

(203D) ロール角保持 2 ($\phi, p \rightarrow \delta a; \beta, r, p, \phi \rightarrow \delta r$)

2019(R1).10.27(D) 片柳亮二

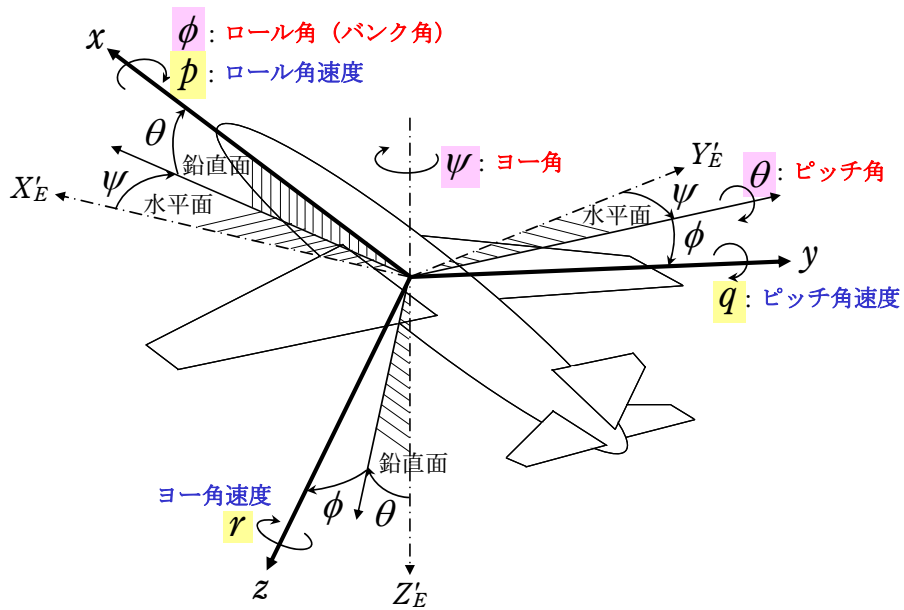


図 1 飛行運動変数の説明

図 2 に、ここで検討するロール角保持 2 のブロック図を示す。

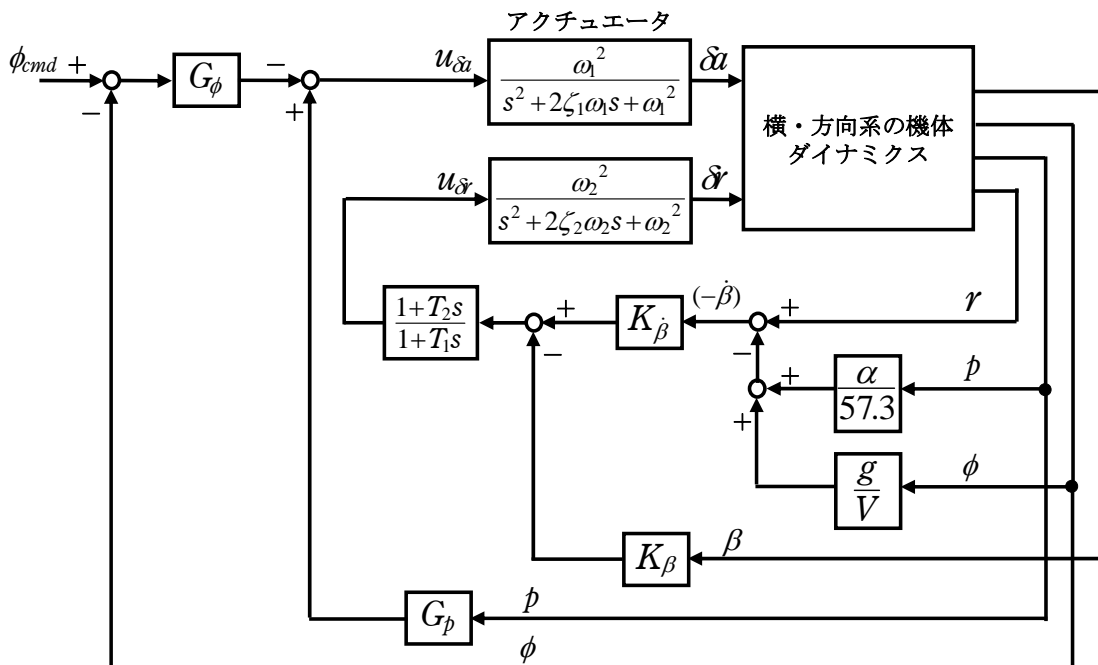


図 2 ロール角保持 2 のブロック図

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」 ⇒ “203” キーイン

横・方向系. ロール角保持 2 ($\phi, p \rightarrow \delta a; \beta, r, p, \phi \rightarrow \delta r$)

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 9 8 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 (ー)  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) Gmα = -0.2573E-01 (1/deg)
縦安定中正点 (neutral point) hn = (0.25 - Cmα / CLα) * 100 = 0.48983E+02 (%MAC)
脚 ΔCD = 0.20000E-01 (ー),   スピードブレーキ ΔCD = 0.40000E-01 (ー)
脚-DN,   スピードブレーキ オフン,   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( 9), 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  -0.15564094D+01   0.00000000D+00
  6  -0.16337200D+00   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

(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(9), EIVMAX= 0.4947D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34622316D+02	-0.35332967D+02	[0.6999E+00, 0.4947E+02]
2	-0.34622316D+02	0.35332967D+02	周期 P(sec)= 0.1778E+00
3	-0.34532839D+02	-0.35242130D+02	[0.6999E+00, 0.4934E+02]
4	-0.34532839D+02	0.35242130D+02	周期 P(sec)= 0.1783E+00
5	-0.11393251D+01	-0.11413417D+01	[0.7065E+00, 0.1613E+01]
6	-0.11393251D+01	0.11413417D+01	周期 P(sec)= 0.5505E+01
7	-0.61567615D+00	-0.61651103D+00	[0.7066E+00, 0.8713E+00]
8	-0.61567615D+00	0.61651103D+00	周期 P(sec)= 0.1019E+02
9	-0.17654162D+00	0.00000000D+00	

ZEROS(5), II/JJ= 6/ 1, G= 0.6482D+04

N	REAL	IMAG	
1	-0.34597556D+02	-0.35314343D+02	[0.6998E+00, 0.4944E+02]
2	-0.34597556D+02	0.35314343D+02	
3	-0.55632204D+00	-0.66936942D+00	[0.6392E+00, 0.8704E+00]
4	-0.55632204D+00	0.66936942D+00	
5	-0.17659091D+00	0.00000000D+00	

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.1021E+01

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

POLES(9), 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	-0.34594823D+02	-0.35312111D+02	[0.6998E+00, 0.4943E+02]
4	-0.34594823D+02	0.35312111D+02	周期 P(sec)= 0.1779E+00
5	-0.15572469D+01	0.00000000D+00	
6	-0.54920298D+00	-0.76242489D+00	[0.5845E+00, 0.9396E+00]
7	-0.54920298D+00	0.76242489D+00	周期 P(sec)= 0.8241E+01
8	-0.17689757D+00	0.00000000D+00	
9	0.25341979D-01	0.00000000D+00	

ZEROS(6), II/JJ= 1/ 3, G=-0.2233D+04

N	REAL	IMAG	
1	-0.34598672D+02	-0.35315420D+02	[0.6998E+00, 0.4944E+02]
2	-0.34598672D+02	0.35315420D+02	
3	-0.29039625D+01	0.00000000D+00	
4	-0.55516305D+00	-0.66873540D+00	[0.6387E+00, 0.8691E+00]
5	-0.55516305D+00	0.66873540D+00	
6	-0.17659103D+00	0.00000000D+00	

★定常値が複素数です!

入力 1.0 のステップ応答定常値= -0.2114E+13 0.2800E+05

周波数	ゲイン余裕	位相余裕
1.45000 (rad/s)		(1) 72.93768 (deg)
50.00000 (rad/s)	(1) 37.53391 (dB)	

ゲイン余裕最小値= 37.53391 (dB), 位相余裕最小値= 72.93768 (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=      8.589254E-02
#####( 最適ゲイン探索結果 )#####
& ( 1)   75 行目    0.8355E+00  &
& ( 2)   77 行目    0.2422E+01  &
& ( 3)  102 行目    0.3999E+01  &
& ( 4)  103 行目    0.1937E+01  &
& ( 5)  105 行目    0.6121E+01  &
& ( 6)  106 行目    0.5294E+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 5 から、10° のロール角変化が達成されていることがわかる。

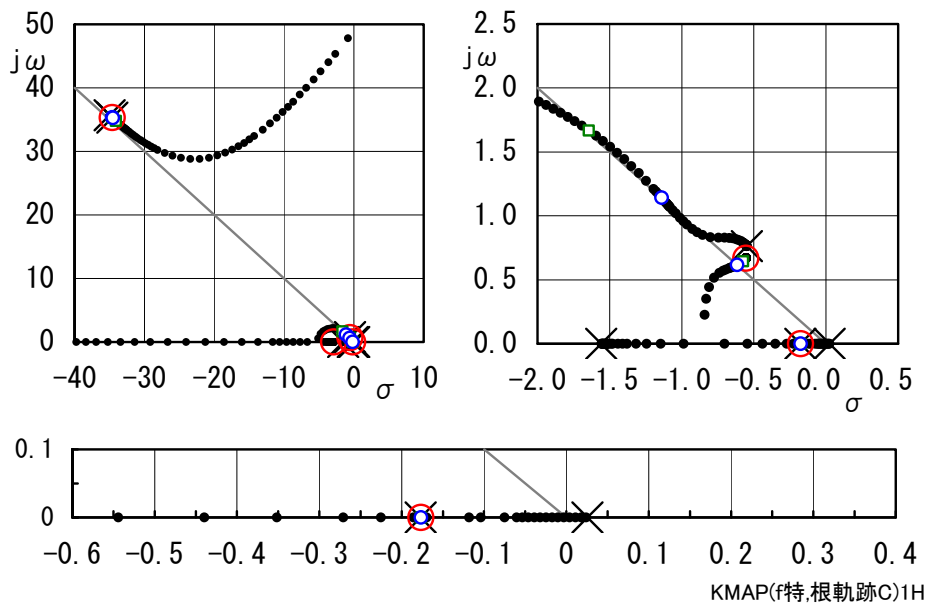


図 3 ロール角保持 2(エルロン系)の根軌跡

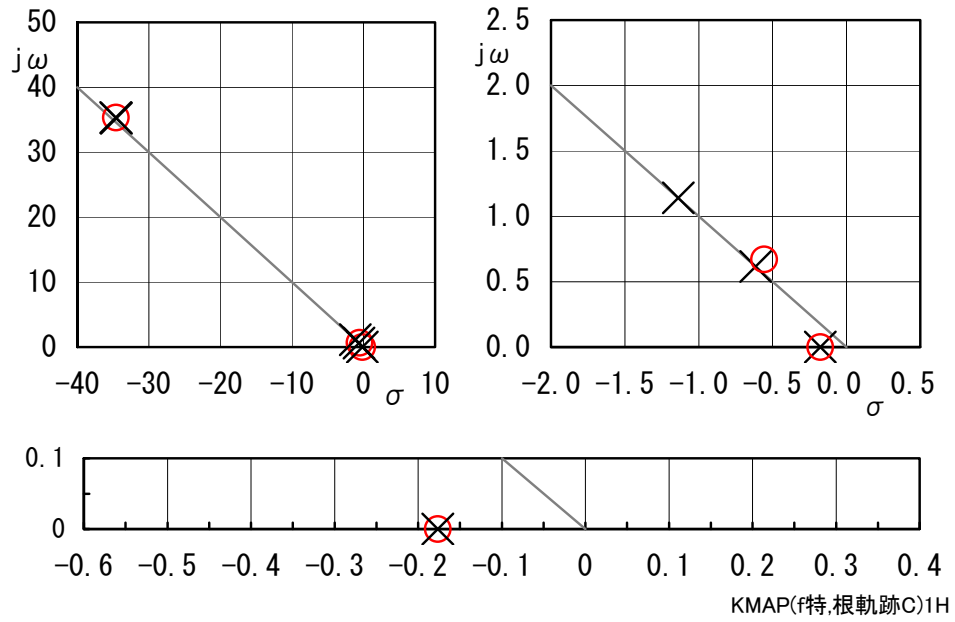


図4 ロール角保持2の極・零点 ($\phi / \phi \text{ cmd}$)

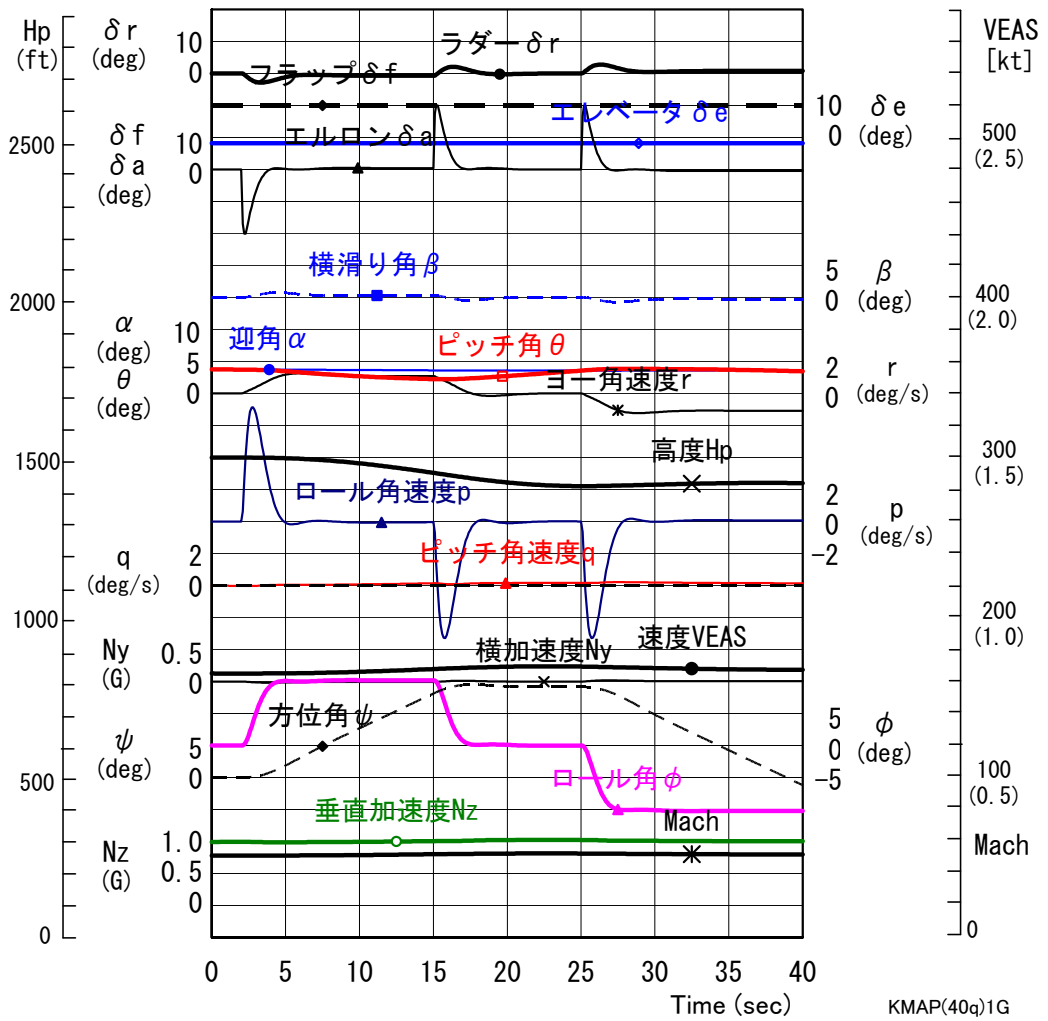


図5 ロール角保持2のシミュレーション