

## (102D) ピッチ角保持 2 ( $\theta$ リードラグ, $q$ 比例)

2019(R1). 10. 27(D) 片柳亮二

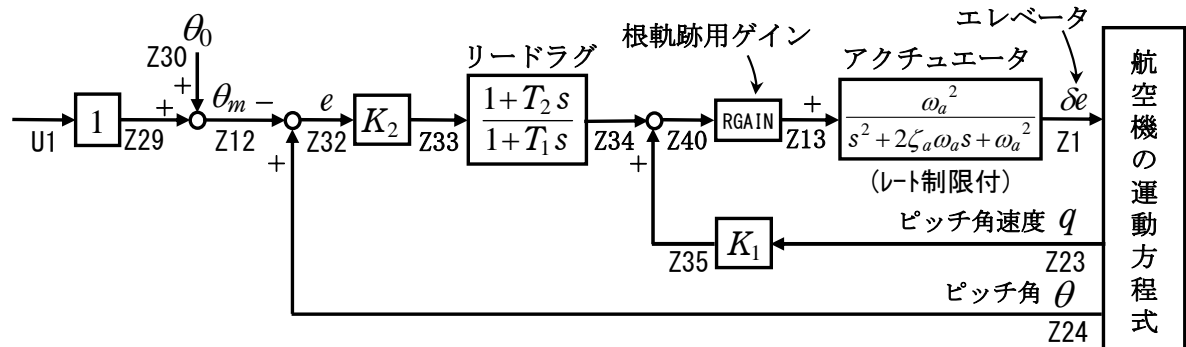


図 1 ピッチ角保持 2 の制御系

図 1 に示すリードラグを用いたピッチ角保持 2 の設計について述べる。

KMAP を起動して、

- ① 「KMAP\*\*\*解析内容選択画面」⇒ “23” キーイン  
(解析(3) : 保存リストをコピー利用してデータ新規作成)
- 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」⇒ “102” キーイン  
縦系. ピッチ角保持 2 ( $\theta$  リードラグ および  $q$  比例)

- 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 1 0 0 9 8 0 0 1 7

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)   Iy = 0.29382E+07 (kgf·m·s2)
θ = 0.37503E+01 (deg) α = 0.37503E+01 (deg)   CG = 0.25000E+02 (%MAC)
CL = 0.83554E+00 (－)   CD = 0.13045E+00 (－)   CDα = 0.83655E-02 (1/deg)
(この CL, CD, CDα は初期釣合 G に必要な CL, CD, CDα です)
T = 0.24891E+05 (kgf) δf = 0.20000E+02 (deg) δe = -0.18750E+01 (deg)
縦安定中正点 (neutral point) hn = (0.25 - Cmα / 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 オフ,   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%)	(ﾌﾟﾗｲﾑﾄﾞ有次元)
Cxu =-0.370428E+00	Cxu =-0.370428E+00	Xu =-0.352690E-01
Cxα = 0.621637E-02	Cxα = 0.621637E-02	Xα = 0.743926E-01
Czu = 0.000000E+00	Czu = 0.000000E+00	Zu' =-0.149163E+00
CLα = 0.107293E+00	CLα = 0.107293E+00	Zα' =-0.845891E+00
CLδe= 0.579212E-02	CLδe = 0.579212E-02	Zδe' =-0.448654E-01
CLδf= 0.215446E-01	CLδf = 0.215446E-01	Zδf' =-0.166883E+00
Cmu = 0.000000E+00	Cmu = 0.000000E+00	Mu' = 0.319084E-01
Cmα =-0.257326E-01	Cmα1 =-0.257326E-01	Mα' =-0.587113E+00
Cmδe=-0.221051E-01	Cmδe1=-0.221051E-01	Mδe' =-0.650192E+00
Cmδf=-0.625773E-02	Cmδf1=-0.625773E-02	Mδf' =-0.151081E+00
Cmq =-0.292629E+02	Cmq =-0.292629E+02	Mq' =-0.911800E+00
CmαD=-0.896965E+01	CmαD=-0.896965E+01	Mθ' = 0.158000E-02
(Mu = 0.000000E+00)	(Mα =-0.768062E+00)	(Mδe =-0.659790E+00)
(Mδf =-0.186780E+00)	(Mq =-0.697885E+00)	(MαD =-0.213916E+00)

\*\*\*\*\*

(NAERO=11) 縦 δ e コントロールシステム解析

● 出力キー: i=4:u, 5:ALP, 6:q, 7:THE (不明なら 7 入力)

\*\*\*\*\* (フィードバック前の極チェック) \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* POLES \*\*\*\*\*

POLES( 7), EIVMAX= 0.300D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.21000000D+02	-0.21424286D+02	[ 0.7000E+00, 0.3000E+02]
2	-0.21000000D+02	0.21424286D+02	周期 P(sec)= 0.2933E+00
3	-0.88541169D+00	-0.76986471D+00	[ 0.7546E+00, 0.1173E+01]
4	-0.88541169D+00	0.76986471D+00	周期 P(sec)= 0.8161E+01
5	-0.11237217D+00	0.00000000D+00	
6	-0.11068734D-01	-0.11805121D+00	[ 0.9335E-01, 0.1186E+00]
7	-0.11068734D-01	0.11805121D+00	周期 P(sec)= 0.5322E+02

\*\*\*\*\*

(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( 7), EIVMAX= 0.2952D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.20661932D+02	-0.21088755D+02	[ 0.6998E+00, 0.2952E+02]
2	-0.20661932D+02	0.21088755D+02	周期 P(sec)= 0.2979E+00
3	-0.99606998D+00	-0.99485305D+00	[ 0.7075E+00, 0.1408E+01]
4	-0.99606998D+00	0.99485305D+00	周期 P(sec)= 0.6316E+01
5	-0.26669503D+00	-0.26685287D+00	[ 0.7069E+00, 0.3773E+00]
6	-0.26669503D+00	0.26685287D+00	周期 P(sec)= 0.2355E+02
7	-0.55938257D-01	0.00000000D+00	

ZEROS( 3), II/JJ= 7/ 1, G= 0.9095D+03

N	REAL	IMAG
1	-0.79046820D+00	0.00000000D+00
2	-0.32701111D+00	0.00000000D+00
3	-0.50179558D-01	0.00000000D+00

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.8577E+00

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

POLES( 7), EIVMAX= 0.3000D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.21000000D+02	-0.21424286D+02	[ 0.7000E+00, 0.3000E+02]
2	-0.21000000D+02	0.21424286D+02	周期 P(sec)= 0.2933E+00
3	-0.88541169D+00	-0.76986471D+00	[ 0.7546E+00, 0.1173E+01]
4	-0.88541169D+00	0.76986471D+00	周期 P(sec)= 0.8161E+01
5	-0.11237217D+00	0.00000000D+00	
6	-0.11068734D-01	-0.11805121D+00	[ 0.9335E-01, 0.1186E+00]
7	-0.11068734D-01	0.11805121D+00	周期 P(sec)= 0.5322E+02

ZEROS( 4), II/JJ= 1/ 4, G=-0.6057D+03



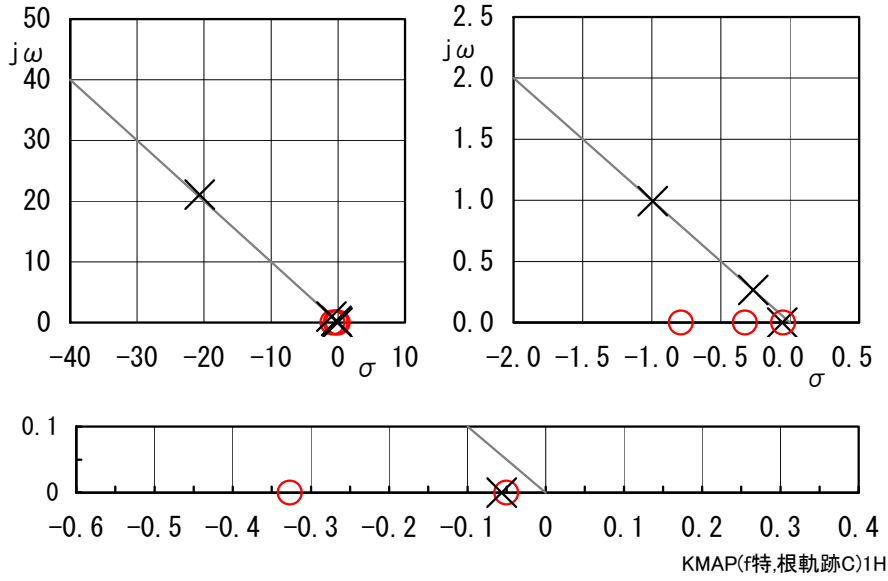


図3 ピッチ角保持2極・零点

次に、「解析結果の表示」画面で「2」とキーイン/Enterすると、シミュレーション図を次のように Excel 表示させることができる。

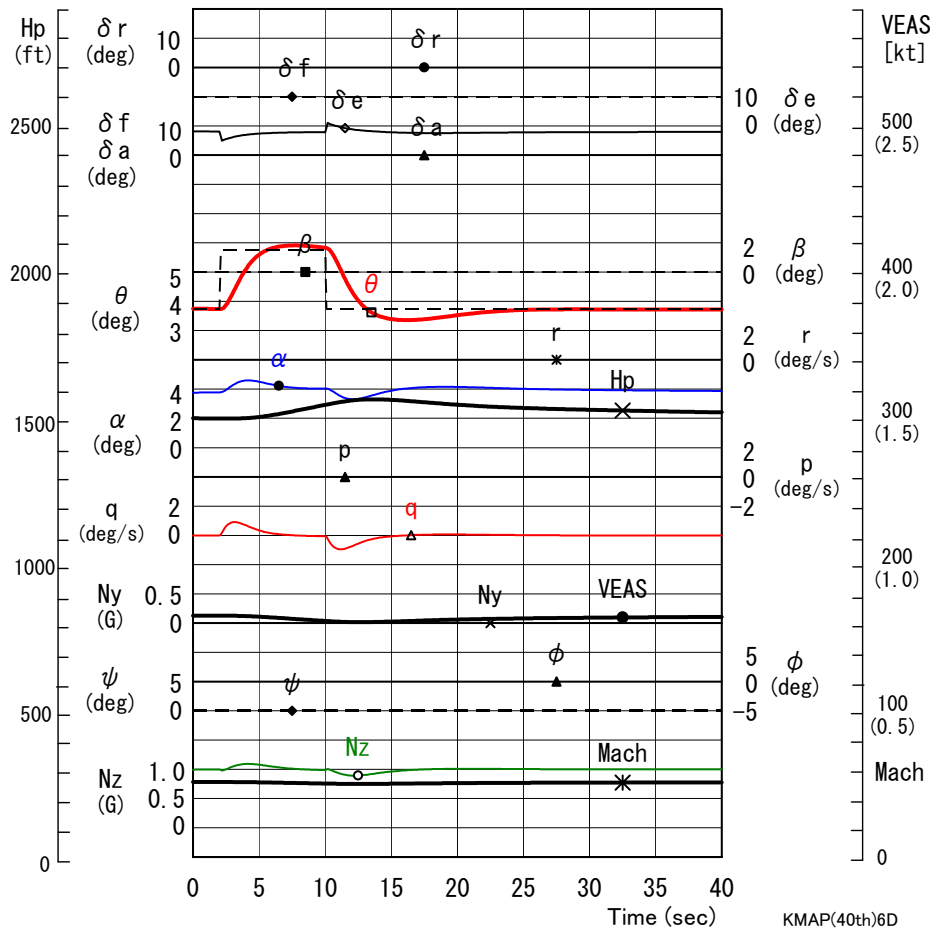


図4 ピッチ角保持2のシミュレーション

図4のシミュレーション結果をみると、十分安定であるが、ピッチ角コマンド(破線)に対して、ピッチ角( $\theta$ )の応答が十分追従していない。これは、極・零点の図からわかるように、 $\theta/\theta_m$ の極と零点が離れているためである。そこで、ピッチ角をコマンドに追従させるために、ピッチ角保持3において内部モデル制御を適用して改善する。

「解析結果の表示」画面で「3」とキーイン/Enterすると、「KMAP(機体図)8.xls」を用いて機体3面図を表示させることができる。

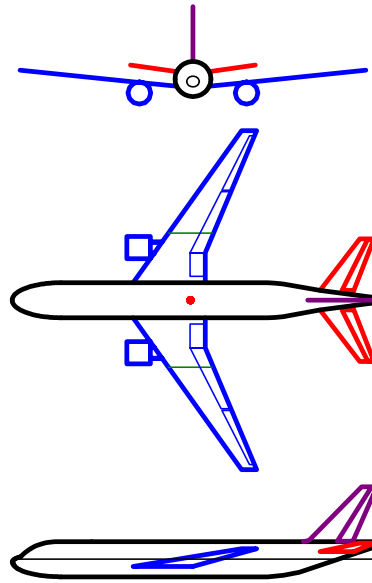


図5 機体3面図

なお、これらのExcel図をWordに貼り付けるには、当該部分の領域を選択し、Wordの「編集」タブから「形式を選択して貼り付け」を実施すると、上記のように精度よく図を貼り付けることができる。

以上