon \int_{-\infty}^{\infty} \hat{u}(j\omega)^* \hat{u}(j\omega) d\omega, \tag{1}$$

$$\text{ただし，} \Lambda(j\omega) = \Lambda(j\omega)^* := \begin{bmatrix} (j\omega I - A)^{-1} B \\ I \end{bmatrix}^* W \begin{bmatrix} (j\omega I - A)^{-1} B \\ I \end{bmatrix}$$

となるので，$\Lambda(j\omega) \succ 0$ ($\forall \omega \in \mathbf{R} \cup \{\infty\}$) が導かれる（後で背理法により示す）．ゆえに，KYP 補題

（次章の定理 5.5）の厳密な不等式の場合の結果を用いて 2) が従う．ただし，$P \succ 0$ は，A が安定であることと $W_{11} \preceq 0$ を用いて式 (4.21) の (1,1) ブロックから得られる．

もし $\Lambda(j\omega)$ が $\forall\omega \in \mathbf{R} \cup \{\infty\}$ で正定値でないとする．A の安定性より $\Lambda(j\omega)$ は ω に対し連続なので，$v^*\Lambda(j\omega_0)v = 0$ を満たすある ω_0 と非零ベクトル v （$\Lambda(j\omega_0)$ の固有値 0 に対応する固有ベクトル）が存在する．そこで，ある正数 T に対し次の信号 $r_T(t)$ とそのフーリエ変換 $\hat{r}_T(j\omega)$

$$r_T(t) = \begin{cases} \exp(j\omega_0 t)/(2\sqrt{T}), & (0 \leqq t \leqq 2T) \\ 0, & (\text{上記以外}) \end{cases}, \quad \hat{r}_T(j\omega) := \frac{1}{\sqrt{T}} \frac{\sin T(\omega-\omega_0)}{\omega-\omega_0} \exp\{-jT(\omega-\omega_0)\},$$

を考え，Σ への入力を $u_T(t) := r_T(t)v$ とすると $t < 0$ で入力 0 なので $x(0) = 0$ と設定でき，対応する出力 $y_T(t)$ に対し $(u_T, y_T) \in \mathcal{B}[0, T; 0]$ となる (以下に見るように積分値も有限).

この入力 $u_T(t)$ に対し，(1) の右辺の積分値は $\Omega := T(\omega-\omega_0)$ とおくと，

$$\int_{-\infty}^{\infty} \hat{u}_T(j\omega)^* \hat{u}_T(j\omega) d\omega = \frac{v^*v}{T} \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\sin T(\omega-\omega_0)}{\omega-\omega_0} \right)^2 d\omega = 2v^*v \int_0^{\infty} \left(\frac{\sin\Omega}{\Omega} \right)^2 d\Omega$$

で T によらない定数 α（$= \pi v^*v$）である．一方，$\lambda(s) := v^*\Lambda(s)v$ は A の安定性より虚軸上で連続微分可能なので，平均値の定理より各 ω 毎に $\lambda(j\omega) = \lambda(j\omega_0) + \lambda'(jh_\omega)(\omega-\omega_0) = \lambda'(jh_\omega)(\omega-\omega_0)$ を満たす実数 h_ω が存在する（$\lambda' = d\lambda/ds$）．従って，式 (1) の左辺は,

$$\int_{-\infty}^{\infty} \hat{u}_T(j\omega)^* \Lambda(j\omega) \hat{u}_T(j\omega) d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} \lambda(j\omega) |\hat{r}_T(j\omega)|^2 d\omega = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin^2 T(\omega-\omega_0)}{\omega-\omega_0} \lambda'(jh_\omega) d\omega \qquad (2)$$

となる．ここで，$\lambda(s)$ はプロパ（$\lambda(\infty)$ = 有限値）な有理関数でもあることに注意すると，$\forall\omega$ で $|\lambda'(j\omega)| \leqq M_1$ かつ $|\lambda'(j\omega)| \leqq M_2/|\omega|$ を満たす正数 M_1, M_2 が存在することがわかる．よって式 (2) の積分値を β_T と書くと，再び Ω による変数変換で十分大きな正数 Ω_0 を用いれば

$$\beta_T \leqq \frac{2M_1}{T} \int_0^{\Omega_0} \frac{\sin^2\Omega}{\Omega} d\Omega + 2M_2 \int_{\Omega_0}^{\infty} \left(\frac{\sin\Omega}{\Omega} \right)^2 d\Omega, \qquad 2M_2 \int_{\Omega_0}^{\infty} \left(\frac{\sin\Omega}{\Omega} \right)^2 d\Omega < \epsilon\alpha$$

と評価できる．

従って，十分大きな T で $\beta_T < \epsilon\alpha$ となり，式 (1) に矛盾することが示された．