

航空事故調査報告書

所属 個人
型式 株式会社^{さみさみ}SamiSami^{さみさみ}ラボ製SAMISAMI AG V2（無人航空機、マルチローター*1）
登録記号 JU32367E6C22
事故種類 無人航空機による人の死傷（重傷）
発生日時 令和5年7月14日 17時55分ごろ
発生場所 大分県^{くす}玖珠郡^{ここのえ}九重町



事故機

令和6年8月2日
運輸安全委員会（航空部会）議決
委員長 武田 展雄（部会長）
委員 島村 淳
委員 丸井 祐一
委員 早田 久子
委員 中西 美和
委員 津田 宏果

1 調査の経過

1.1 事故の概要

個人所属株式会社 SamiSami ラボ製 SAMISAMI AG V2、JU32367E6C22 は、令和5年7月14日（金）、農薬散布の練習のため大分県玖珠郡九重町で飛行中、道路標識用の支柱に衝突して墜落した。その際、操縦者が、同機の回転中のプロペラに接触し、重傷を負った。

1.2 調査の概要

本件は、運輸安全委員会設置法施行規則（平13国土交通省令124）第1条第1号に規定された「無人航空機による人の死傷」に該当し、航空事故として取り扱うこととなったものである。

運輸安全委員会は、令和5年7月19日、事故発生の通報を受け、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。

原因関係者からの意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

操縦者の口述並びに同機の機体内蔵メモリー及び外部のデータサーバーの記録（以下「飛行記録」という。）によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。

同機は、令和5年7月14日17時44分ごろ、農薬散布の練習のため、操縦者が管理する台形型の田んぼの東側のあぜ道で、備付けタンクに水約10Lを搭載し、離陸した（図1左）。離陸前に散布計画は作成されておらず、補助者は配置されていなかった。離陸後、操縦者は、同機の高度を農薬散布時と同じ約3mに調整して、「位置保持モード」（2.8(1)）による手動飛行及び「自動モード（AB点モード）」（2.8(1)）による自動飛行を行った。

同機の離陸から約11分後、田んぼの北側の道路上を横移動しながら手動飛行で操縦していた

*1 マルチローターとは、3つ以上のローターを有する回転翼航空機をいう。

操縦者は、2回目の自動飛行のため、同機を田んぼの北側境界付近まで飛行させ、基準となる散布ラインの起点として、送信機で当該地点をA地点として登録した(図1右及び2.8(1))。この際、操縦者は、自動飛行を開始した後の同機の飛行経路と道路との位置関係について、意識を向けていなかった。その後、操縦者は、A地点から約64m南側まで飛行させ、当該地点をB地点として登録し散布ライン(登録した地点を結んだ線)を設定した。同機は、機首方位を南側に維持したまま、B地点から自動飛行(AB点モード)を開始した。

同機は、散布開始地点であるB1地点から水の散布を開始して散布ライン上を飛行し、対地速度4.2m/sから1.5m/sまで減速して散布停止位置であるA1地点を經由後、操縦者の目の前で機首方位を南側に維持したまま、東方向へ進行方向を変えた(図1)。同機の動きに合わせて道路に沿って東側へ横移動していた操縦者は、このままでは同機が田んぼの北側に設置された道路標識用の支柱に近づき過ぎると感じたので、自動飛行を中断して機体を停止させようと、同機が支柱から約3m手前を飛行しているときに、自機の位置と高度を保持する「位置保持モード」に飛行モードスイッチを切り替えた。飛行記録によると、この時点での対地速度は約2.4m/sであり、自機の高度のみを維持する「高さ保持モード」(2.8(1))が約1秒間入力され、その後「位置保持モード」に切り替えられていた。同機は、スイッチ操作後にすぐに停止することができず、支柱に衝突した。その後、同機は、操縦者の方へ進行方向を変え、支柱から約3m離れた位置まで近づいていた操縦者に接触した後墜落した。その際、操縦者は、送信機を持っていた右手で頭部を覆い、右手が回転中のプロペラに接触し負傷した。支柱に衝突するまで、通信の途絶や機体不具合及びそれらの兆候は見られなかった。

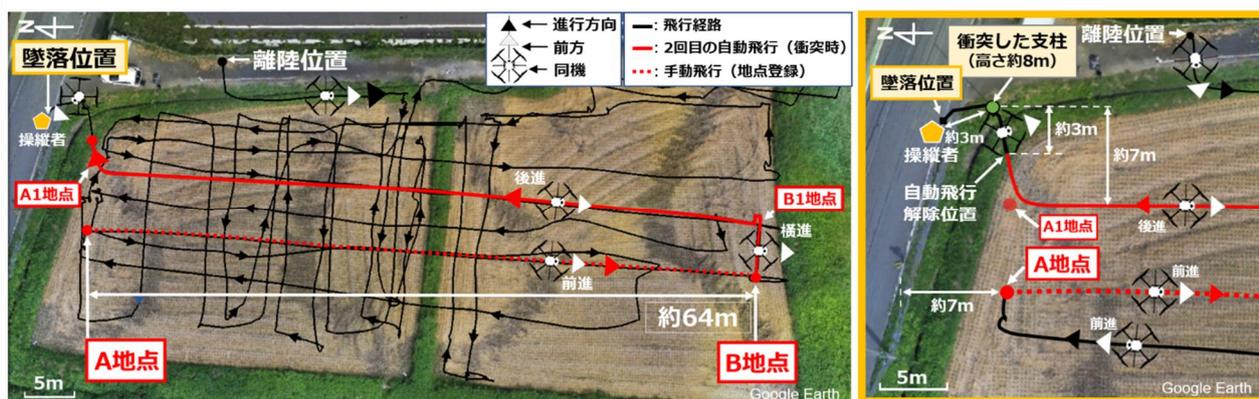


図1 事故発生時の飛行経路

本事故の発生場所は、大分県玖珠郡九重町(北緯33度15分51秒、東経131度11分14秒)で、発生日時は、令和5年7月14日17時55分ごろであった。

2 事故発生に係る情報

死傷者等	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 (重傷: 1名 右小指中手骨骨折、右中指・薬指伸筋腱断裂等)
機体の損壊状況	プロペラブレードの損傷 (No. 1, No. 3, No. 4)、左側スキッド及びGPSアンテナの湾曲、送信機の損傷
物件の損壊状況	なし
2.3 操縦士に関する情報	
操縦士	32歳
技能証明書	なし
総飛行時間	10時間40分
同型式機による飛行時間	40分
最近30日間の飛行時間	40分

2.4 無人航空機に関する情報			
種類	<input type="checkbox"/> 飛行機、 <input type="checkbox"/> ヘリコプター、 <input checked="" type="checkbox"/> マルチローター、 <input type="checkbox"/> その他 ()		
名称	株式会社 SamiSami ラボ製 SAMISAMI AG V2	製造年	令和5年
製造番号	本体：No. SAG2-S17-SSL004、コントローラー：No. 2023H12R1153		
型式（機体）認証	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無		
総飛行時間	40分		
動力装置	電気駆動モーター4基		
バッテリー	リチウムポリマーバッテリー（電圧44.4V、容量22,000mAh、1個）		
機体寸法	外径：220cm×220cm、高さ：62cm（モーター軸間距離140cm）		
最大離陸重量	35.7kg	最大飛行可能時間	22分
使用燃料・潤滑油	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無		
2.5 航空法の許可・承認に係る情報*2			
特定飛行に係る飛行承認（法第132条の86第3項）	飛行承認の有無	事故発生時の実施有無	
人、物件から30m未満の飛行	有	有	
物件投下	有	有	
立入管理措置*3（法第132条の86第4項）	操縦者は、補助者を配置するとして飛行承認申請を行っていたが、事故発生時には、補助者は配置されておらず、第三者の立入りも制限していなかった。		
2.6 飛行記録装置に関する情報			
記録場所	<input checked="" type="checkbox"/> 機体内蔵メモリー <input checked="" type="checkbox"/> コントローラー <input type="checkbox"/> 外部媒体 <input checked="" type="checkbox"/> その他（クラウドサービス）		
記録内容	<input checked="" type="checkbox"/> 機体情報 <input type="checkbox"/> プロペラ制御情報 <input checked="" type="checkbox"/> 飛行航跡 <input checked="" type="checkbox"/> 搭載カメラの画像／映像 <input type="checkbox"/> 飛行時間 <input type="checkbox"/> ファームウェア情報 <input type="checkbox"/> アプリ情報 <input type="checkbox"/> ネットワーク情報		
2.7 気象に関する情報			
操縦者の口述	天気は曇り、風はほぼ無風で視程は良好であった。		
事故現場付近に位置するアメダスの観測値	事故現場から北西約4.3kmに位置する玖珠地域気象観測所の事故関連時間帯の観測値は、次のとおりであった。 17時50分 南の風2.3m/s、最大瞬間風速4.8m/s、気温27.3℃、降雨なし		
2.8 その他必要な事項			
同機の飛行モード	<p>(1) 同機の飛行モード</p> <p>同機には、「位置保持モード」、「高さ保持モード」及び「自動モード」の三つの飛行モードがあり、送信機左上のトグル式スイッチの切替えにより、任意の飛行モードを選択することができる。また、自動モードには、A地点及びB地点を設定して自動散布を行う「AB点モード」と、自動飛行を行うルートを地図上に作成して散布を行う「自動飛行ミッションモード」の二つがある。</p> <p>「位置保持モード」では、気圧高度センサーの高度情報を使用した高度維持機能に加え、GPSの位置及び高度情報を使用して自機の位置と高度の補</p>		

*2 航空法に基づき許可・承認が必要となる飛行のうち、事故に係る飛行において実際に行われていたものについて、許可・承認の取得状況とともに記載している。

*3 「立入管理措置」とは、補助者の配置、立入りを制限する区画の設定その他の適切な措置のことをいう。

正が行われる。「高さ保持モード」では、GPSの位置及び高度情報を使用せずに、気圧高度センサーの高度情報を使用した高度維持機能だけが有効になるため、操縦者は、自機の位置を制御する必要がある。

「AB点モード」を使用するためには、あらかじめ「位置保持モード」でA地点からB地点まで手動飛行させて

送信機で登録し、基準となる散布ラインを設定する必要がある。基準の散布ラインから平行な位置に一定の間隔になるように（同機は6m間隔に設定）散布ラインが設定され、以後自動飛行が解除されるまで散布ライン上の飛行及び次の散布ラインへの横移動を繰り返す(図3)。AB点モードは、矩形の地形に適したモードである。

自動飛行中に飛行経路上に障害物を発見した場合には、飛行モードを「位置保持モード」に切り替えて、自動飛行を中断し、ホバリングさせ、手動飛行で障害物を回避したり着陸位置まで飛行させたりすることができる。また、AB点モードで散布ライン上を飛行中に、右スティックを左右方向へどちらかに1秒以上操作すると、ホバリングに移行する。

さらに、飛行中、操作不能やその他のやむを得ない場合には、緊急停止操作（左右のスティックを「ハの字」にする）により、モーターを停止させ機体を着陸させることができる。また、人や障害物と衝突しただけではモーターは停止しないが、機体姿勢が15°以上傾き続けるとモーターは自動で停止し、機体は着陸する。なお、同機のプロペラ直径は32inch（約81cm）であり、プロペラガードは装備されていない。

(2) 自動飛行（AB点モード）の飛行特性

事故発生後、同機の損傷部品の交換を行い、AB点モードの飛行特性について検証を行ったところ、次のことが確認できた。

① 散布ライン変更時の飛行経路

同機が、自動飛行（AB点モード）で散布ライン上を飛行し、横移動で次の散布ラインに移動する際、散布中断区間では自動散布を中断してやや斜め方向へ移動し、次の地点の外側から回り込むように進入して、散布を再開する速度まで増加するのに必要な距離を確保するような飛行経路となった(図3中赤色破線)。また、事故発生前の1回目の自動飛行（AB点モード）の航跡においても同様の飛行経路が確認された(図3)。

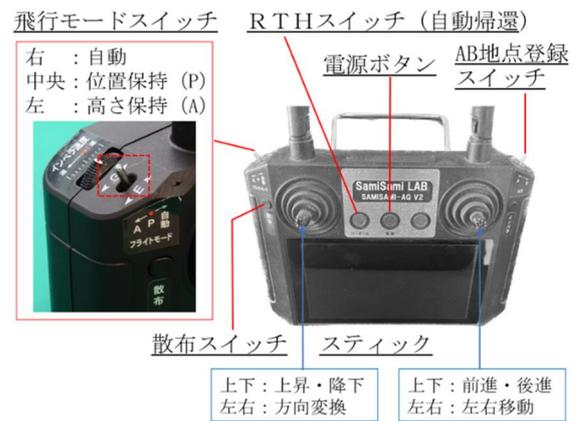


図2 送信機

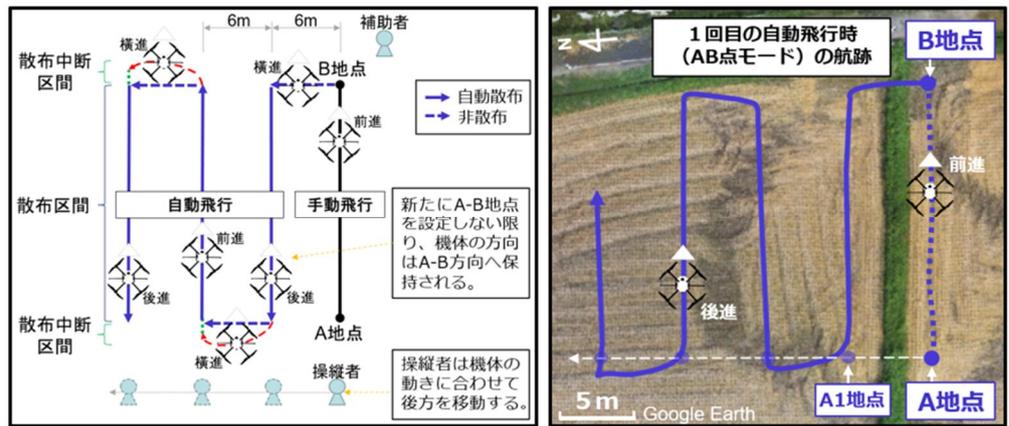


図3 散布ライン変更時の飛行特性

② 自動モード解除時の停止距離

事故発生時と同様の飛行経路において、備付けタンクに水10Lを搭載し、散布ライン変更中に自動モードを解除してから停止するまでの距離を計測したところ、「位置保持モード」に切り替えた場合は約1mであったが、事故時を模擬し、約1秒間「高さ保持モード」を入力した後に「位置保持モード」に切り替えた場合は1.8～2.9mであった。

(1) 同機の取扱説明書及び農業用ドローンオペレーター講習

同機の取扱説明書では、飛行前に、半径5m以内に人がいないこと、障害物がないことについて確認を求めている。また、操縦者が令和5年3月に受講した農業用ドローンオペレーター講習では、散布前に、散布面積や障害物の確認、操縦者や補助者の配置位置、操縦者や第三者及び障害物に対して平行に飛行させることを含む散布経路の決定等について指導が行われている(図3左図)。

(2) 国土交通省航空局の標準マニュアル(空中散布)及び通達

「国土交通省航空局の標準マニュアル(空中散布)」(令和4年12月5日版)及び「無人航空機に係る規制の運用における解釈について」(令和5年1月26日最終改正)では、無人航空機による空中散布を行う際の基本的な体制として、安全を確保するために飛行準備や飛行経路の安全管理、第三者の立入り管理などを行う補助者を配置し、相互に安全確認を行うことを求めている。また、操縦者は、飛行マニュアルには航空局標準マニュアルを使用することとして航空法に基づく許可・承認を受けていた。

(3) 農林水産航空協会の安全対策マニュアル

「産業用マルチローター安全対策マニュアル」(一般社団法人農林水産航空協会、令和5年版)では、ガイドラインとして、散布前に、現地の地形や散布区域を十分に確認して、散布計画の検討及び作成を行うことを規定している。また、具体的には、計画面積や障害物の位置に対応する作業手順を作成することや、適切な縮尺の地図を用いて散布区域の状態を確認すること、離着陸時及び飛行中は機体と操縦者や補助者との距離を20m以上離すことなどを推奨するとともに、補助者に監視してもらいながら飛行させることが、安全確保の上で有効であることを規定している。

農薬散布飛行時の安全管理

3 分析

(1) 操縦者が負傷した際の状況について

図1のとおり、操縦者は、2回目の自動飛行（AB点モード）を南北方向の散布ラインで練習するため、田んぼの北側境界付近でA地点を登録した。その後、操縦者は、田んぼの形状が台形であること及び本人や周辺障害物と同機との安全な離隔距離を意識せずに同機の動きに合わせて道路に沿って東側へ横移動したため、同機が支柱に衝突した時には同機から約3mの位置まで近づいていたものと考えられる。

同機が支柱と衝突した時、モーターは停止しなかったものと考えられる。また、同機が支柱に衝突して跳ね返され、操縦者の方へ進行方向を変えて墜落する際、支柱から約3m離れた位置まで近づいていた操縦者は、送信機を持っていた右手で頭部を覆い、右手が回転中のプロペラに接触したため、操縦者が負傷したものと推定される。

(2) 散布区域や障害物の確認

操縦者は、自らが管理する田んぼでの農薬散布の練習であったため、事前に散布区域の形状及び障害物の位置の確認を十分に行わず、また、補助者を配置せずに、手動飛行及び自動飛行の練習を行ったものと推定される。飛行記録によると、飛行モードが切り替えられたのは、衝突した支柱の手前約3mまで接近した位置であったことから、操縦者は、散布区域の境界や障害物からの安全な離隔距離を意識せずに同機を飛行させていたものと考えられる。

無人航空機を用いて空中散布を行う操縦者は、飛行経路に応じた位置に補助者の配置を行い、散布区域の形状や付近の障害物の位置等を考慮し、機体と散布区域の境界や障害物、操縦者や第三者との間で安全な離隔距離を確保して飛行を行う必要がある。なお、十分な離隔距離を確保できないおそれがある場合には、その付近では散布区域の境界や障害物に向かって飛行させずに、それらに対して平行に飛行させることが必要である。また、より高い安全性を確保するため、プロペラガードや衝撃緩和素材の採用など、万一人又は物件に接触した場合であっても、危害を軽減する構造の導入が望まれる。

(3) 自動飛行時の停止操作

図1のとおり、同機は、A1地点を通過後、散布ラインの変更のために東方向へ横移動を開始したが、横移動時にやや斜めに飛行する飛行特性があったことから、同機は支柱に向かって飛行したものと考えられる。

操縦者は、同機が支柱に接近するようには見えたとため自動飛行の中断操作を行ったが、その際に誤って約1秒間「高さ保持モード」を入力したため、通常よりも停止するまでの距離が長くなり、同機は約3m先の支柱に衝突したものと考えられる。操縦者が、誤って約1秒間「高さ保持モード」を入力したことについては、予期せぬ事態が発生した際の中断操作に習熟していなかったことによるものと考えられる。

無人航空機を用いて空中散布を行う操縦者は、スイッチの誤操作や自動飛行時の飛行特性による意図した飛行経路からの逸脱等の予期せぬ事態に備えて安全に障害物を回避できる距離を常に確保するとともに、回避操作に習熟しておくことが重要である。また、機体製造者は、飛行中の安全に影響を及ぼすおそれがある飛行特性を有する場合には、取扱説明書に明記し、操縦者へ確実に周知を行うことが望ましい。

(4) 安全管理について

無人航空機を用いて空中散布を行う場合は、自らが管理する敷地内で飛行させる場合や操縦練習を行う場合であっても、飛行経路に応じた位置に補助者を配置するなど安全を確保するために必要な措置を講じた上で、機体と障害物、操縦者や第三者との間に安全な距離を確保して飛行させる必要がある。また、マニュアル等で求められているとおり、あらかじめ、飛行経路や周辺環境の確認及び散布区域の境界や付近の障害物からの離隔距離、飛行特性を考慮した散布計画の作成を行うことが望ましい。

4 原因

本事故は、同機が農薬散布の練習のために飛行中、道路標識用の支柱に衝突し操縦者の方へ進行方向を変えて墜落する際、同機に近づいていた操縦者が回転中のプロペラに接触したため、操縦者が負傷したものと推定される。

操縦者が同機に近づいていたことについては、操縦者が同機との安全な離隔距離を意識せずに同機を飛行させていたことによるものと考えられる。また、同機が支柱に衝突したことについては、操縦者が散布区域の境界や障害物からの安全な離隔距離を意識せずに同機を飛行させていたこと及び自動飛行を中断する際に操作を誤り、通常よりも停止するまでの距離が長くなったことによるものと考えられる。

5 再発防止策

必要と考えられる再発防止策

同種事故の再発防止のため、無人航空機を用いて空中散布を行う操縦者は、散布区域の形状や付近の障害物の位置等を考慮し、飛行経路に応じた位置に補助者の配置を行い、機体と散布区域の境界や障害物、操縦者や第三者との間で安全な距離を確保して飛行を行う必要がある。また、操縦者は、予期せぬ事態に備えて安全に障害物を回避できる離隔距離を常に確保するとともに、回避操作に習熟しておくことが重要である。