

# 卒業論文要旨

## QW-UAV の飛行制御

知能制御工学研究室 森本明浩

### 1. 緒言

無人航空機(UAV)の運用は有人機に比べると容易であり、人か近づけないなど有人機運用が困難な条件下においても運用が可能であるという点から、災害監視や科学観測といったミッションへの投入が検討されている。

現在の無人機は、有人機と同様に固定翼機と回転翼機が運用されており、これらの機体はそれぞれの長所を活かし、固定翼機は長時間・長距離ミッションに、回転翼機は短時間・近距離ミッションに用いられる。しかし、固定翼機は離着陸に長大な滑走路といった広いスペースを必要とすること。固定翼機は固定翼機よりも航続時間や搭載可能重量が劣るといった短所があり、運用に制限がかかる。被害が広範囲に及ぶ災害監視を行う場合、一般的に観測点と地上基地局は離れており、観測機には高い巡航能力が求められる。一方で、定点対空や、低速飛行能力も要求される。また緊急時に滑走路を利用できるとは限らず、垂直離着陸能力も要求される。これらの要求を満たすための機体として垂直離着陸が可能でかつ固定翼並の巡航性能を有する垂直離着陸機の研究開発が行われているが、飛行速度や高度に応じてロータもしくは翼を回転させるため機体の形状及び特性が大きく変化する。その結果、特に遷移状態での機体制御が難しくなる。今研究では宇宙航空研究開発機構により研究開発されているティルトウィング機の一つである Quad Tilt Wing 形態の UAV の飛行制御則設計を行う。

### 2. 実験装置および方法

対象機体、ブロック線図を Fig1、Fig2、機体諸元を table1 に示す。



Fig1 : QW-UAV

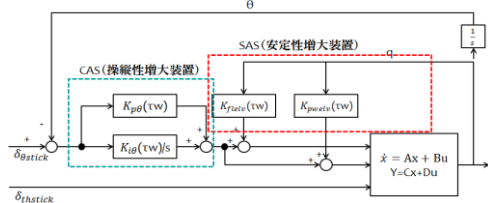


Fig2:縦運動飛行制御ブロック線図

機体の飛行制御則は安定増大装置(SAS)および操縦性増大装置(CAS)により構成され、SASには定値ゲイン、CASにはPI制御器をゲインスケジューリング制御によって設計されている。今研究ではS/CASについてよりすぐれた制御器の設計を目的とし、CASに位相進み補償器を追加した。QW機は翼角度(tilt角)によって特性が大きく変化するため設計点を90,80,60,30,15,0,Cleanとしそれぞれについて制御

器を構成、線形補間することで遷移飛行を実現する。

table1 : 機体諸元

全長	1052[mm]	全幅	1411[mm]
全高	432[mm]	離陸重量	4.6[Kg]
巡航速度	24.0[m/s]	最大飛行時間	10[min]
推進装置	電動モータ (AXi2814/20 188/277[w])	プロペラ	12[inch]× 5.5[pitch]

### 3. 実験結果および考察

設計点 tilt 角を 90° とし、制御器を次の手順で設計した。

- 1) JAXA により設計された S/CAS を含む状態方程式からボード線図を描き、速応性や定常特性の点からゲイン K を求める。
- 2) 求めた K を用い開ループ伝達関数 L(s)のボード線図を描き、必要な位相進み量  $\phi$  を求める。
- 3)  $\alpha = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$  より  $\alpha$  を求める
- 4)  $|L(s)| = 20 \log \sqrt{\alpha}$  である角周波数を  $\omega_{max}$  とし、 $\omega_{max} = \frac{1}{\sqrt{\alpha T}}$

から T を求める

- 5) K、 $\alpha$ 、T から位相進み補償器を構成する。

追加前と追加後のステップ応答の比較を Fig3 に示す。

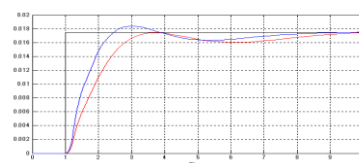


Fig3:縦運動制御ステップ応答比較(ティルト角=90°)

Fig3 において赤が追加前、青が追加後の応答である。

これより追加後のほうが速応性や定常特性について改善されていることが確認できる。各設計点ティルト角においても同様の比較を行ったが、他の設計点ティルト角においても同様の結果が見られ、性能が向上していることが確認された。横/方向運動においても同様に設計しシミュレーションを行った結果、一部の設計点を除き制御性能の改善が確認された。

このシミュレーションは線形モデルにおいて行われたものであり、実機モデルは非線形シミュレーションとなるため振舞がどういふものになるかは確認できていないため今後の課題とする。

### 文献

- (1) 佐藤昌之、村岡浩治「Quad Tilt Wing 無人航空機の飛行制御」,日本航空宇宙学会論文集,Vol.50,No.585,pp.101-108,2002
- (2) 佐藤昌之、村岡浩治「小型 QW 無人航空機の飛行制御」,日本航空宇宙学会論文集,Vol.50,No.585,pp.101-104,2002
- (3) 佐藤昌之、村岡浩治「Quad Tilt Wing 無人航空機の飛行制御」,日本航空宇宙学会論文集,Vol.61,No.4,pp.110-118,2013