

## 目 次

<b>第 1 章 最適制御一般論</b> 1	
1.1 序 論	1
1.2 最適制御発展の必然性	1
1.3 最適制御系の一般的構成	3
1.4 各章の構成概要	5
<b>第 2 章 変分法による最適制御</b> 9	
2.1 オイラー・ラグランジの方程式	9
2.2 条件付変分法による最適制御 基本式	12
2.3 境界条件	15
2.4 例題 1	17
2.5 例題 2	20
2.6 例題 3	23
2.7 2 次形式評価をもつ線形系制御	24
2.8 2 点境界値問題の諸解法	27
2.9 最適制御合成への変分法適用 の問題点	28
<b>第 3 章 最大原理</b> 30	
3.1 最大原理の変分の特異性	30
3.2 $n+1$ 次元空間	31
3.3 補助変数ベクトル $\psi(t)$	32
3.4 ハミルトン関数 $H$	33
3.5 最大原理	35
3.6 例題 1	36
3.7 例題 2	38
3.8 横断条件の必要性	41
3.9 多様体の接線ベクトル	42
3.10 多様体間制御	44
3.11 横断条件	45
3.12 非自律系の自律系化表示	46
3.13 定時間固定端点問題	48
3.14 例題 3	49
3.15 定時間完全自由端点問題	50
3.16 運動端点問題	51
3.17 運動可変多様体上自由端点 問題	52
3.18 最大原理の応用面	54
<b>第 4 章 線形離散値系の最適制御</b>	
4.1 線形離散値系の必要性	56
4.2 定係数線形連続系より定係数 線形離散値系への変換	57
4.3 例題 1	59
4.4 変係数線形連続系より変係数 線形離散値系への変換	59
4.5 2 次形式制御評価	62
4.6 例題 2	64
4.7 1 段過程制御	65
4.8 例題 3	67
4.9 例題 4	68
4.10 例題 5	70
4.11 1 次系 2 段過程制御	72
4.12 連続系における動的計画法	75
4.13 離散値系における動的計画法	78
4.14 線形離散値系における動的 計画法	83
4.15 追値制御問題	87
<b>第 5 章 付加雑音系の最適制御</b> 91	
5.1 付加雑音系	91
5.2 制御系付加雑音	92
5.3 例題 1	93
5.4 付加雑音系の 1 段過程制御	94
5.5 例題 2	96
5.6 例題 3	98
5.7 1 次付加雑音系 2 段過程制御	100

5.8 付加雑音をもつ線形離散値系  
における動的計画法……………103

5.9 状態値観測の完全性……………106

5.10 条件付確率……………107

5.11 条件付確率密度函数……………110

5.12 基底確率変数……………113

5.13 確率変数の正射影……………115

5.14 正射影による確率変数の推定  
……………118

5.15 例題 4……………120

5.16 条件付平均値による確率変数の  
推定……………121

5.17 付加雑音と定数遷移係数をもつ  
1 次系の状態推定……………123

5.18 多次元観測系における状態推定  
……………130

5.19 付加雑音と時間変化遷移行列を  
もつ多次元系の状態推定……………122

5.20 付加雑音制御系での状態推定に  
よる最適制御……………135

5.21 最適制御合成へのカルマン法適  
用の問題点……………138

参考文献……………140

付 録……………141

付録 1 (2.46)式の導出……………141

付録 2 線形斉次微分方程式の解 141

付録 3 (2.55)式の解……………141

付録 4 (2.60)式の導出……………143

付録 5 (2.67)式が(2.66)式の解  
であることの検算……………143

付録 6 正定値行列……………144

付録 7  $\frac{\partial}{\partial x^i}(x'Qx)$  および  
 $\frac{\partial}{\partial x}(x'Qx)$ ……………144

付録 8  $f = Ax + Bu$  のときの  
 $\sum_{\alpha=1}^n \frac{\partial f^\alpha}{\partial x^i} \lambda_\alpha$ ……………145

付録 9 状態軌道の変分方程式……………146

付録10 到達可能錐……………147

付録11 限界錐……………149

付録12 横断条件……………150

付録13 純粋 2 次系の  $\phi(t)$ ……………150

付録14 純粋 2 次系の  $G$ ……………151

付録15  $\phi$  行列……………151

付録16  $J_1$  の計算……………151

付録17 ベクトル内積の微分……………152

付録18  $\frac{\partial J}{\partial u} = 0$  の解……………152

付録19  $J(u^0)$  の最小性……………153

付録20  $Q-QG[G'QG+H]^{-1}G'Q$  の  
正定値性……………153

付録21 (4.52)式の計算……………154

付録22 (4.57)式の計算……………154

付録23 (4.58)式の計算……………155

付録24 (4.63), (4.64)式の計算……………155

付録25 D.P. 法による(4.63)式  
の計算……………156

付録26 D.P. 法(4.89), (4.90)  
式と変分法(2.29), (2.28)  
式との関係……………157

付録27 (4.104)式の計算……………157

付録28  $P(N-k)$  の正定値性……………159

付録29  $\int_0^\infty x \exp(-x^2) dx$ ……………160

付録30  $\int_{-\infty}^\infty \exp(-x^2) dx = I$ ……………160

付録31  $\int_{-\infty}^\infty x^2 \exp(-x^2) dx$ ……………161

付録32 正規分布……………162

付録33  $E[J_1(u^0(0))]$  の計算……………153

付録34  $\int_{-\infty}^\infty \exp\left[-\frac{1}{2}v'C^{-1}v\right] dv$   
……………163

付録35  $\int_{-\infty}^\infty \exp(t'v)p(v) dv$ ……………165

付録36  $E[v'Qv] = t_r[CQ]$  の導出……………167

付録37 確率変数の“独立”, “相関”,  
“直交”……………167

付録38 (5.51)式の導出……………169

付録39 行列の部分行列と逆行列の  
部分行列との関係……………170

付録40  $p(z_s)$  より  $p(z_p)$  を求め  
る積分計算……………172

付録41  $p(z^{p+1}, z^{p+2}, \dots,$   
 $z^s | z^1, z^2, \dots, z^p)$ ……………173

付録42 Schmidt の直交変数決定法  
……………174

付録43  $\tilde{x}(k|k-1), w(k), v(k)$  の  
独立性……………174

付録44  $A(k)$  の別解……………175

付録45 (5.196), (5.197)式の計算……………175

付録46 状態値の推定誤差分散行列  
と予測誤差分散行列の関係  
……………176

索 引……………179

— 目次終り —