

(202D) ロール角保持 1 ($\phi, p \rightarrow \delta a; r \rightarrow \delta r$)

2019(R1).10.27(D) 片柳亮二

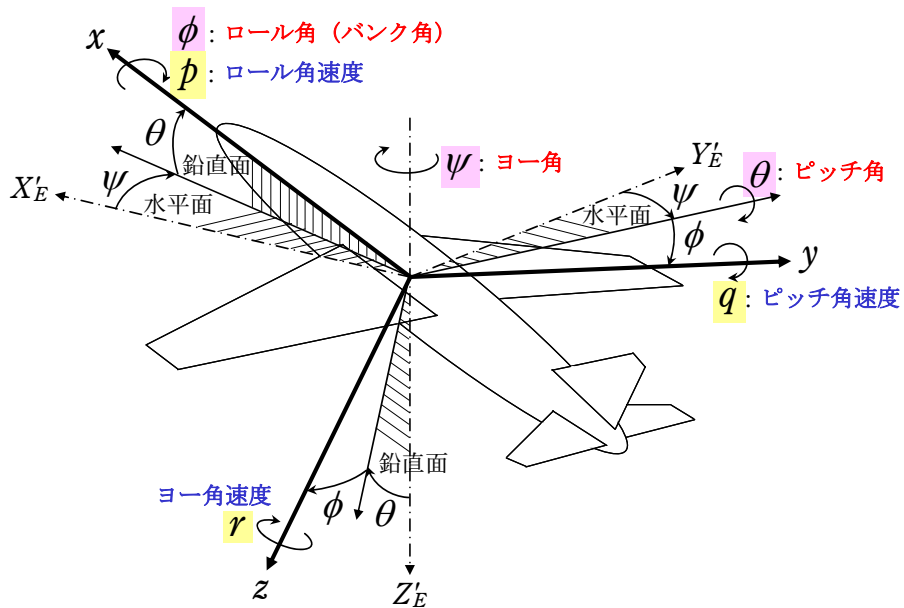


図 1 飛行運動変数の説明

図 2 に、ここで検討するロール角保持 1 のブロック図を示す。

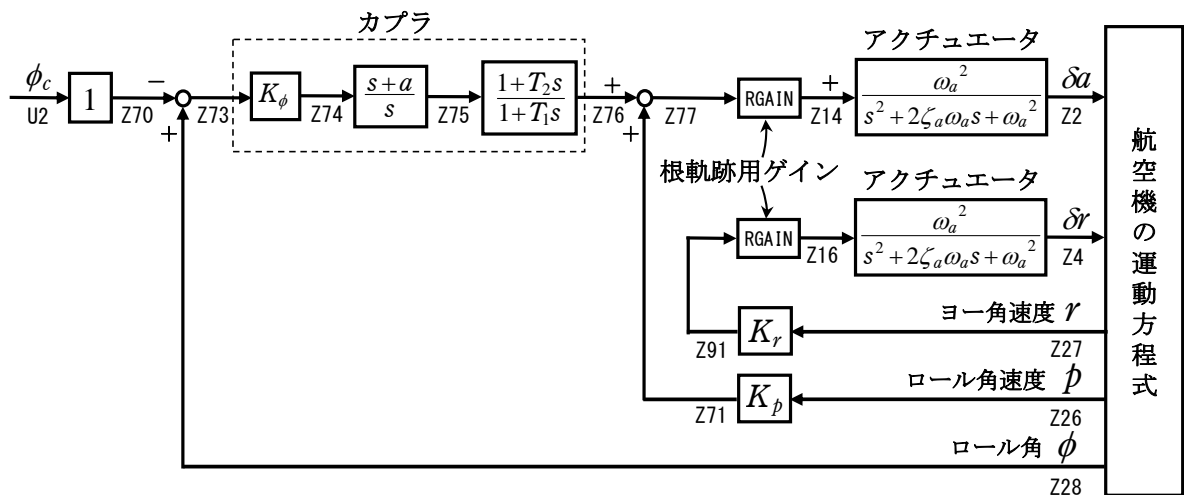


図 2 ロール角保持 1 のブロック図

KMAP を起動して、

- ① 「KMAP***解析内容選択画面」⇒ “23” キーイン
- ② 「設計方式」⇒ “13” をキーイン
- ③ 「機体データの取得方法」⇒ここでは例として、“99” をキーイン
- ④ 「機体データの取得」⇒ここでは例として“44” をキーイン

(CDES. B777-200. Y120505. DAT)

⑤ 「制御則の選択」 ⇒ “202” キーイン

横・方向系. ロール角保持 1 ($\phi, p \rightarrow \delta a; r \rightarrow \delta r$)

⑥ 「インプットデータ修正(後半部)」と表示されるので, ゲイン最適化計算のために次のようにキーイン

1 9 1 0 0 2 0 0 98 0 0 2 6

これで解析計算が自動的に実行されて, 次の「解析結果の表示」の画面になる.
ここで, “9” とすると, 「安定性解析結果」が数値で次のように表示される.

```

..... (釣り合い飛行時のデータ) .....
S = 0.42800E+03 (m2)   CBAR = 0.79460E+01 (m)   Hp = 0.15000E+04 (ft)
W = 0.16091E+06 (kgf) qbarS= 0.19261E+06 (kgf) ROU = 0.11952E+00 (kgf·s2/m4)
V = 0.86778E+02 (m/s) VKEAS= 0.16500E+03 (kt)   b = 0.60900E+02 (m)
Ix= 0.11936E+07 (⇒)  Iz = 0.39251E+07 (⇒)  Ixz = 0.11936E+06 (kgf·m·s2)
CL= 0.83554E+00 (－)  α = 0.37503E+01 (deg)  CG = 0.25000E+02 (%MAC)
(この CL は初期釣合 G に必要な CL です)
T = 0.24891E+05 (kgf) δf = 0.20000E+02 (deg) δe = -0.18750E+01 (deg)
CLα = 0.1073E+00 (1/deg) Cma = -0.2573E-01 (1/deg)
縦安定中正点 (neutral point) hn = (0.25 - Cma / CLα) * 100 = 0.48983E+02 (%MAC)
脚 ΔCD = 0.20000E-01 (－),   スピードブレーキ ΔCD = 0.40000E-01 (－)
脚-DN,   スピードブレーキ オープン,   初期フラップ角 δfpilot = 0.20000E+02 (deg)
(微係数推算用フラップ δf = 0.20000E+02 (deg))

(CG=25%)           (CG= 25.00%)           (フライト 有次元)
Cyβ = -0.133610E-01  Cyβ = -0.133610E-01  Yβ' = -0.103494E+00
Cyδr = 0.268149E-02  Cyδr = 0.268149E-02  Yδr' = 0.207706E-01
Clβ = -0.378068E-02  Clβ = -0.378068E-02  Lβ' = -0.210600E+01
Clδa = -0.189409E-02  Clδa = -0.189409E-02  Lδa' = -0.106897E+01
Clδr = 0.116269E-03  Clδr = 0.116269E-03  Lδr' = 0.437219E-01
Clp = -0.442863E+00  Clp = -0.442863E+00  Lp' = -0.153139E+01
Clr = 0.266273E+00  Clr = 0.266273E+00  Lr' = 0.898388E+00
Cnβ = 0.171812E-02  Cnβ1 = 0.171812E-02  Nβ' = 0.230168E+00
Cnδa = 0.527530E-04  Cnδa = 0.527530E-04  Nδa' = -0.234722E-01
Cnδr = -0.127809E-02  Cnδr1 = -0.127809E-02  Nδr' = -0.217529E+00
Cnp = 0.463237E-02  Cnp = 0.463237E-02  Np' = -0.417094E-01
Cnr = -0.215438E+00  Cnr = -0.215438E+00  Nr' = -0.198598E+00

*****
(NAERO=21) 横 δa コントロールシステム解析
●出力キー: i:3:BETA, 4:p, 5:r, 6:PHI (不明なら 6 入力)
***** (フィードバック前の極チェック) *****
***** POLES *****
POLES(10), EIVMAX= 0.500D+02
  N      REAL      IMAG
  1     -0.34999999D+02  -0.35707143D+02 [ 0.7000E+00, 0.5000E+02]
  2     -0.34999999D+02  -0.35707143D+02 [ 0.7000E+00, 0.5000E+02]
  3     -0.34999999D+02   0.35707143D+02  周期 P(sec)= 0.1760E+00
  4     -0.34999999D+02   0.35707143D+02  周期 P(sec)= 0.1760E+00
  5     -0.88417330D+01   0.00000000D+00
  6     -0.15564094D+01   0.00000000D+00
  7     -0.12385118D+00  -0.65938959D+00 [ 0.1846E+00, 0.6709E+00]
  8     -0.12385118D+00   0.65938959D+00  周期 P(sec)= 0.9529E+01
  9     -0.29372350D-01   0.00000000D+00
 10     0.00000000D+00   0.00000000D+00
*****

```

(以下の解析結果はインプットデータの制御則による)

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(10), EIVMAX= 0.4965D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34750582D+02	-0.35466401D+02	[0.6999E+00, 0.4965E+02]
2	-0.34750582D+02	0.35466401D+02	周期 P(sec)= 0.1772E+00
3	-0.33415740D+02	-0.33564758D+02	[0.7055E+00, 0.4736E+02]
4	-0.33415740D+02	0.33564758D+02	周期 P(sec)= 0.1872E+00
5	-0.58722221D+01	-0.58622873D+01	[0.7077E+00, 0.8298E+01]
6	-0.58722221D+01	0.58622873D+01	周期 P(sec)= 0.1072E+01
7	-0.89437503D+00	-0.88867521D+00	[0.7094E+00, 0.1261E+01]
8	-0.89437503D+00	0.88867521D+00	周期 P(sec)= 0.7070E+01
9	-0.40468843D+00	-0.40790328D+00	[0.7043E+00, 0.5746E+00]
10	-0.40468843D+00	0.40790328D+00	周期 P(sec)= 0.1540E+02

ZEROS(6), II/JJ= 6/ 1, G= 0.9434D+05

N	REAL	IMAG	
1	-0.34751327D+02	-0.35466827D+02	[0.6999E+00, 0.4965E+02]
2	-0.34751327D+02	0.35466827D+02	
3	-0.22980001D+01	0.00000000D+00	
4	-0.10931351D+01	0.00000000D+00	
5	-0.40915999D+00	-0.41788302D+00	[0.6996E+00, 0.5848E+00]
6	-0.40915999D+00	0.41788302D+00	

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.1000E+01

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(10), EIVMAX= 0.5000D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34999999D+02	-0.35707143D+02	[0.7000E+00, 0.5000E+02]
2	-0.34999999D+02	0.35707143D+02	周期 P(sec)= 0.1760E+00
3	-0.34752297D+02	-0.35467534D+02	[0.6999E+00, 0.4966E+02]
4	-0.34752297D+02	0.35467534D+02	周期 P(sec)= 0.1772E+00
5	-0.88417330D+01	0.00000000D+00	
6	-0.15570314D+01	0.00000000D+00	
7	-0.26783989D+00	-0.54393572D+00	[0.4418E+00, 0.6063E+00]
8	-0.26783989D+00	0.54393572D+00	周期 P(sec)= 0.1155E+02
9	-0.23617790D+00	0.00000000D+00	
10	0.00000000D+00	0.00000000D+00	

ZEROS(7), II/JJ= 1/ 3, G=-0.9754D+04

N	REAL	IMAG	
1	-0.34750844D+02	-0.35466517D+02	[0.6999E+00, 0.4965E+02]
2	-0.34750844D+02	0.35466517D+02	
3	-0.16629637D+02	0.00000000D+00	
4	-0.94328904D+00	-0.75614139D+00	[0.7803E+00, 0.1209E+01]
5	-0.94328904D+00	0.75614139D+00	
6	-0.40844697D+00	-0.41841201D+00	[0.6985E+00, 0.5847E+00]
7	-0.40844697D+00	0.41841201D+00	

★定常値が複素数です!

入力 1.0 のステップ応答定常値= -0.1998E+15 0.1291E+08

周波数	ゲイン余裕	位相余裕
6.30000 (rad/s)		(1) 61.34913 (deg)
45.50001 (rad/s)	(1) 22.71936 (dB)	

ゲイン余裕最小値= 22.71936 (dB), 位相余裕最小値= 61.34913 (deg)

★振動極の $\zeta = \sin\lambda$ の角度 $\lambda = 45.00$ (deg)

★伝達関数のゲイン最大値指定なし

★安定余裕指定なし

★エルロン系のゲイン探索のみ

```

IMONTE=      1000001  評価関数 J=      6.765860E-05
#####( 最適ゲイン探索結果 )#####
& ( 1)   75 行目   0.3650E+01  &
& ( 2)   77 行目   0.4358E+01  &
& ( 3)   78 行目   0.2298E+01  &
& ( 4)   80 行目   0.1131E+00  &
& ( 5)   81 行目   0.9148E+00  &
& ( 6)   98 行目   0.2233E+01  &
#####

```

- (注 1) 空中では初期速度が 10kt を超え、かつ、インプットデータで脚下げ指定の場合は脚 DN およびスピードブレーキオープンとしてトリム計算する。
(注 2) 空中では初期速度が 10kt 以下の場合は、フラップと連動して、フラップ 5° 以上で脚 DN とする。
(注 3) 滑走中は脚は常に DN、また、スピードブレーキは初期速度が 10kt を超える場合にオープン。

次に、「解析結果の表示」の画面で「1」とキーイン/Enterすると、図3の根軌跡、図4の極・零点を表示できる。また、「2」とキーイン/Enterすると、図5のシミュレーション図が得られる。

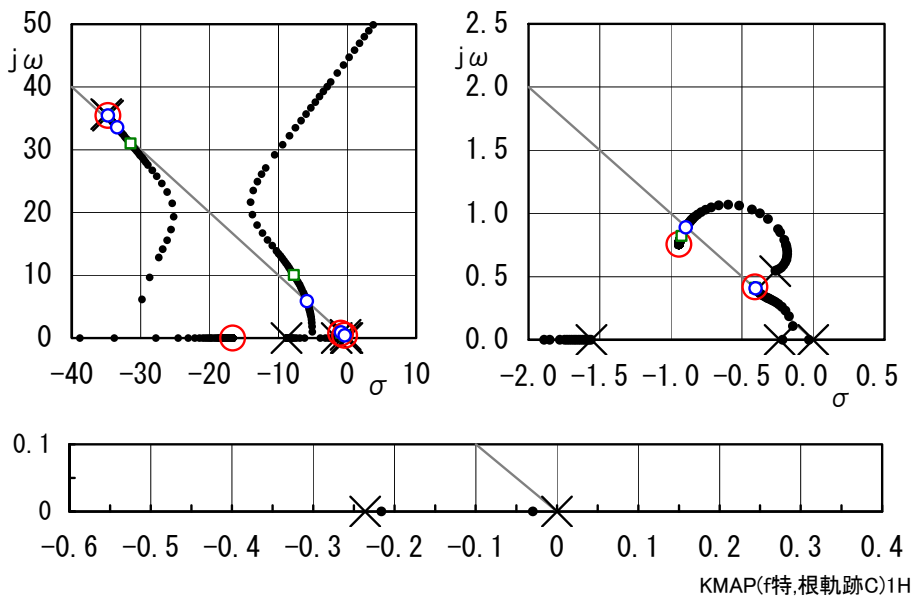


図3 ロール角保持1(エルロン系)の根軌跡

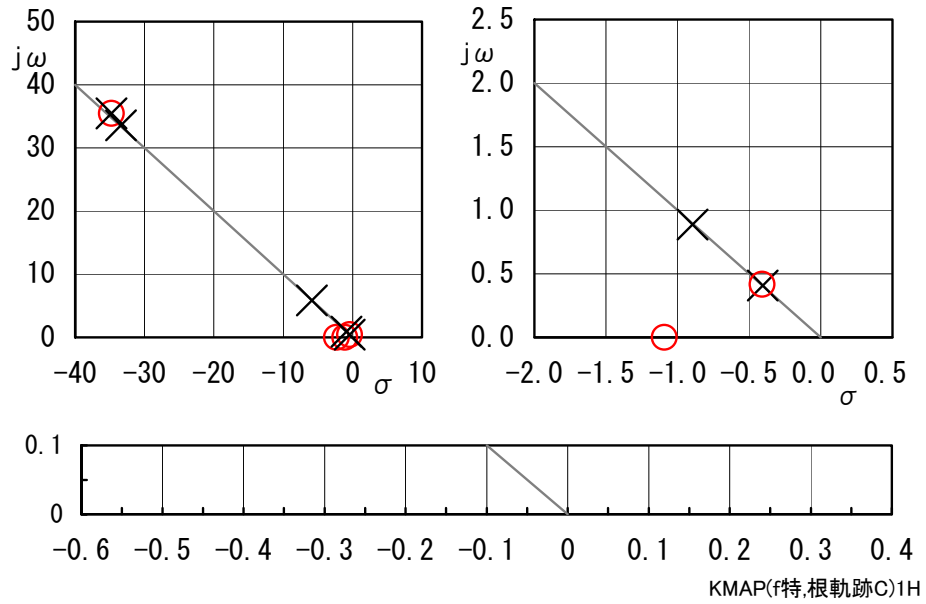


図4 ロール角保持1の極・零点 ($\phi / \phi c$)

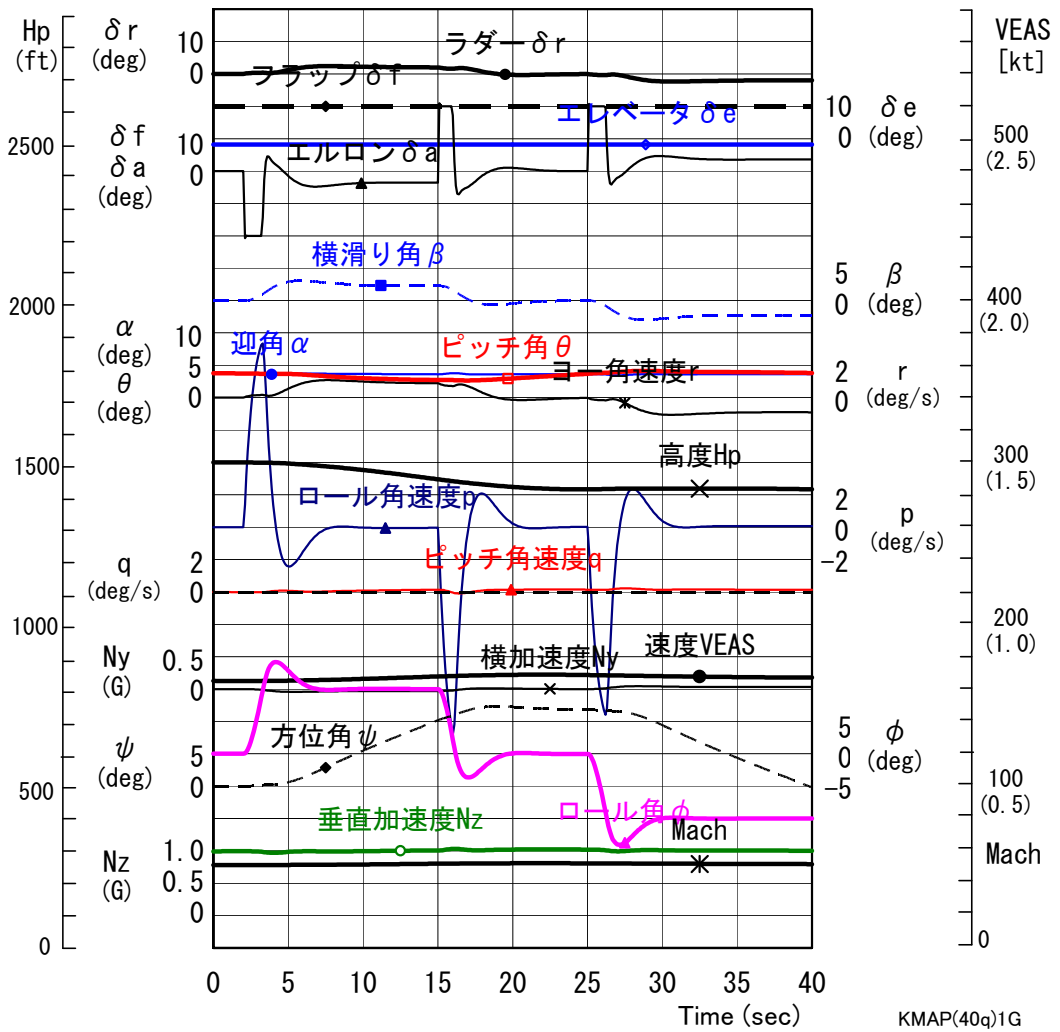


図5 ロール角保持1のシミュレーション