

## KMAPによる解析例 —ピッチ角制御

H25(2013).9.7(A) 片柳亮二

KMAPを用いると、制御則を含んだ航空機の運動解析が容易に実施できるが、下記に簡単なピッチ角制御の例を示す。これは、縦系のピッチ角コマンド $\theta_c$ に対して機体のピッチ角 $\theta$ を追従させる制御系である。これを解析するために次のような入力データを準備する。

下記のブロック図に対応する制御則部の入出力関係式を、後述する入力データに書き込む。なお、機体ダイナミクス部は設定済みであるのでユーザは作成不要で、機体の諸元と空力データを準備するだけでよい。

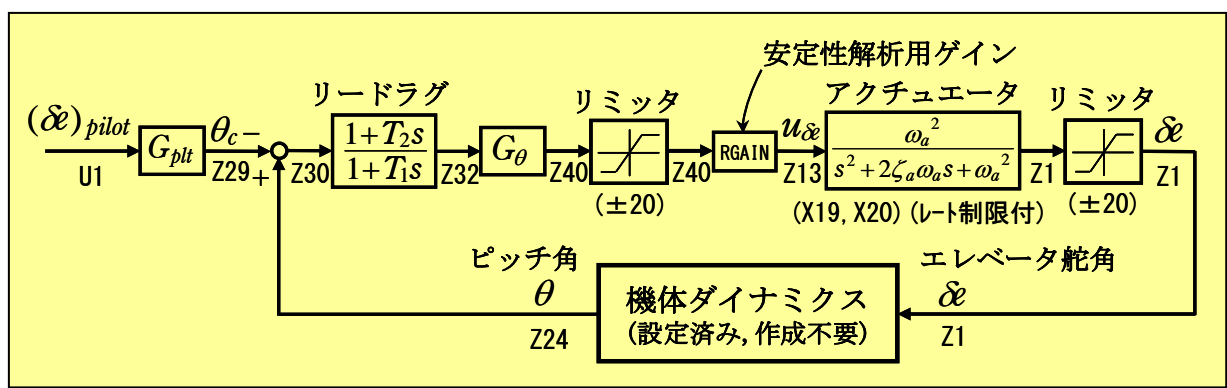


図1 ピッチ角制御系のブロック図

上記制御則部の入力データを下記に示す。制御則の各ブロック図の入出力に示すZおよびU番号に対して、その関係式を記述していく。リードラグやリミッタ、またアクチュエータ等はKMAP内に各種関数として定義されているので、下記に示すように簡単に利用することができる。結果的に上記制御系がわずか13行の入力データで作成できる。

21	Z29=U1*G;	0.1000E+01	
22	Z30=Z24-Z29;		
23	Z32=[(1+G2S)/(1+G1S)]Z30X12;	0.1000E+00	} リードラグ
24		0.1000E+01	
25	Z40=Z32*G;	0.1000E+01	
26	Z40={G1<=, <=G2};	-0.2000E+02	} リミッタ
27		0.2000E+02	
28	Z13=[RGAIN(De)]Z40;		
29	Z1={G2^2/[G1G2]G3}Z13X19X20;	0.7000E+00	} アクチュエータ
30		0.1000E+02	
31		0.1000E+04	
32	Z1={G1<=, <=G2};	-0.2000E+02	} リミッタ
33		0.2000E+02	

このピッチ角制御系に対する特性根軌跡を図2に示す。これは、図1に示したアクチュエータ入力端の安定性解析ゲインRGAINを変化させた場合の特性根の動きを示したものである。

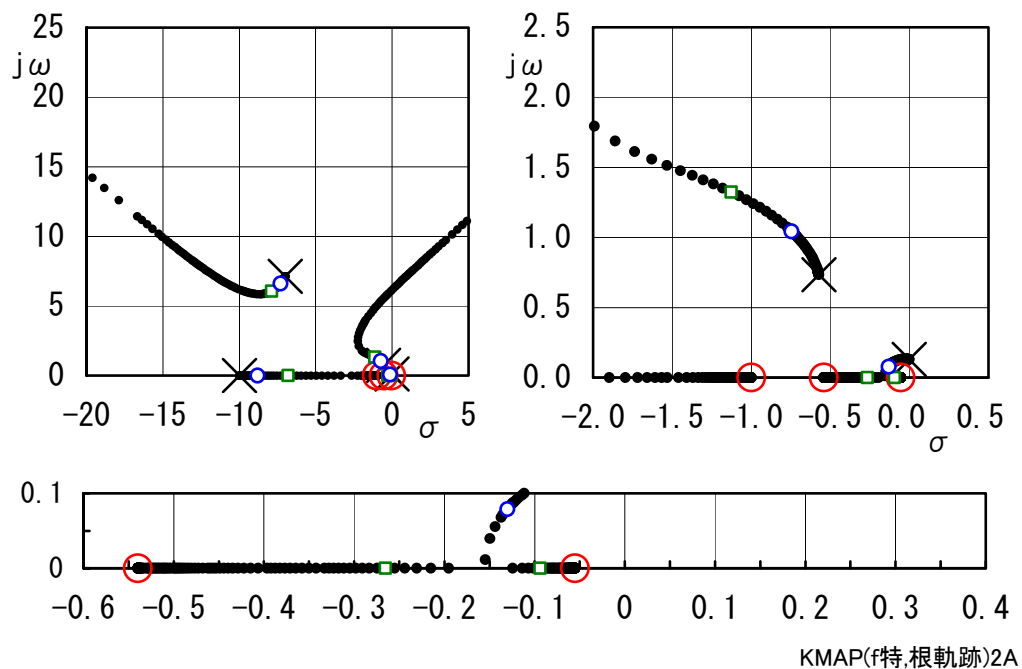


図2 ピッチ角制御系の特性根軌跡

図2は3つのグラフで表されているが、これは結果を見易くするために表示する範囲を3段階にしたものである。これにより、広い範囲から原点付近の小さな範囲までを細かく見ることができる。図中の×印および赤色の○印は、一巡伝達関数の極および零点である。各根軌跡の中に小さな青色の○印はRGAIN=1.0の場合を示し、また小さな緑色の□印はRGAIN=2.0の場合を示す。

この結果から、図1のブロック図のゲイン $G_0$ をノミナル値の2倍と設定（図2の根軌跡では小さな緑色の□印の位置）すると、このとき図3のシミュレーション結果から、波線のピッチ角コマンドにピッチ角 $\theta$ の応答が追従する特性が達成される。

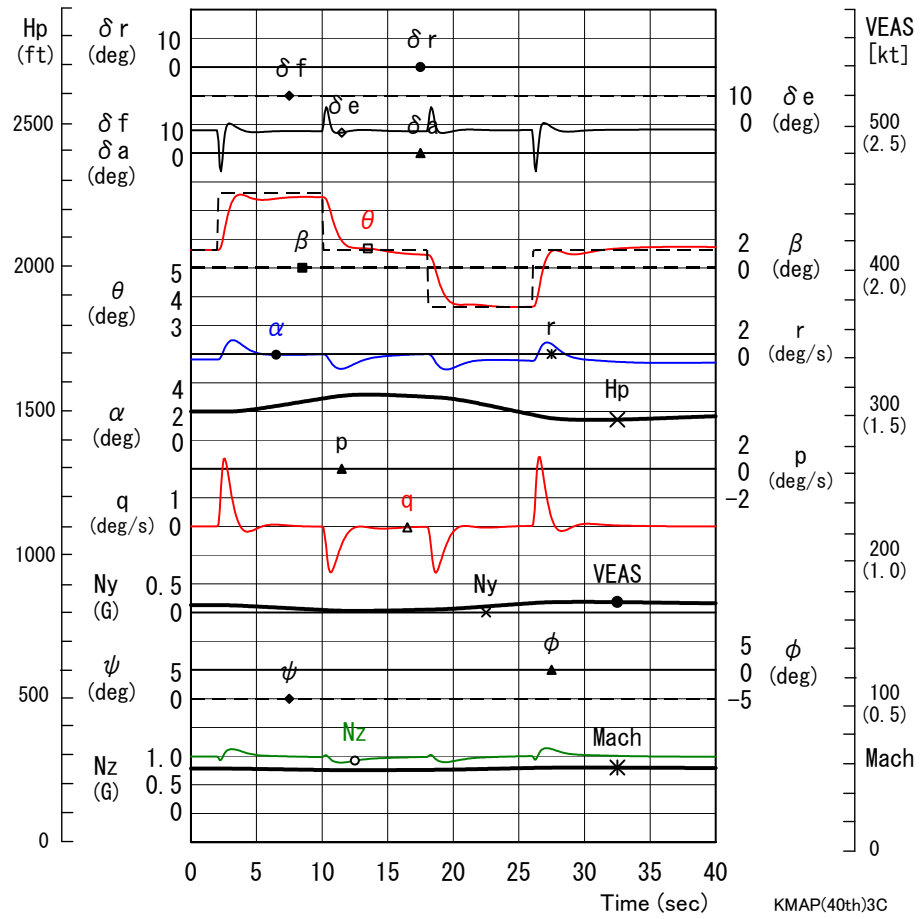


図3 ピッチ角制御のシミュレーション結果

(なお、上記図2および図3はKMAPによって得られたものである)

以上