



## 風向きを考慮した無人航空機のための最適帰還経路の生成及び誘導技術の研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2019-04-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 上羽, 正純, 弥生, 陸斗 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00009838">http://hdl.handle.net/10258/00009838</a>



最適化とするための評価関数は重み係数を  $B$  として次のように定義する。

$$J = \int_{t_0}^{t_f} (1 + B\phi^2) dt \quad (1)$$

この評価関数を最小にすることが最適条件となる。この評価関数は時間積分を最小及びバンク角を最小にすることを意味するため、計算により最短時間かつ運動最小の経路を得る。

## 2-4. 誘導制御

生成した経路への追従制御は、完成している滑走路中心制御を応用し作成した。滑走路中心制御は機体中心と滑走路中心との偏差を零にする制御である。経路追従制御（図2）は滑走路中心を経路中心と置き換え、経路上の点を目標とし偏差を埋めるように方位角を制御する。経路の目標点を時々刻々と更新することで経路への追従を行う。また、機体位置と目標点との偏差から経路への追従制御を行うだけでは追従性が弱かったため、経路生成時に同時に求まる方位角も目標値として方位角制御に考慮することで追従性向上を行っている。

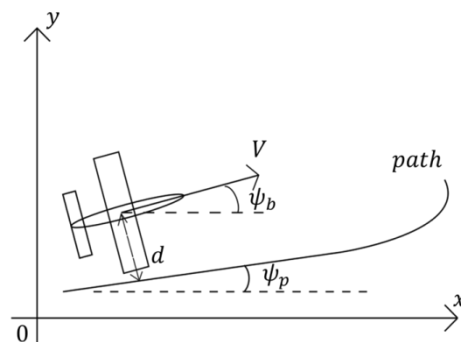


図2 経路追従制御

## 3. 経路の生成結果

### 3-1. 方位角と経路

表1 境界条件

始端位置 (x[m] y[m])	終端位置 (x[m] y[m])	重み B[-]	風外乱[m/s] (w <sub>x</sub> w <sub>y</sub> )	飛行速度 [m/s]	初期方位角 [deg]	終端方位 角[deg]	直線距離 [m]
(550 550)	(50 50)	1.0	(0.0 0.0)	20	0 ~ -180	-180	707.1

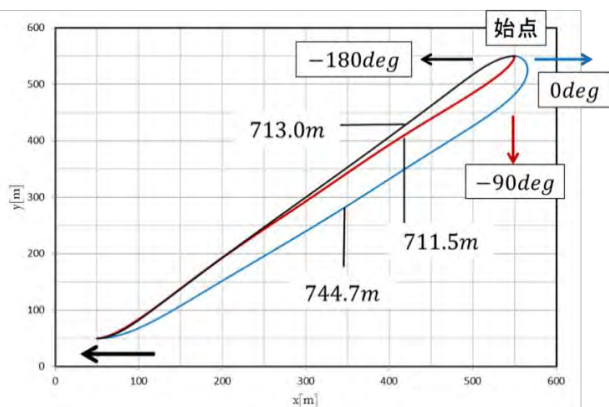


図3 初期方位角と生成経路

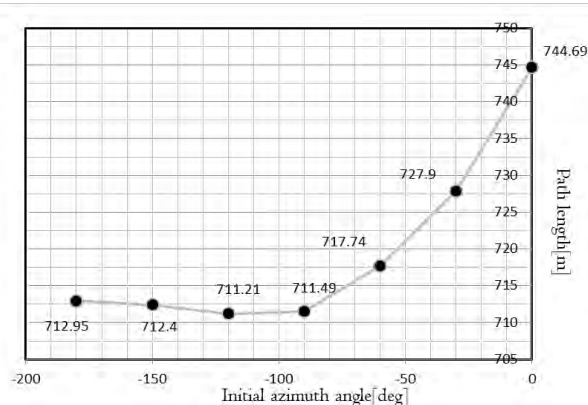


図4 初期方位角と生成経路長

境界条件は2-2より、表1の通りに設定した。図3には方位角変化による経路の概形の変化を示す。初期方位角が異なる場合でも、それぞれの方角に対応して経路が生成されていることが確認できる。図4に示した初期方位角の違いによる経路長の変化より、終点の方向 (-145 deg) を向いている場合が短いことが確認できる。また、全体的に直線距離に近い値をとっており最短

経路であると考えられる.

### 3-2. 風を考慮した経路

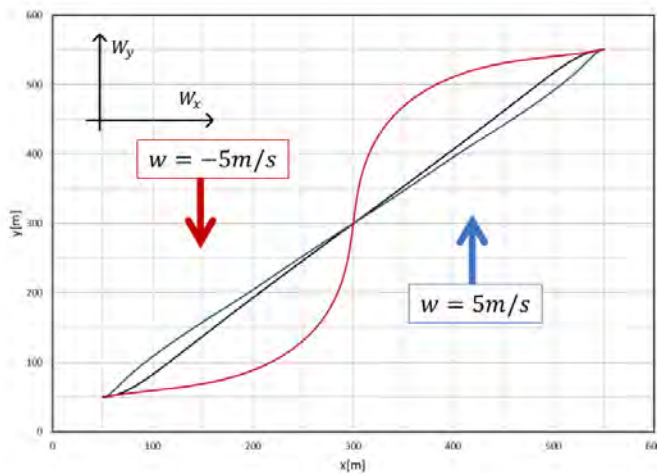


図5 風外乱と生成経路

表2 境界条件と生成経路

始端条件	(x[m] y[m] $\psi$ [deg]) (500 500 -180)	
終端条件	(x[m] y[m] $\psi$ [deg]) (50 50 -180)	
飛行速度[m/s]	20	
直線距離[m]	707.1	
風外乱[m/s] ( $w_x$ $w_y$ )	経路長[m]	最大バンク角[deg]
(0.0 0.0)	713.0	66.4
(0.0 5.0)	709.6	104.0
(0.0 -5.0)	800.9	18.55

表2に示す境界条件のもと、y軸方向に $\pm 5\text{m/s}$ の風を考慮した経路の生成結果を図5に示した。風によって大きく経路に影響が出ていることが確認できる。

### 4. シミュレーション結果

表3 シミュレーション条件

始端条件	終端条件	風外乱[m/s]	飛行速度[m/s]
(500 500 -180)	(50 50 -180)	(0.0 0.0)	20

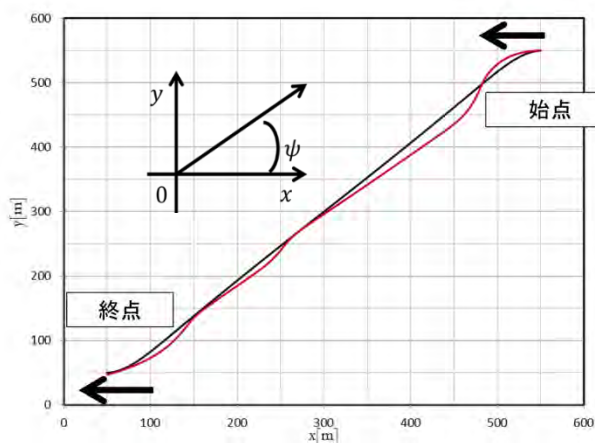


図6 シミュレーションによる誘導制御

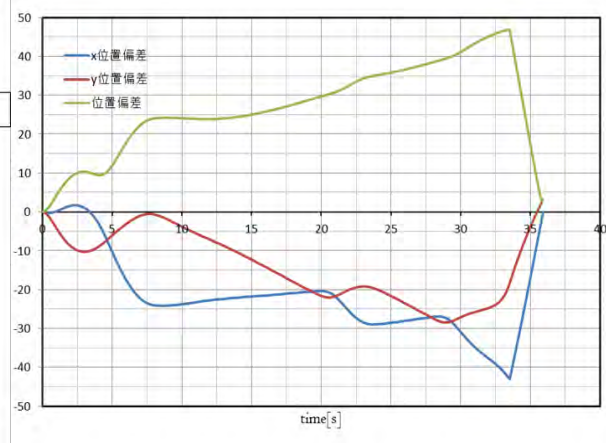


図7 機体位置と追従点の偏差

図6にノミナル経路（黒）に対して追従シミュレーションによる機体軌跡（赤）を示した。この結果から、ノミナル経路に対して追従制御が出来ていることが確認できる。図7には追従目標点と機体位置との偏差を示した。終端において、目標地点と機体位置の偏差が5m以内になっていることが確認できる。追従途中に偏差が大きくなっているが、これはノミナル経路に完全に一

致して飛行できないことによるものである。

## 5. まとめ

本研究の目的である UAV における最適帰還経路の生成についてその手法を明確にし、検討することができた。誘導制御系についてもシミュレーションによりノミナル経路への追従を確認した。経路の生成において機体の運動が過大になる、座標によっては特異解となることなど、誘導制御においてはノミナル経路によっては位置偏差が大きくなる等の課題が見られるため、まだ改善の必要がある。

## 参考文献

- [1]Miwa,M., Tsuchiya,T., Yonezawa,S., Yokoyama,N. and Suzuki,S.:Real-Time Flight Trajectory Generation Applicable to Emergency Landing Approach,Trans.Japan Soc.Aero.Space Sci.Vol.52, No.175,pp.21-28,2009
- [2]上羽正純, 前田庸佑, 弥生陸斗, 北沢祥一, 「広大な農地の短時間観測を可能とする固定翼 UAV の性能に関する検討」, 電子情報通信学会, SAT2017-56,2018-02
- [3]上野誠也, 渡辺竜一, 「航空機の着陸進入時における最適経路設計手法」, 自動制御連合講演会講演論文集, 50(0), 200-200, 2007
- [4]加藤寛一郎, 「工学的最適制御—非線形へのアプローチ—」, 東京大学出版会, 1998