

# (107D)速度保持(スロットル)1(ピッチ角保持 2)

2019(R1).10.27(D) 片柳亮二

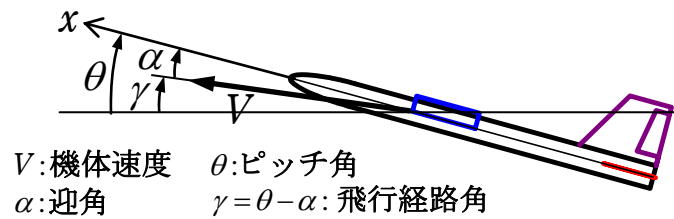


図 1.1 飛行運動変数の説明

機体速度  $V$  の  $x$  軸方向成分の速度  $u$  の変数を用いると、ブロック図は図 1.2 のようになる。

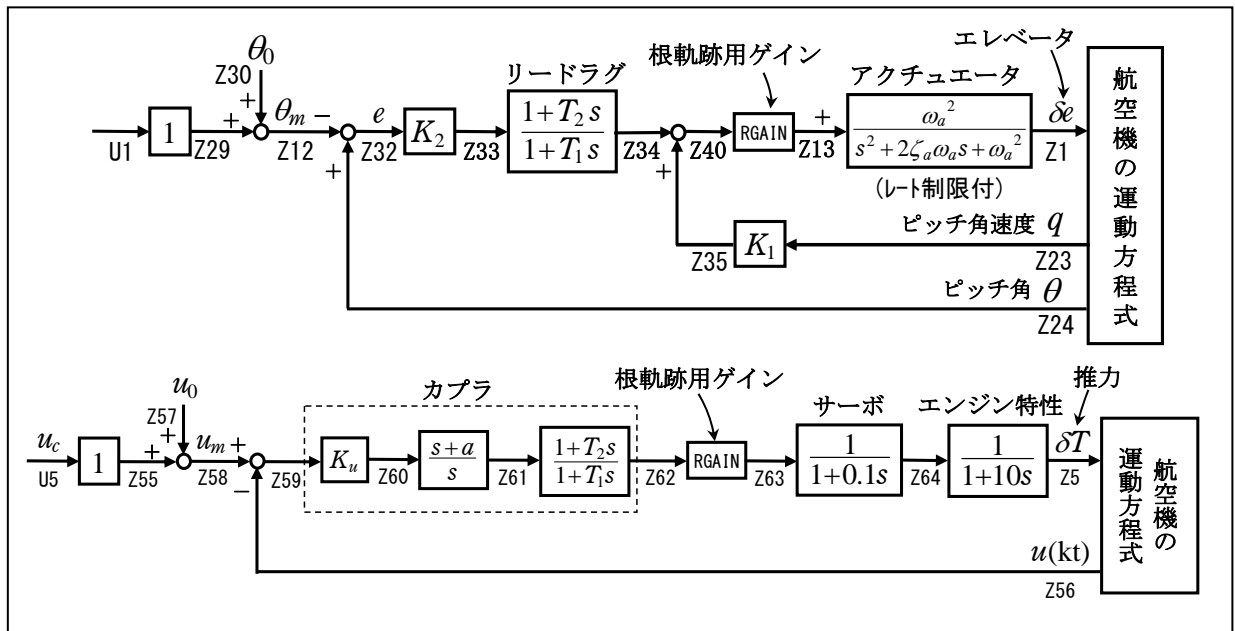


図 1.2 速度保持(スロットル)1のブロック図

## 1. ピッチ角保持 2 の事前計算

スロットル系の最適ゲイン計算の前に、まず、エレベータ系もピッチ角保持 2 を用いて最適化しておく。ただし、このエレベータ系には簡単のため内部モデル制御は適用しないこととする。具体的な方法は、ピッチ角保持 2 を参照。

## 2. 速度保持(スロットル)1 の設計

ピッチ角保持 2 の事前計算後、速度保持(スロットル)1 の最適ゲインを求める。具体的には次のようにする。

ピッチ角保持 2 の最適ゲイン計算後に表示される「解析結果の表示」画面において、「0 0」とキーイン/Enterすると、初期画面に戻ります。ここで、

- 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」⇒ “107” キーイン  
 縦系. 速度保持(スロットル)1(ピッチ角保持 2)
- ⑥ピッチ角保持 2 を実施済みかどうかと表示されるので, 1 をキーイン
- ⑦「インプットデータ修正(後半部)」と表示されるので, 速度保持部の  
 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 5 4

これで解析計算が自動的に実行されて, 「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)    C<sub>BAR</sub> = 0.79460E+01 (m)    H<sub>p</sub> = 0.15000E+04 (ft)  
 W = 0.16091E+06 (kgf)    q<sub>bar</sub>S = 0.19261E+06 (kgf)    ROU = 0.11952E+00 (kgf·s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)  
 V = 0.86778E+02 (m/s)    VKEAS = 0.16500E+03 (kt)    I<sub>y</sub> = 0.29382E+07 (kgf·m·s<sup>2</sup>)  
 θ = 0.37503E+01 (deg)    α = 0.37503E+01 (deg)    CG = 0.25000E+02 (%MAC)  
 CL = 0.83554E+00 (—)    CD = 0.13045E+00 (—)    CD α = 0.83655E-02 (1/deg)  
 (この CL, CD, CD α は初期釣合 G に必要な CL, CD, CD α 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 - C<sub>m</sub>α / 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)
C <sub>xu</sub> = -0.370428E+00	C <sub>xu</sub> = -0.370428E+00	X <sub>u</sub> = -0.352690E-01
C <sub>xα</sub> = 0.621637E-02	C <sub>xα</sub> = 0.621637E-02	X <sub>α</sub> = 0.743926E-01
C <sub>zu</sub> = 0.000000E+00	C <sub>zu</sub> = 0.000000E+00	Z <sub>u'</sub> = -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
C <sub>mu</sub> = 0.000000E+00	C <sub>mu</sub> = 0.000000E+00	Mu' = 0.319084E-01
C <sub>mα</sub> = -0.257326E-01	C <sub>mα</sub> = -0.257326E-01	Mα' = -0.587113E+00
C <sub>mδe</sub> = -0.221051E-01	C <sub>mδe</sub> = -0.221051E-01	Mδe' = -0.650192E+00
C <sub>mδf</sub> = -0.625773E-02	C <sub>mδf</sub> = -0.625773E-02	Mδf' = -0.151081E+00
C <sub>m<sub>q</sub></sub> = -0.292629E+02	C <sub>m<sub>q</sub></sub> = -0.292629E+02	M <sub>q'</sub> = -0.911800E+00
C <sub>mαD</sub> = -0.896965E+01	C <sub>mαD</sub> = -0.896965E+01	Mθ' = 0.158000E-02
(M <sub>u</sub> = 0.000000E+00)	(Mα = -0.768062E+00)	(Mδe = -0.659790E+00)
(Mδf = -0.186780E+00)	(M <sub>q</sub> = -0.697885E+00)	(MαD = -0.213916E+00)

\*\*\*\*\*

(NAERO=13) 縦 δ T 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(11), EIVMAX= 0.300D+02

N	REAL	IMAG
1	-0.2100000D+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	-0.99999999D+01	0.00000000D+00	
4	-0.88541169D+00	-0.76986471D+00	[ 0.7546E+00, 0.1173E+01]
5	-0.88541169D+00	0.76986471D+00	周期 P(sec)= 0.8161E+01
6	-0.11237217D+00	0.00000000D+00	
7	-0.10000000D+00	0.00000000D+00	
8	-0.91157701D-01	0.00000000D+00	
9	-0.11068734D-01	-0.11805121D+00	[ 0.9335E-01, 0.1186E+00]
10	-0.11068734D-01	0.11805121D+00	周期 P(sec)= 0.5322E+02
11	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(11), 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	-0.99999999D+01	0.00000000D+00	
4	-0.99606999D+00	-0.99485305D+00	[ 0.7075E+00, 0.1408E+01]
5	-0.99606999D+00	0.99485305D+00	周期 P(sec)= 0.6316E+01
6	-0.26669565D+00	-0.26686462D+00	[ 0.7069E+00, 0.3773E+00]
7	-0.26669565D+00	0.26686462D+00	周期 P(sec)= 0.2354E+02
8	-0.10736774D+00	-0.28071712D-01	[ 0.9675E+00, 0.1110E+00]
9	-0.10736774D+00	0.28071712D-01	周期 P(sec)= 0.2238E+03
10	-0.16179610D-01	-0.16623577D-01	[ 0.6975E+00, 0.2320E-01]
11	-0.16179610D-01	0.16623577D-01	周期 P(sec)= 0.3780E+03

ZEROS( 8), II/JJ= 4/ 3, G= 0.1631D-05 (←u/Uc)

N	REAL	IMAG	
1	-0.20661932D+02	-0.21088755D+02	[ 0.6998E+00, 0.2952E+02]
2	-0.20661932D+02	0.21088755D+02	
3	-0.56520000D+01	0.00000000D+00	
4	-0.38051749D+01	0.00000000D+00	
5	-0.99276731D+00	-0.99478255D+00	[ 0.7064E+00, 0.1405E+01]
6	-0.99276731D+00	0.99478255D+00	
7	-0.28033227D+00	-0.24537827D+00	[ 0.7525E+00, 0.3726E+00]
8	-0.28033227D+00	0.24537827D+00	

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.5144E+00

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

POLES(11), 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	-0.99999999D+01	0.00000000D+00	
4	-0.99606998D+00	-0.99485305D+00	[ 0.7075E+00, 0.1408E+01]
5	-0.99606998D+00	0.99485305D+00	周期 P(sec)= 0.6316E+01
6	-0.26669503D+00	-0.26685287D+00	[ 0.7069E+00, 0.3773E+00]
7	-0.26669503D+00	0.26685287D+00	周期 P(sec)= 0.2355E+02
8	-0.10000000D+00	0.00000000D+00	
9	-0.91157701D-01	0.00000000D+00	
10	-0.55938257D-01	0.00000000D+00	
11	0.00000000D+00	0.00000000D+00	

ZEROS( 8), II/JJ= 3/ 6, G=-0.3171D-05

N	REAL	IMAG	
1	-0.20661932D+02	-0.21088755D+02	[ 0.6998E+00, 0.2952E+02]
2	-0.20661932D+02	0.21088755D+02	
3	-0.56520000D+01	0.00000000D+00	
4	-0.38051749D+01	0.00000000D+00	
5	-0.99276731D+00	-0.99478255D+00	[ 0.7064E+00, 0.1405E+01]
6	-0.99276731D+00	0.99478255D+00	
7	-0.28033227D+00	-0.24537827D+00	[ 0.7525E+00, 0.3726E+00]



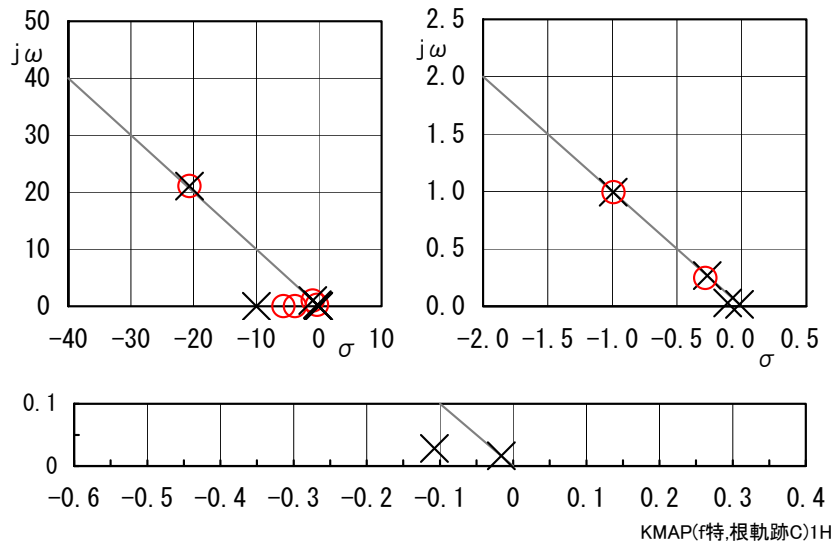


図 2.2 速度保持モード(スロットル)1の極・零点

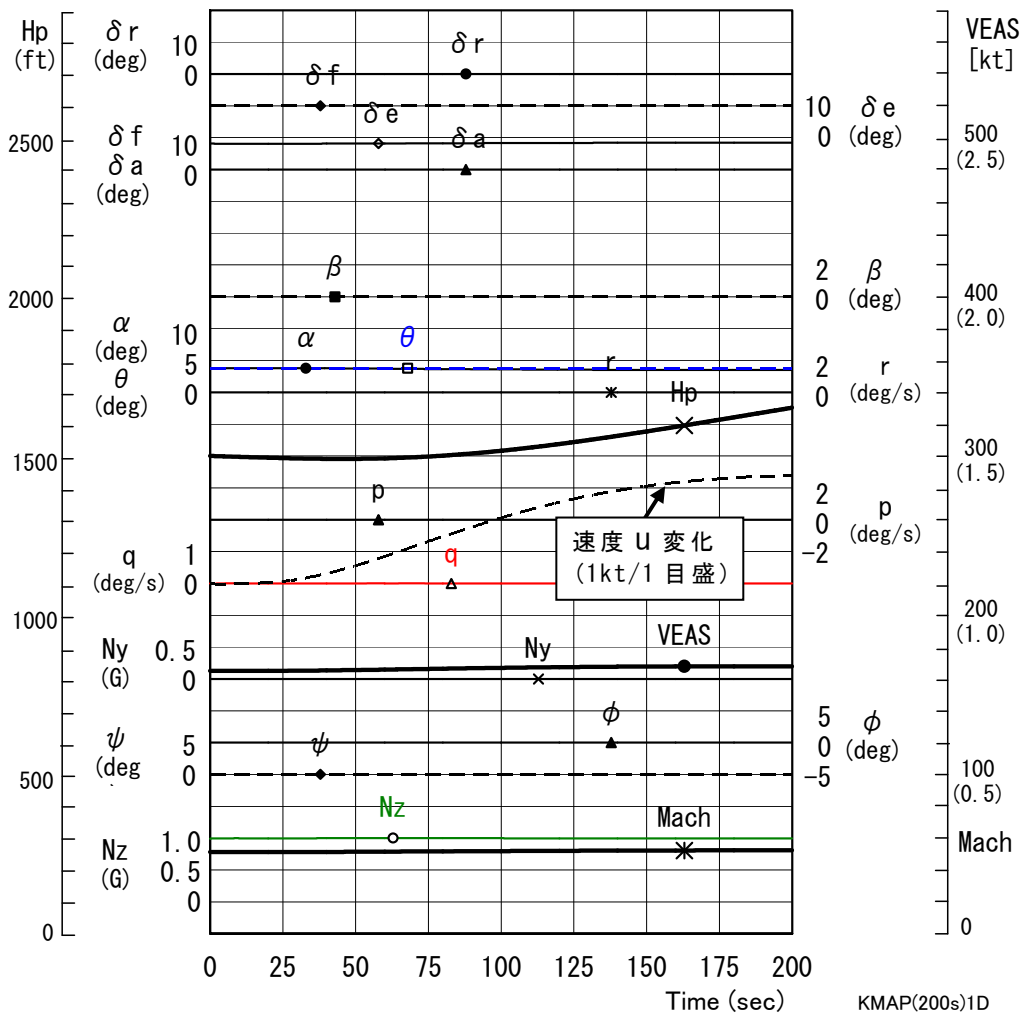


図 2.3 速度保持モード(スロットル)1のシミュレーション

図 2.3 は、速度変化コマンドのシミュレーション計算である．速度変化をみるために、計算時間を 200 秒にしている．計算時間を変更するには、表示され

ている AUTO ファイルで、<39>の計算時間を 40 秒から 200 秒に直接ファイルを修正・保存してから再計算する。図 2.3 から 3kt の速度変化が達成されていることがわかる。

「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。

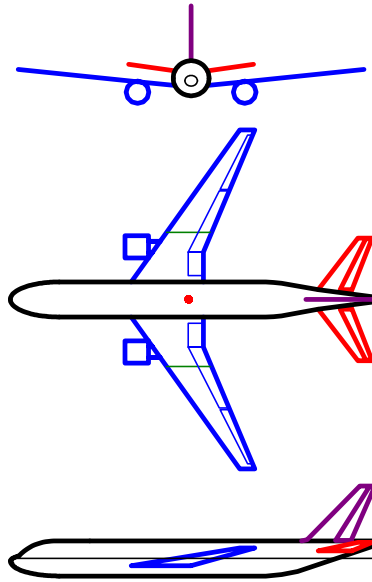


図 2.4 機体 3 面図

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