

はじめに

最近、耳にする機会がおおくなってきた「スマート農業」。

「スマート農業」とは、ロボット技術やICT(情報通信技術)、AI(人工知能)やIoT(モノのインターネット)等を活用して、作業の省力化や、生産物の品質向上を実現する新しい農業のことであり、農林水産省が中心となって、近年、積極的に推進されています。

現在、日本の農業は労働人口の減少と高齢化という大きな課題をかかえています。そんな課題の解決策のひとつが「スマート農業」なのです。

「スマート農業」を活用することで、農作業における省力・軽労化が進められます。そしてこの「スマート農業」の中心にいる農業用ロボットこそが、ドローンなのです。農業用ドローンの登場により、農作業の省力化・低コスト化が可能となりました。

農薬散布をはじめ、さまざまな用途で活用されている農業用ドローン。

当コース並びに使用する本テキストは、農業知識を教授することが目的ではなく、受講される皆様はすでに十分な農業に関する知識、技術があることを前提としています。

農業用ドローンを安全に飛行させるための正確な技術と知識を学んでください。

Chapter 1	農薬散布に係る安全ガイドライン	5
Chapter 2	農薬の基礎	21
Chapter 3	ドローンの運用	43
Chapter 4	実技マニューバ	51

Chapter 1

農薬散布に係る安全ガイドライン

ドローンの機体の性能確認、操縦者の技術認定等の航空安全に関する事項については、航空法を所管する国土交通省において一元的に管理することになりました。これを受けて、農林水産省消費・安全局長より、「農薬の空中散布に係る安全ガイドラインの制定について」(令和元年7月30日付け 元消安第1338号)が通知され、無人マルチローターの安全使用に関する事項について安全ガイドラインが制定されました。

安全ガイドラインの内容

【第1 趣旨】

無人マルチローター(ほぼ垂直な軸回りに回転する三つ以上の回転翼によって揚力及び推進力を得る回転翼無人航空機をいう。以下同じ。)による農薬の空中散布は、防除作業の負担軽減及び生産性の向上に資する技術として期待されており、近年、当該散布の実施面積は、増加傾向にある。

他方で、農薬を使用する者は、農薬取締法(昭和23年法律第82号。以下「法」という。)第25条第1項に基づき定められている農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令(平成15年農林水産省・環境省令第5号。以下「省令」という。)に基づき、農作物や人畜、周辺環境等に危被害を及ぼさないようにする責務を有するとともに、関係通知に沿った安全かつ適正な使用に関する知識と理解を深めるように努めなければならない。

以上のことから、今後、無人マルチローターによる農薬の空中散布がいつそ農業現場に普及していく環境に対応するため、無人マルチローターによる農薬の空中散布を行う者が、安全かつ適正な農薬使用を行うための参考とすることができる目安を示すため、本ガイドラインを定める。

空中散布の計画及び実施に関する情報提供

【第2 空中散布の実施】

① 空中散布の計画

- (1) 実施主体(防除実施者及び防除は自らは行わずに他者に委託する者。以下同じ。)は、空中散布の実施区域周辺を含む地理的状況(住宅地、公共施設、水道水源、蜂、蚕、魚介類その他水産動植物の生産ほ場が近接しているかなど)、工作状況(収穫時期の近い農作物や有機農産物の生産ほ場が近接しているかなど)等の作業環境を十分に勘案し、実施区域及び実施除外区域の設定、散布薬剤の種類及び剤型の選定(粒剤、微粒剤等の飛散の少ない剤型)等の空中散布の計画について検討を行い、実施場所、実施予定日、作物名、散布農薬名、10a当たりの使用量又は希釈倍数等について記載した計画書を作成する。

なお、3に規定する対応により危被害を防止することができない恐れがある場合は、空中散布の計画を検討する。

- (2) 空中散布の作業を他者に委託する場合は、防除委託者は、防除実施者と十分に連携して空中散布の計画を検討する。

② 空中散布の実施に関する情報提供

- (1) 空中散布の実施区域及びその周辺に学校、病院等の公共施設、家屋、蜜蜂の巣箱等がある場合、実施主体は、当該施設の利用者、居住者、蜜蜂家等に対し、農薬を散布しようとする日時、農薬使用の目的、使用農薬の種類及び実施主体の連絡先を十分な時間的余裕を持って情報提供し、必要に応じて日時を調整する。
- (2) 天候等の事情により空中散布の日時等に変更が生じる場合、実施主体は、変更に係る事項について情報提供を行う。
- (3) 空中散布の実施区域周辺において人の往来が想定される場合、実施主体は、作業中の実施区域内への進入を防止するため、告知、表示等により空中散布の実施について情報提供を行うなどの必要な措置を講ずる。

散布に関する留意事項

③ 実施時に留意する事項

- (1) 実施主体は、操縦者、補助者(無人マルチローターの飛行状況、周辺区域の変化等を監視し、的確な誘導を行うとともに、飛行経路の直下及びその周辺に第三者が立ち入らないよう注意喚起を行い、操縦者を補助する者)等の関係者及び周辺環境等への影響を十分に配慮し、風下から散布を開始する横風散布を基本に飛行経路を設定する。
- (2) 操縦者は、あらかじめ機体等メーカーが作成した取扱説明書等により、無人マルチローター及び散布装置に関する機能及び性能について理解する。
- (3) 操縦者は、第4の3(1)により機体等メーカーが取扱説明書等に記載した散布方法(飛行速度、飛行高度、飛行間隔及び最大風速、別添参照。)を参考に散布を行う。
- (4) (3)において、機体等メーカーによる散布方法が設定されておらず、取扱説明書等に記載がない場合は、当面の間「マルチローター式小型無人機における農薬散布の暫定運航基準とりまとめ」(平成28年3月8日マルチローター式小型無人機の暫定運航基準案策定検討会)において、無人マルチローターの標準的な散布方法として策定された、以下の散布方法により実施する。
 - ・ 飛行高度は、作物上2m以下。
 - ・ 散布時の風速は、地上1.5mにおいて3m/s以下。
 - ・ 飛行速度及び飛行間隔は、機体の飛行諸元を参考に農薬の散布状況を随時確認し、適切に加減する。
- (5) 操縦者は、散布の際、農薬の散布状況及び気象条件の変化を随時確認しながら、農薬ラベルに表示される使用方法(単位面積当たりの使用量、希釈倍数等)を遵守し、散布区域外への飛散(以下「ドリフト」という。)が起こらないよう十分に注意する。
- (6) ドリフト等を防ぐため、架線等の危険箇所、実施除外区域、飛行経路及び操縦者、補助者等の経路をあらかじめ実地確認するなど、実施区域及びその周辺の状況把握に努めるとともに、必要に応じて危険箇所及び実施除外区域を明示しておく。

- (7) 実施主体は、散布装置については、適正に散布できること(所定の吹出量において間欠的ではないことなど)を使用前に確認するとともに、適時、その点検を行う。
- (8) 周辺農作物の収穫時期が近い場合、実施区域周辺において有機農産物が栽培されている場合、学校、病院等の公共施設、家屋、水道水源、蜂、蚕、魚介類その他水産動植物の養殖場等が近い場合など、農薬の飛散により危被害を与える可能性が高い場合には、状況に応じて、無風又は風が弱い天候の日や時間帯の選択、使用農薬の種類の変更、飛散が少ない剤型の農薬の選択等の対応を検討するなど、農薬が飛散しないよう細心の注意を払う。
- (9) 強風により散布作業が困難であると判断される場合には、無理に作業を続行せず、気象条件が安定するまで待機する。
- (10) 操縦者、補助者等の農薬暴露を回避するため、特に次の事項に留意する。
 ア 操縦者、補助者等は、防護装備を着用すること。
 イ 空中散布の実施中において、操縦者、補助者等は農薬の危被害防止のため連携すること。
- (11) 作業終了後、散布装置(タンク、配管、ノズル等)は十分に洗浄し、洗浄後、配管内の残液等は周辺に影響を与えないよう安全に処理する。
- (12) 実施主体は、空中散布の実施により、農業、漁業その他の事業に被害が発生し又は周辺の自然環境若しくは生活環境に悪影響が生じた場合は、直ちに当該区域での実施を中止し、その原因の究明に努めるとともに、適切な事後処理を行う。

【別途(第2の3(3)関連)】

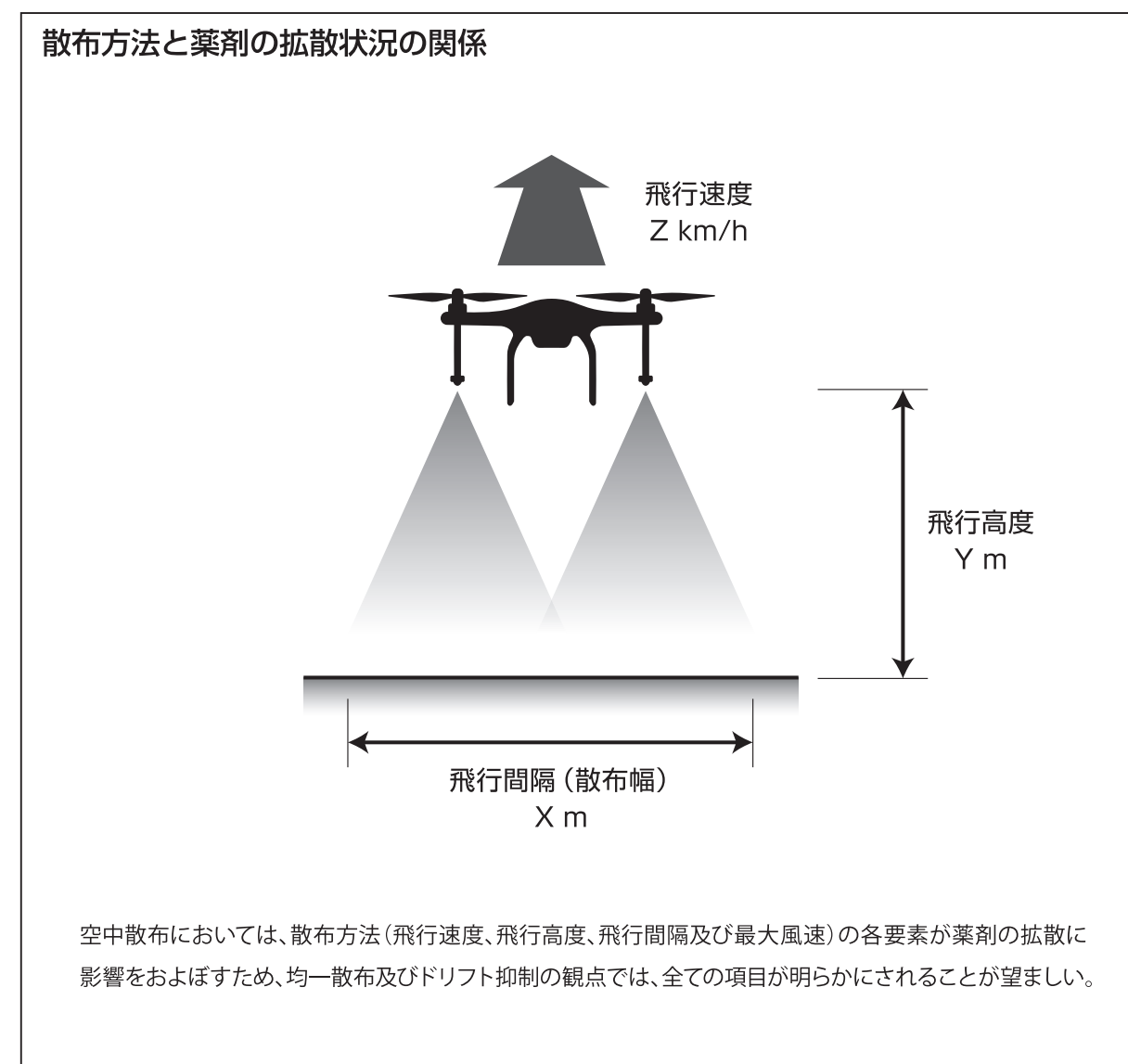


図 1-1

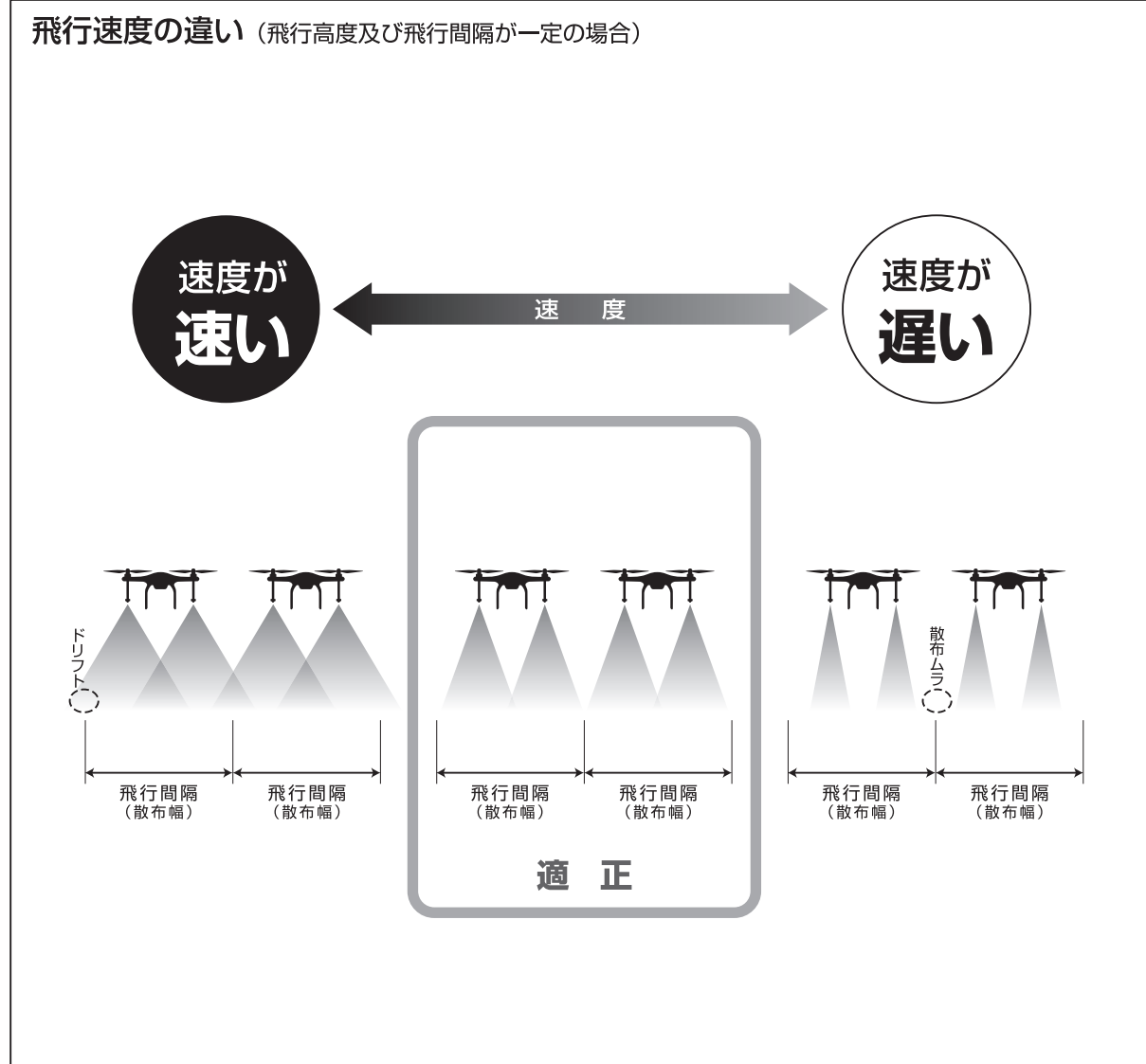


図 1-2

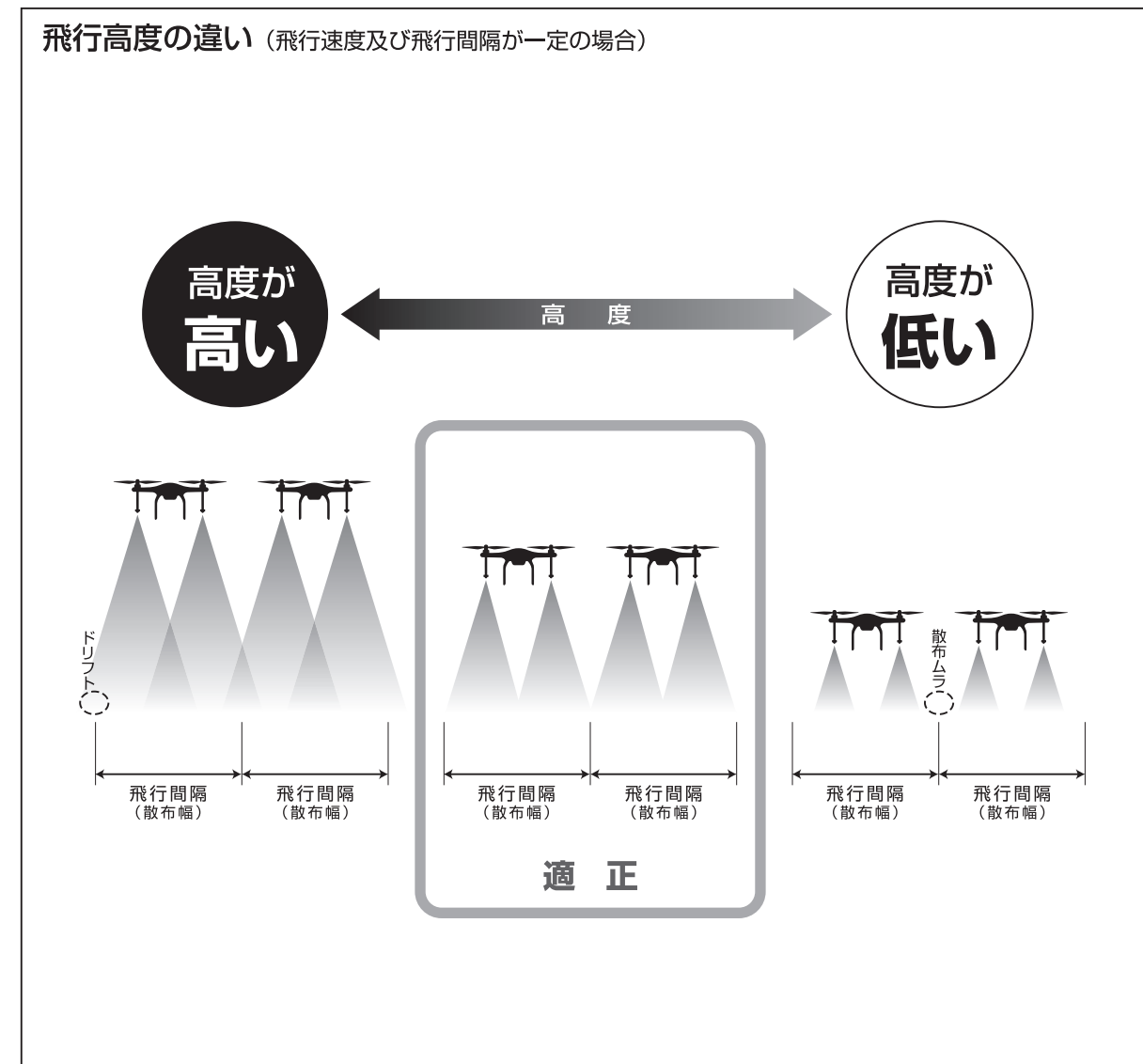


図 1-3

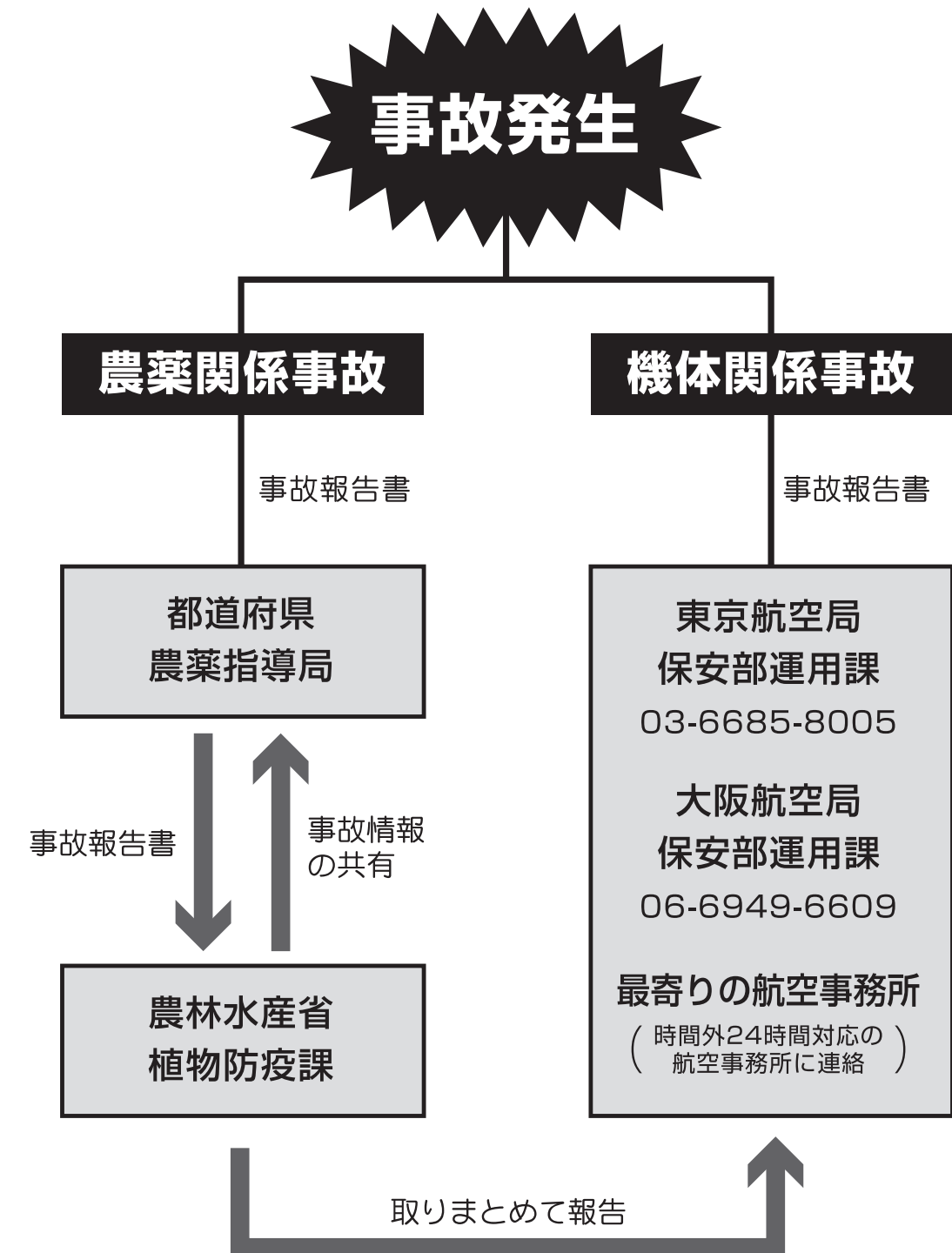
事故後の対応

【第3 事故発生時の対応】

空中散布を実施した場合の事故発生時の対応については、次のとおり実施する。

- ① 事故の種類は、次のとおりとする。
 - (1) 農薬事故
空中散布中の農薬のドリフト、流出等の農薬事故
 - (2) その他
無人マルチローターの飛行による人の死傷、第三者の物件の損傷、飛行時における機体の紛失又は航空機との衝突若しくは接近事案
- ② ①(1)に規定する事故が発生した場合は、実施主体は、別記様式の事故報告書を作成し、実施区域内の都道府県農薬指導部に提出する。
- ③ 事故報告書は、事故発生後直ちに第1報(事故の概要、初動対応等)を、事故発生から1ヶ月以内に最終報(事故の詳細、被害状況、事故原因、再発防止策の策定)をそれぞれ作成すること。なお、空中散布の作業を他者に委託した場合は、防除委託者は、防除実施者と十分連携して当該事故報告書を作成する。
- ④ 都道府県農薬指導部は②により事故報告書の提出があった場合は、記載に不備がないことを確認し、地方農政局消費・安全部安全管理課(北海道にあつては直接、沖縄県にあつては内閣府沖縄総合事務局農林水産部消費・安全課。)を経由して、農林水産省・安全局植物防疫課(以下「植物防疫課」という。)に当該事故報告書を提出する。
- ⑤ 植物防疫課は、④により事故報告書の提出があった場合、これを取りまとめ、都道府県等の協力を得て、空中散布における安全対策を検討する。また、関係機関との間で当該検討結果に係る情報を共有するとともに、実施主体に対し、再発防止を図るよう指導する。
- ⑥ 植物防疫課は、⑤により取りまとめた事故報告を地方航空局保安部運用課に提供する。
- ⑦ ①(2)に該当する事故が発生した場合、実施主体は、直ちに以下の飛行の許可等を行った地方航空局保安部運用課又は航空事務所まで報告する。なお、夜間等の執務時間外における報告については、24時間運用されている最寄りの航空事務所に連絡を行う。

【事故時のフローチャート】



【農業事故の事故報告書】

別記様式（第3の2関係）

無人マルチローターによる空中散布に伴う事故報告書
（第 報）

報告者所属・氏名：
連絡先：
報告日時： 年 月 日（ ） 時 分

【基本情報】 ※初期の報告（第1報など）については、事故発生 の報告を優先し、報告時点で記入可能な情報のみで可

1	発生日時	年 月 日（ ） 時 分 (散布作業開始時間： 時 分)					
2	発生場所（都道府県名から）						
3	操縦者氏名及び技能証明番号	氏名：	技能認証番号：				
4	使用機体	機種：	機体番号：				
5	作業時の気象状況	天気	(気温)	風向・風速			
6	防除内容	作物	対象病害虫				
7	薬剤	薬剤名					
		希釈倍率	散布前積載量				
8	実施主体	防除委託者					
		防除実施者					
9	作業実施体制	操縦者	名	補助者	名	(その他)	名
10	事故の概要						
11	被害の状況	有の場合、その内容					
	人への被害	無	確認中	有			
	家畜への被害	無	確認中	有			
	農作物への被害	無	確認中	有			
	薬剤の流出	無	確認中	有			
	周辺建物への被害	無	確認中	有			
	その他の被害						
12	航空法の許可・承認書の発行日及び番号	許可・承認書	発行日：	月 日			
			番号：				

注1. 技能認証番号には、操縦者の能力等に関する基準を制定している団体等により講習会等を受講し、技術認定を受けている場合には、当該認証の番号を記載すること。技能認証番号を有しない場合には空欄とする。

注2. 機体番号には、機体を識別できる製造番号を記載すること。

【対応状況等】

13	被害への対応状況	
14	その他（警察、消防等の対応、取材・報道状況等）	

注3. 事故発生時の見取り図を添付（可能であれば現場写真も添付）すること。

注4. 報道された場合は、都道府県等の報道発表資料や新聞記事等を添付すること。なお、新聞記事等が添付できない場合には、報道の概要について記載すること。

【事故原因】 ※初期の報告（第1報など）では提出しなくても可

15	
----	--

【事故原因】 ※初期の報告（第1報など）では提出しなくても可

16	
----	--

関係機関の役割

【第4 関係機関の役割】

空中散布に関する機関は、次の役割を果たす。

- ① 植物防疫課
 - (1) 農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会の場等を通じ、空中散布の安全かつ適正な実施のために必要な情報及び資料の収集及び提供を行うこと。
 - (2) 空中散布の円滑な実施及び事故発生時における迅速かつ的確な対応のため関係機関との間で連絡体制を整備すること。
- ② 都道府県
 - (1) 実施主体に対し、①(1)により提供を受けた情報及び資料その他空中散布に関する技術的情報を提供すること。
 - (2) 実施主体から事故に関する情報が提供された場合には、安全かつ適正な空中散布の実施のための指導及び助言を行うこと。
- ③ 機体等メーカー
 - (1) 機体・散布装置の使用条件(対象農作物、農薬の剤型等)ごとの散布方法に関する情報について、取扱説明書等に記載するなど、使用者が把握しやすい手段により情報提供すること。散布方法の設定に当たっては、落下分散性能の把握、ドリフト状況の把握等の結果から設定するとともに、その根拠となった試験結果(試験条件を含む)をWebサイト等で公表するように努めること。
 - (2) ①(1)により提供を受けた情報及び資料その他空中散布に関する技術的情報を使用者に提供するとともに、使用者から照会に対応する窓口を整備すること。

情報管理

【第5 情報管理】

本ガイドに基づく情報提供に当たっては、個人情報の保護に関する法律(平成15年法律さ57号)、行政機関の保有する個人情報の保護に関する法律(平成15年法律第58号)、各都道府県が定める個人情報保護条例等に留意する。

Chapter 2

農薬の基礎

Chapter 2 農薬の基礎

Section 2-1 農薬とは

農薬取締法では、「農薬」とは、「農作物（樹木及び農産物を含む。以下（農産物等）という。）を害する菌、線虫、だに、鼠、草その他の動植物又はウイルス（以下「病害虫」と総称する）の防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤除草剤その他の薬剤（その薬剤も原料又は材料として使用した資材で当該防除に用いられるもののうち政令で定めるものを含む。）及び農作物等の生理機能の増進又は抑制に用いられる成長促進剤、発芽抑制剤その他の薬剤をいう。」とされています。また、農作物等の病害虫を防除するための「天敵」も農薬とみなされています。

Section 2-2 農薬製剤

農薬は、使いやすく均一に散布できて防除効果を十分に発揮されるため有効成分に増量剤や補助剤を加えたり、有効成分に溶剤を混ぜたりして、さまざまな形状の商品に仕上げています。これを農薬製剤といいます。

Section 2-3

毒性の種類

急性毒性

短時間に接触した場合に起きる毒性影響のこと。口・鼻・皮膚から取り込んだ場合、めまい・発汗・頭痛・食欲不振・呼吸不全を引き起こす。無人航空機の散布には注意が必要である。

慢性毒性

農薬が使用された農作物を食べた人に与える毒性影響のこと。発がん性がある農作物は登録されず。

その他の毒性

動物を用いて、子孫に対する影響を調べ変異原性・遅発性神経毒性試験を実施して作物・土壌等の残留性を調べ使用方法が設定されています。

Section 2-4

農薬の種類と効果

農薬の種類と効果については、下表のとおりです。

種類	効果の説明
殺虫剤	農作物を加害する害虫を防除する薬剤
殺菌剤	農作物を加害する病気を防除する薬剤
殺虫殺菌剤	農作物の害虫、病気を同時に防除する薬剤
除草剤	雑草を防除する薬剤
殺そ剤	農作物を加害するノネズミなどを防除する薬剤
植物成長調整剤	農作物の生育を促進したり、抑制する薬剤
誘引剤	主として害虫をにおいなどで誘き寄せる薬剤
展着剤	他の農薬と混合して用い、その農薬の付着性を高める
天敵	農作物を加害する害虫の天敵
微生物剤	微生物を用いて農作物を加害する害虫病気を防除する

図 2-1

剤型には粉剤、粒剤があり、剤型の特徴は下記のとおりです。

DL 剤型

有効成分、凝集防止剤、分解防止剤、帯電防止剤、増量剤などからなる微粉状の製剤で、粒径は20～30umで10um以下の粒子を20%以下にした製剤で、希釈が不要なため比較的散布が容易である。

粒 剤

有効成分、統合剤、崩壊剤、分散剤、増量剤からなる粒状の製剤で、粒径は300～1700um程度です。散布するとき、風に乗って農薬が飛ばされ広がることを抑えることができます。

水和剤

有効成分、界面活性剤、増量剤からなる微粉状の製剤で、使用時は、水で希釈して使用します。広い範囲で有効成分を製剤化でき、植物の影響も少ない特徴があります。

顆粒水和剤

有効成分を界面活性剤、増量剤とともに顆粒状にした製剤で水中に投入すると崩壊し、分散します。顆粒状のため水和剤に比べて粉立ちがなく使いやすい製剤です。

乳 剤

有効成分を界面活性剤とともに有機溶剤に溶かした製剤で、使用時は、通常水で希釈して使用します。

フロアブル

個体の有効成分を細かく微粒子として水に分散させた製剤で、薬調整時の液粉立ちがなく、水に速やかに分散します。水田除草剤では、そのまま散布するタイプもあります。

エマルション

水に溶けない液状の有効成分、または少量の有機溶剤に溶かして液状にした有効成分で界面活性剤などを用いて水中に微粒子として乳化分散させた製剤で、この製剤は、引火性がなく、人や動物への影響も軽減しています。

AL 剤

AL (applicable liquidの略) 剤とは、そのまま使用できる濃度にあらかじめ希釈した水ベースの製剤で、農薬は、通常、使用時に希釈して使用しますが、家庭園芸では、農薬の使用量が少ないのと、希釈作業に慣れてないことから、すぐに使用可能な製品が好まれます。

1 農薬の適正な使用

【1 農薬使用時に農薬ラベルを確認すること】

農薬を使用する時はラベルをよく読んで、その指示に従う。また、使用する農薬が国内で流通されている登録農薬であることを確認し、有効期限を過ぎた農薬は使用しない。

農薬ラベルでは、以下の項目を確認します。

- 1 登録農薬であるかどうか
- 2 農薬を使用できる農作物
- 3 農薬の使用量
- 4 農薬の希釈倍率
- 5 農薬を使用する時期(収穫前日数)
- 6 農作物に対して農薬を使用できる回数(総使用回数)
- 7 農薬の有効期限
- 8 農薬の使用上の注意事項

【2 農薬の正確な計量と散布残が出ないように調製すること】

はかりや計量容器で農薬を正確に計量する。また、希釈する水を正確に計量し、散布残が出ないように薬量を調製する。

【3 農薬使用前の防除器具の点検と使用後に十分な洗浄をすること】

年1回以上、農薬散布機の点検、修理、オイル交換などの整備を実施する。また、散布後は、タンクやホースなどの防除器具を十分に洗浄し、農薬が残らないようにする。

※ 防除器具はその都度洗浄しないと、タンクの底やホースの中に残った農薬を、適用のない作物にかけてしまう恐れがあります。

【4 周辺作物への農薬飛散(ドリフト)を防止すること】

農薬を散布する時は、周辺作物へ農薬を飛散させない。

※ 防止策として次のような事に取り組みます。

- 1 農薬散布の際は、自分のほ場周辺で栽培されている作物を確認します。
- 2 近隣の畑に影響が少ない天候の日や時間帯に散布します。
- 3 風向きを考慮したノズルの向きやドリフト低減ノズルを使用します。

【5 周辺住民への影響を考えて農薬散布すること】

農薬散布の際は、周辺住民に影響を与えないように、散布方法や風向きなどに注意する。

※ 農薬散布により周辺住民や子供等に健康被害が生じないようにします。

2 農薬ラベルの見方

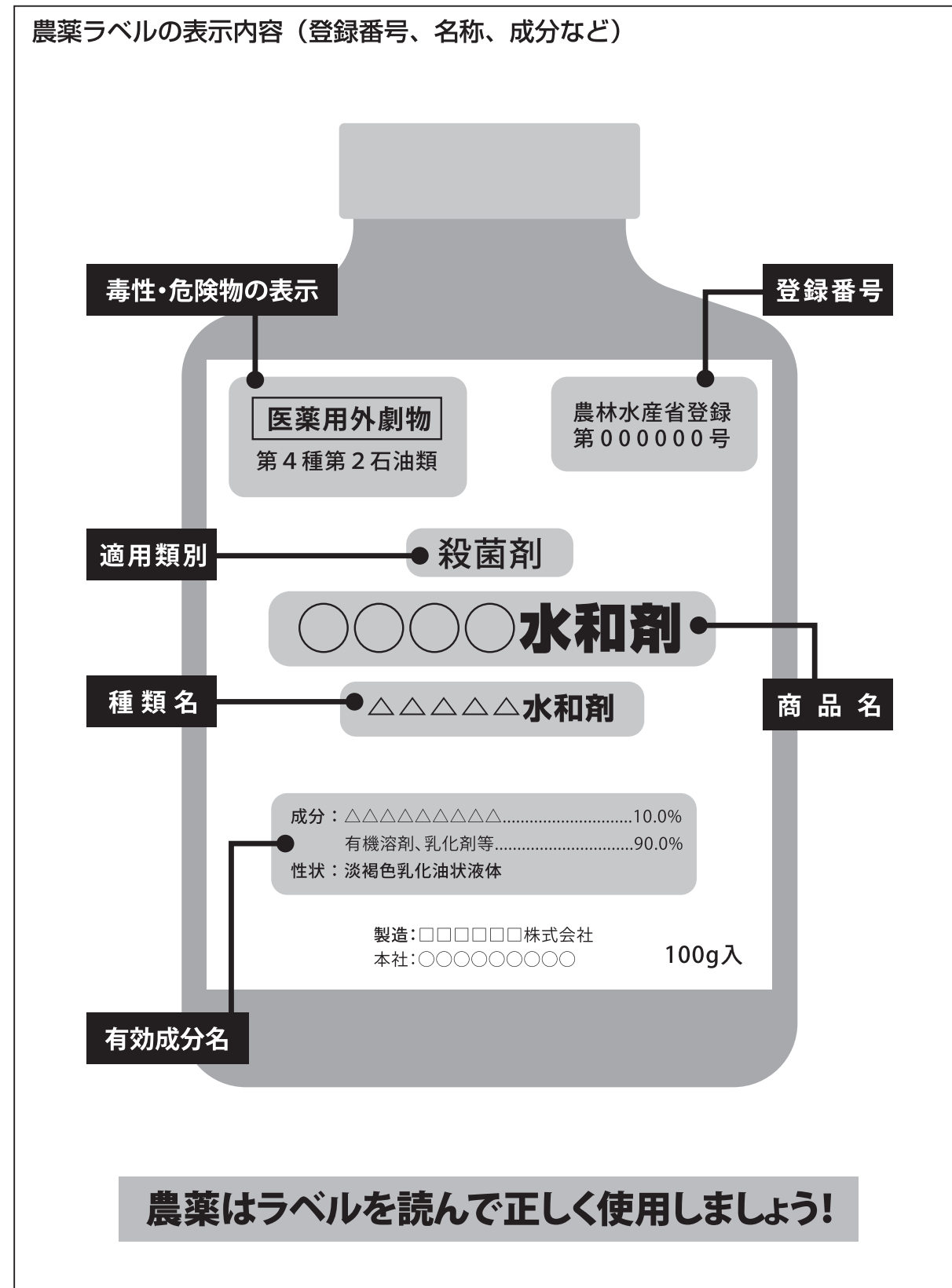


図 2-2

農薬ラベルの表示内容（適用範囲、希釈倍数など）

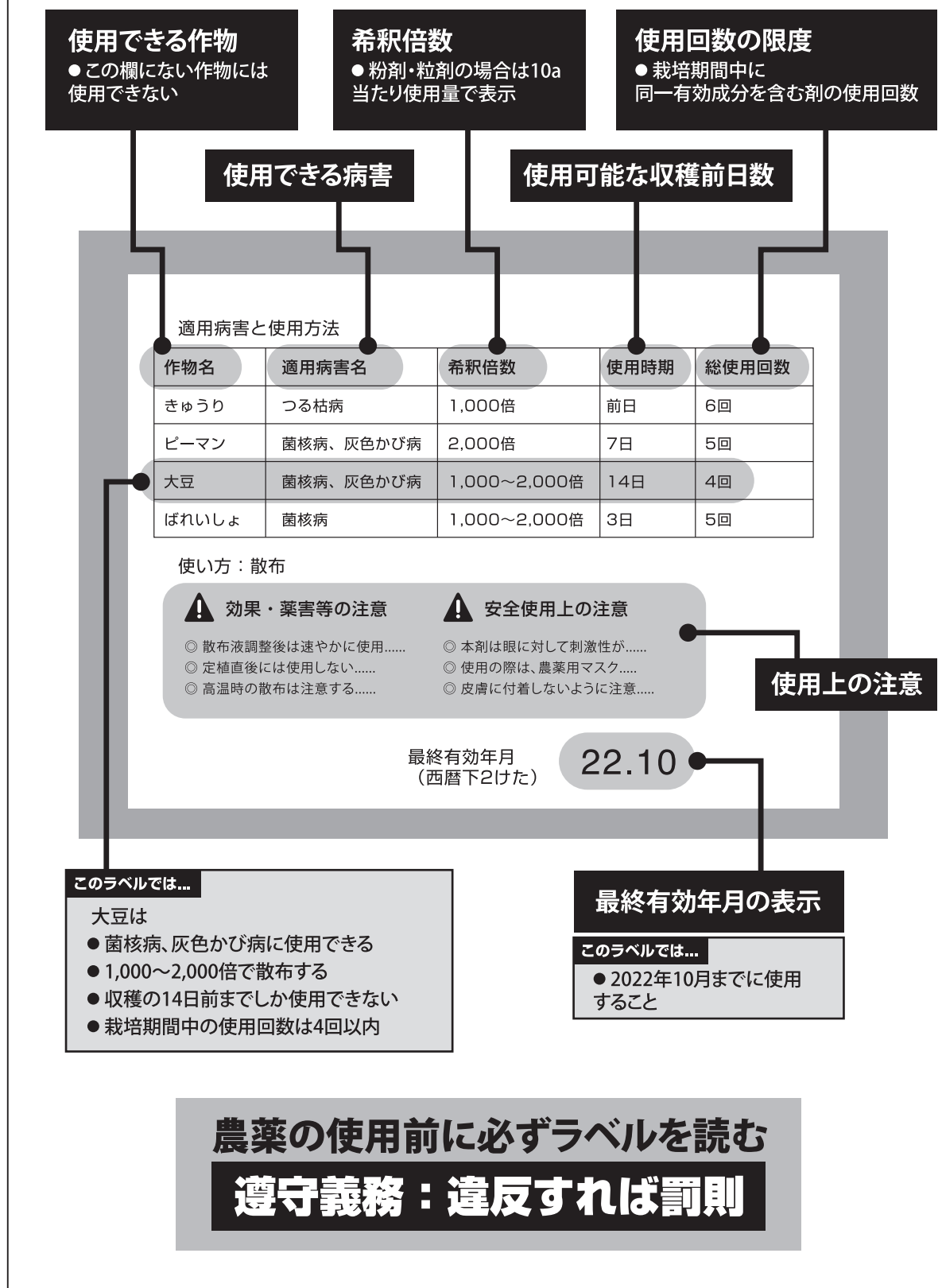


図 2-3

3 遵守義務と罰則

【1 遵守義務】

食用作物及び飼料作物に農薬を使用する場合は、農薬登録時に定められた基準を守らなければならない。

- ❶ 適用作物以外に使用させてはならない。
- ❷ 単位面積当たりの使用量を上回って、使用してはならない。
特に希釈が必要とされる農薬においては、希釈倍数よりも下回って希釈又は、濃い濃度に希釈してはならない。
- ❸ 決められた使用時期以外には使用してはならない。
(例：収穫前 ○○日、定植○○日前、開花期、収穫後等)
- ❹ 使用総回数を上回って使用してはならない。
農薬の成分で制限されるので、同じ成分を含む他の農薬についても注意が必要です。
例えば、ジマンダイセンとベンコゼブの農薬がありますが、成分に両剤ともマンゼブ剤が含まれており併用はできません。

【2 罰則】

遵守義務に違反した場合は、3年以下の懲役又は100万以下の罰金が科られますので、農薬の取扱いには、十分に注意が必要です。

4 農薬の保管

農薬はカギのかかる専用の保管庫に入れ、収穫した農産物を農薬が汚染しないように保管する。また、危険性を警告する表示をすることで、関係者に危険物があることを注意喚起する。

※ 農薬を保管する農薬保管庫は以下の条件が求められます。

- ❶ 強固なつくりである。
- ❷ 適切な温度条件が保たれている。
- ❸ 通気性がある。
- ❹ 農薬ラベルが読める程度の明るさがある。
- ❺ 引火しにくい材質でできている。
- ❻ 棚は非吸収性の材質でできている。

1 トマトの栽培歴(定植時期)

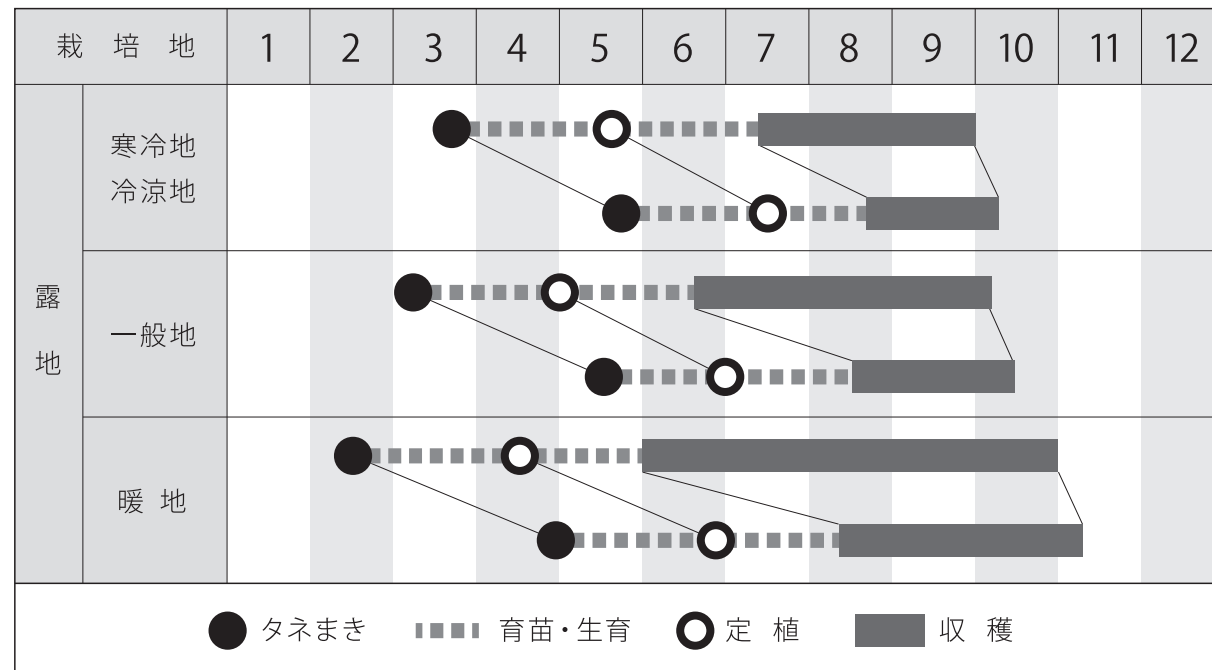


図 2-4

2 病虫害

トマトの露地栽培では苗が根づいて育ち始めた頃からさまざまな病虫害が発生するので、殺菌剤や殺虫剤を散布して病虫害の防除に努めます。主要な病害は青枯れ病、疫えき病、灰色かび病、ウイルス病など、主要な害虫はアブラムシ、オンシツコナジラミ、アザミウマ類などです。



図 2-5

3 生育期における使える農薬

生育期処理で防ぐ害虫防除として使用できる農薬は下記のとおりです。

【1 アザミウマ類に適応する農薬一覧】

登録のある殺虫剤	特徴	系統
スピノエース顆粒水和剤	土壌放線菌生産物質で殺虫。速効・残効的。	スピノシン系剤
ディアナSC	摂食阻害作用ですばやく被害拡大・進展抑制。	スピノシン系剤
ベストガード水溶剤	水に溶けやすい。作物汚れが少ない。ハチ・天敵への影響が少ない。	ネオニコチノイド系剤

図 2-6

【2 オンシツコナジラミに適応する農薬一覧】

登録のある殺虫剤	特徴	系統
アディオン乳剤	残効性優秀。忌避作用あり。速効的。	合成ピレスロイド系剤

図 2-7

【3 アブラムシに適応する農薬一覧】

登録のある殺虫剤	特 徴	系 統
アディオン乳剤	残効性優秀。忌避作用あり。速効的。	合成ピレスロイド系剤
アルバリン粒剤	浸透移行性・速効性・残効性に優れる。 魚類・鳥類・天敵に安全性が高い。	ネオニコチノイド系剤
ウララDF	浸透移行・耐雨・速効・残効優秀。 吸汁阻害。益虫に安全。	ピシジン カルボキサミド系剤
オルトラン水和剤	浸透移行性・残効性優秀。	有機りん系剤
オレート液剤	有効成分は食品添加物。環境・天敵・蜜蜂への影響が低い。抵抗性発達の恐れなし。	気門封鎖剤
コルト顆粒水和剤	速効的。摂食・歩行・飛翔阻害。 作物への定着防止。	アミノキナゾリン系剤
サンクリスタル乳剤	物理的に気門を封鎖して殺虫。 抵抗性発達なし。有効成分は食用油脂。 ミツバチ・天敵への影響が少ない。	天然殺虫剤
サンヨール乳剤	展着性・菌への浸透性優秀。 訪花昆虫への影響ほぼなし。	銅剤
スミチオン乳剤	接触毒・食毒作用。浸透移行性あり。	有機りん系剤
ダントツ水溶剤	優れた浸透移行性・残効性(2~3週間)優秀。 溶けやすく粉立ちが少ない。	ネオニコチノイド系剤
チェス顆粒水和剤	吸汁阻害。高い浸透移行性。 ハチ・天敵に影響が少ない。	ピリジン アゾメチン系剤

登録のある殺虫剤	特 徴	系 統
粘着くん液剤	デンプンで物理的に気門を塞いで殺虫。 抵抗性発達のおそれなし。残効性なし。 天敵・有用昆虫への影響ほぼなし。	天然殺虫剤
ベストガード水溶剤	水に溶けやすい。作物汚れが少ない。 ハチ・天敵への影響が少ない。	ネオニコチノイド系剤
マラソン乳剤	浸透移行性あり。残効は短い。 コリンエステラーゼ活性を阻害。	有機りん系剤
ムシラップ	抵抗性が付きにくい。 食品添加物がベースの薬剤。	天然殺虫剤
モスピラン粒剤	ハチ・天敵に影響が少ない。浸透移行性あり。	ネオニコチノイド系剤

図 2-8

1 レタスの栽培歴

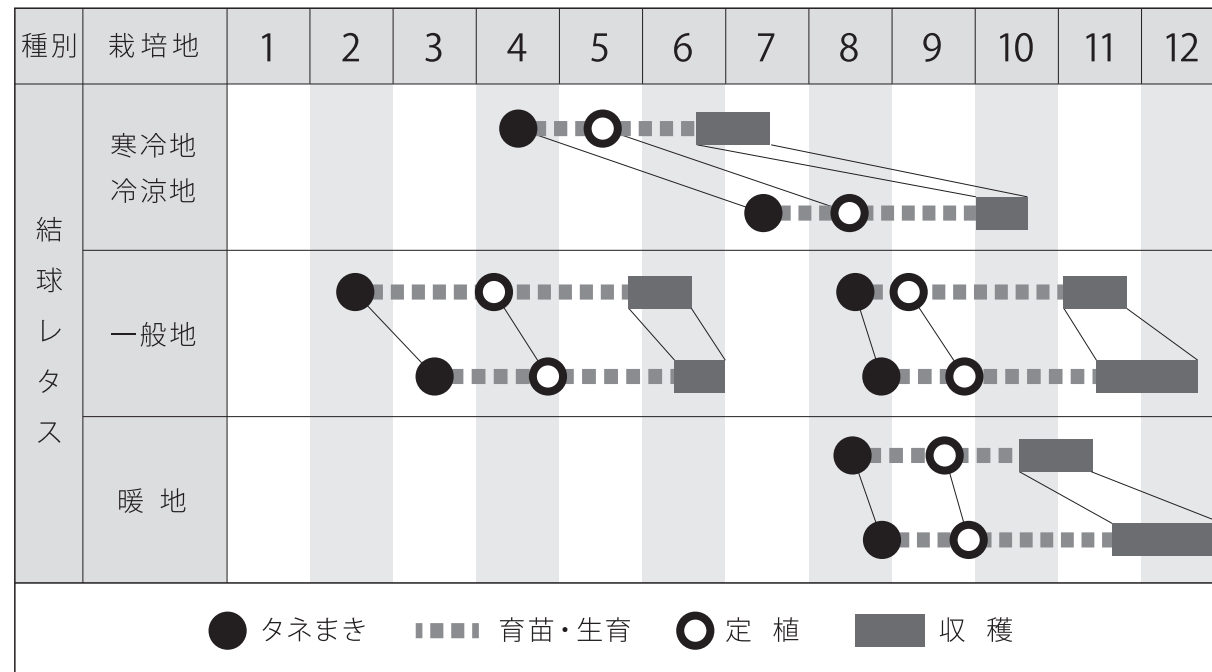


図 2-9

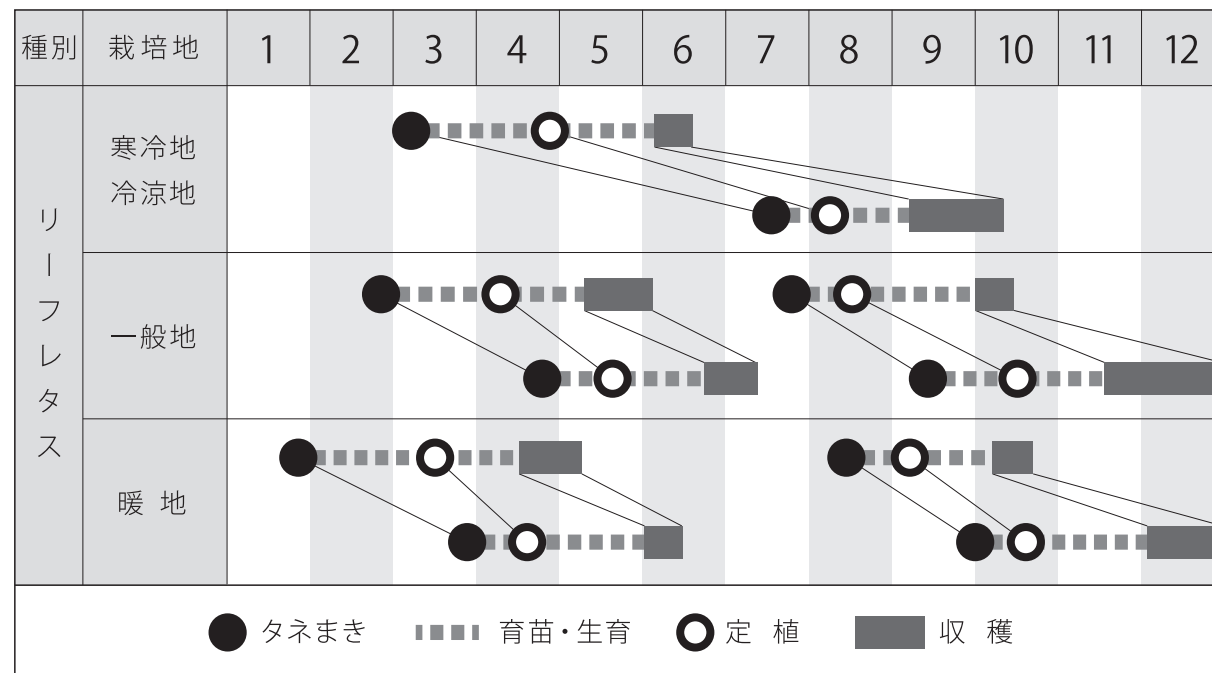


図 2-10

2 病虫害

病害ではべと病や軟腐病に注意が必要で、殺菌剤を早期に散布します。虫害ではアブラムシ、ヨトウムシに注意し、早期防除を心掛けます。また、ナメクジやカタツムリも葉を食害しますので見つけ次第退治します。



図 2-11

3 生育期における使える農薬

【1 ヨトウムシ】

ヨトウムシは表皮や葉脈を残して葉の裏側の葉肉を食害する。

登録のある殺虫剤	特 徴
アディオオン乳剤	残効性優秀。忌避作用あり。速効的。
オルトラン水和剤	浸透移行性・残効性優秀。
サブリーナフロアブル	微生物農薬。有機農産物生産に使用可。展着性優秀。作物汚れが少ない。
スピノエース顆粒水和剤	土壌放線菌生産物質で殺虫。速効・残効的。
チューンアップ顆粒水和剤	微生物農薬。有機農産物生産に使用可。天敵・有用昆虫(ハチ等)などに影響が少ない。
トアロー水和剤CT	薬臭ほぼなし。訪花昆虫・天敵への影響なし。水産動物・鳥類に安全性が高い。
トルネードエースDF	食毒性で神経系に作用。素早く食害阻止。残効あり。
フェニックス顆粒水和剤	優れた持続性。蚕に影響あり。摂食行動を阻害。
プレバソンフロアブル5	吸収移行性に優れる。薬害の事例なし。残効性優秀(茎葉処理:2週間以上)

図 2-12

【2 アブラムシ】

登録のある殺虫剤	特 徴
アクタラ顆粒水溶剤	耐雨性優秀。葉への吸収効率が良く安定効果。溶けやすく粉立ちが少ない。
アディオオン乳剤	残効性優秀。忌避作用あり。速効的。
アルバリン顆粒水溶剤	高い浸透移行性。速効的。残効性優秀。
ウララDF	浸透移行・耐雨・速効・残効優秀。吸汁阻害。益虫に安全。
オレート液剤	有効成分は食品添加物。環境・天敵・蜜蜂への影響が低い。抵抗性発達の恐れなし。
コルト顆粒水和剤	速効的。摂食・歩行・飛翔阻害。作物への定着防止。
ダントツ水溶剤	優れた浸透移行性・残効性(2~3週間)優秀。溶けやすく粉立ちが少ない。
ダントツ粒剤	浸透移行性に優れる。残効性が長い(1~2か月)。
トレボン乳剤	速効性・残効性優秀。
ベストガード水溶剤	水に溶けやすい。作物汚れが少ない。ハチ・天敵への影響が少ない。
マラソン乳剤	浸透移行性あり。残効は短い。コリンエステラーゼ活性を阻害。

図 2-13

【3 カタツムリ類】

登録のある殺虫剤	特 徴
スラゴ	食毒性。有効成分は天然に存在し、食べ残しの粒は徐々にリン酸・鉄に分解される。 雨・湿気で崩れにくい。有機農産物の有機JAS適合農薬。

図 2-14

Chapter 3

ドローンの運用

Chapter 3 ドローンの運用

Section 3-1 現在の状況

農業用ドローンとして、各メーカーから出ていますが、主流としては、10L用農業用ドローンですが、操縦及び散布操作に十分熟知してからの使用になるため、直ちに使用するには、問題があります。また、バッテリーの関係上、飛行時間も短く散布面積が限れてしまいます。メーカーにより多少違いがありますが、飛行1回における散布面積は、10L用で1ha位散布できます。



図 3-1

Section 3-2

今後の課題

広大なほ場においては、10Lのドローンでは、何回も農業及びバッテリーの交換等が必要になります。大型のドローンを作ればよいと思われませんが、航空法における25kg以上になると、技術検査等煩雑な手続きが必要になり、25kg以下のドローンの製作になります。現時点において、最大20L用のドローンが最大限になります。

現在、農業用ドローンを見ると10L用を基本として、高齢者にも操作させるため安全・簡単に操作及びipat等を用いた操縦の完全自動飛行が進められています。

Section 3-3

農薬散布にふさわしい服装

下記の服装を基準として、散布作業を実施してください。

- 1 ヘルメット
- 2 保護メガネ
- 3 マスク
- 4 ボタンやジッパーは閉じること
- 5 長袖の上着を着用すること
- 6 長ズボン(半ズボン不可)
- 7 動きやすい靴(サンダルは不可)

作業装備例

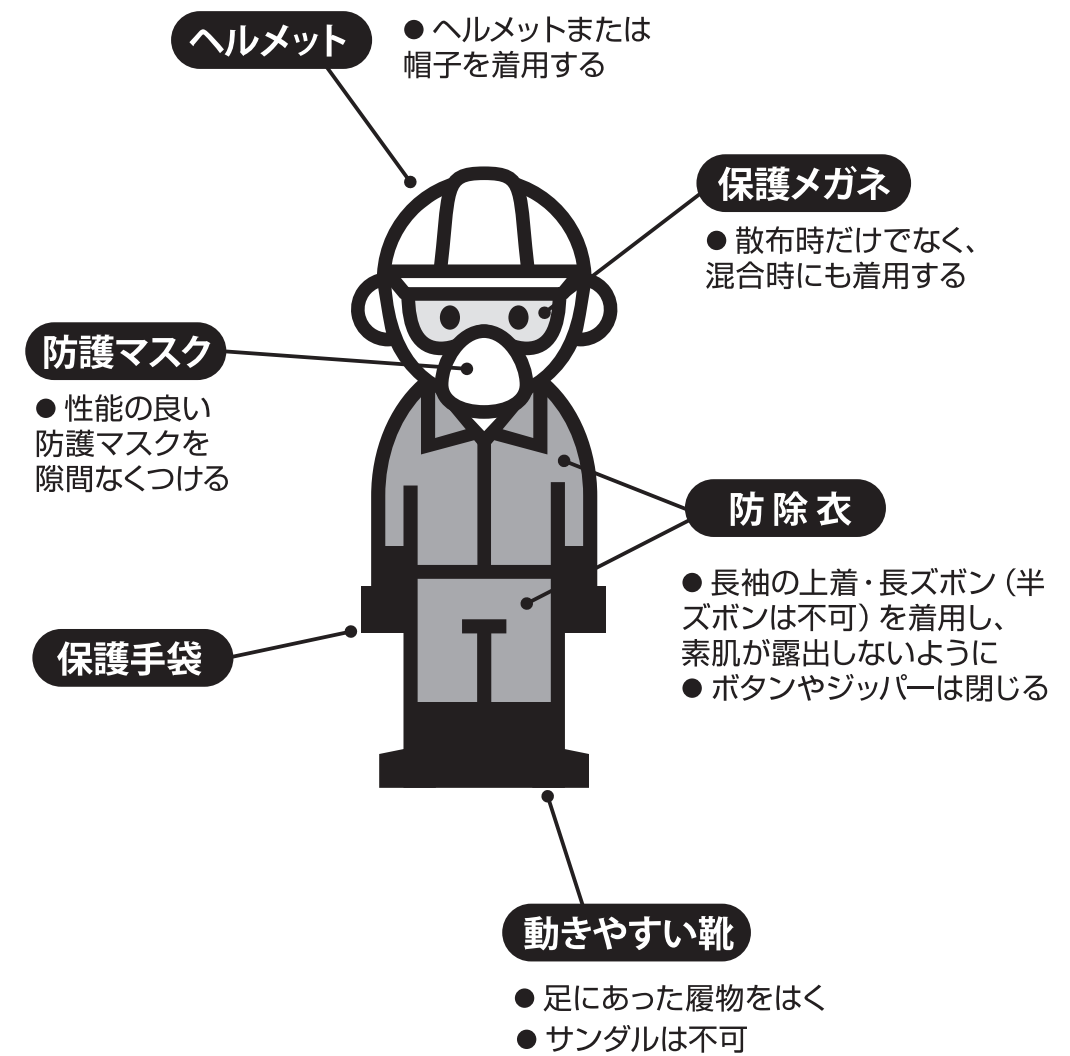





図 3-2

1 手信号による連携

現在の農業用ドローンは、GPSと高度センサー等の機能があるが、障害物センサー等の機能が無いため、補助者との連携が必要になります。補助者においても、農業用ドローンの性能及び機能を十分理解しておく必要があります。操縦士と補助者の連絡には、無線で指示する場合と手信号等による連絡手段があります。

手信号の一例を下記に示しましたので、参考にして下さい。

進 入	前 進	後 退
 <p>両腕を垂直に上げ、掌を機体に示す</p>	 <p>掌が上を向くように両腕を伸ばし、肘から先を前後に大きく曲げて振る動作を反復</p>	 <p>掌をドローンに向け、肘から先を垂直に上げ、掌を押し出すように前後に振る動作を反復</p>

右(左)旋回	右(左)横進	停 止
 <p>左腕は掌を下向き45°に伸ばし、右腕の掌が上になるように正面前方に伸ばし、肘から先を前後に曲げる動作を反復</p>	 <p>移動させる方向の腕を水平に伸ばし、片方の腕を前方の下方で振り、移動方向を示す動作を反復</p>	 <p>両手を前方に向け、頭上で交差させる</p>
上 昇	降 下	ホバリング
 <p>両手を水平位置から垂直位置までの動作を繰り返す</p>	 <p>両手を下に向け水平に伸ばし、下方約60°に下げる動作を繰り返す</p>	 <p>両手を水平に伸ばし、手のひらを下に向ける</p>

図 3-3

2 チームの編成

農薬散布においては、チームを組んで散布を実施します。編成基準は4人編成で実施しています。区分として操縦士及び操縦補助並びに散布区域内に立ち入らせないようにする誘導員2名で編成します。

Chapter 4

実技マニューバ

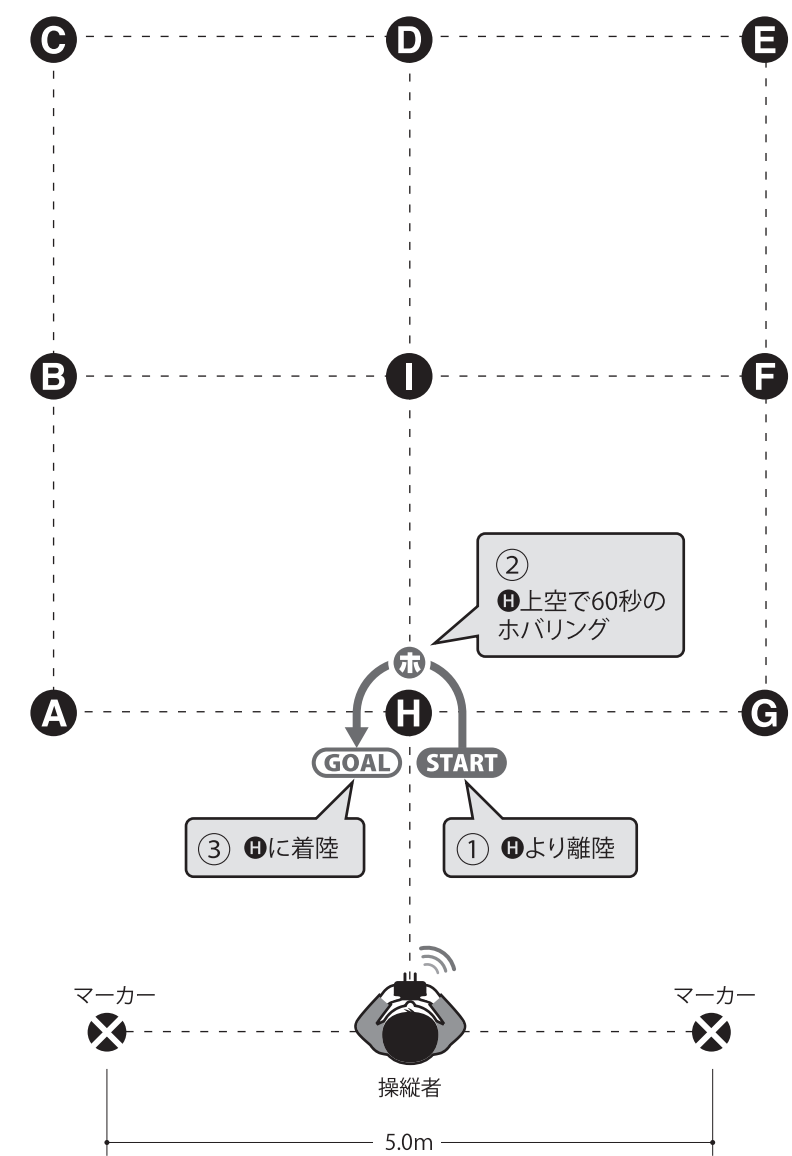
Chapter 4 実技マニユーバ

Section 4-1 基礎操縦

小型練習機において、下記のとおり実施します。

1 BASIC4 (ATTIモード)

離着陸 + ホバリング 1分間

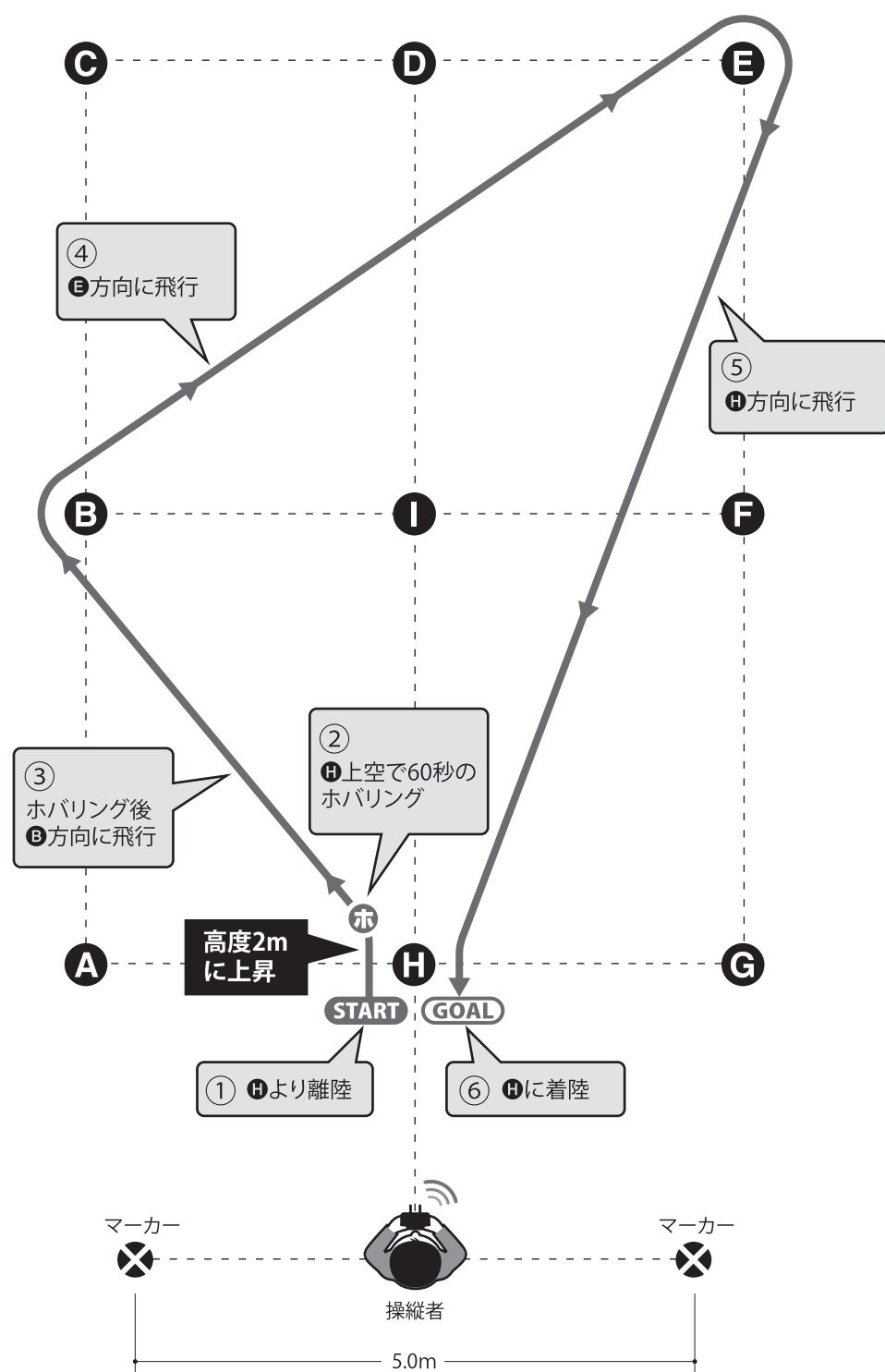


2 BASIC5 (ATTIモード)

離着陸 + ホバリング → BからEまで移動 → EからHへ移動 → 着陸

高度/2m

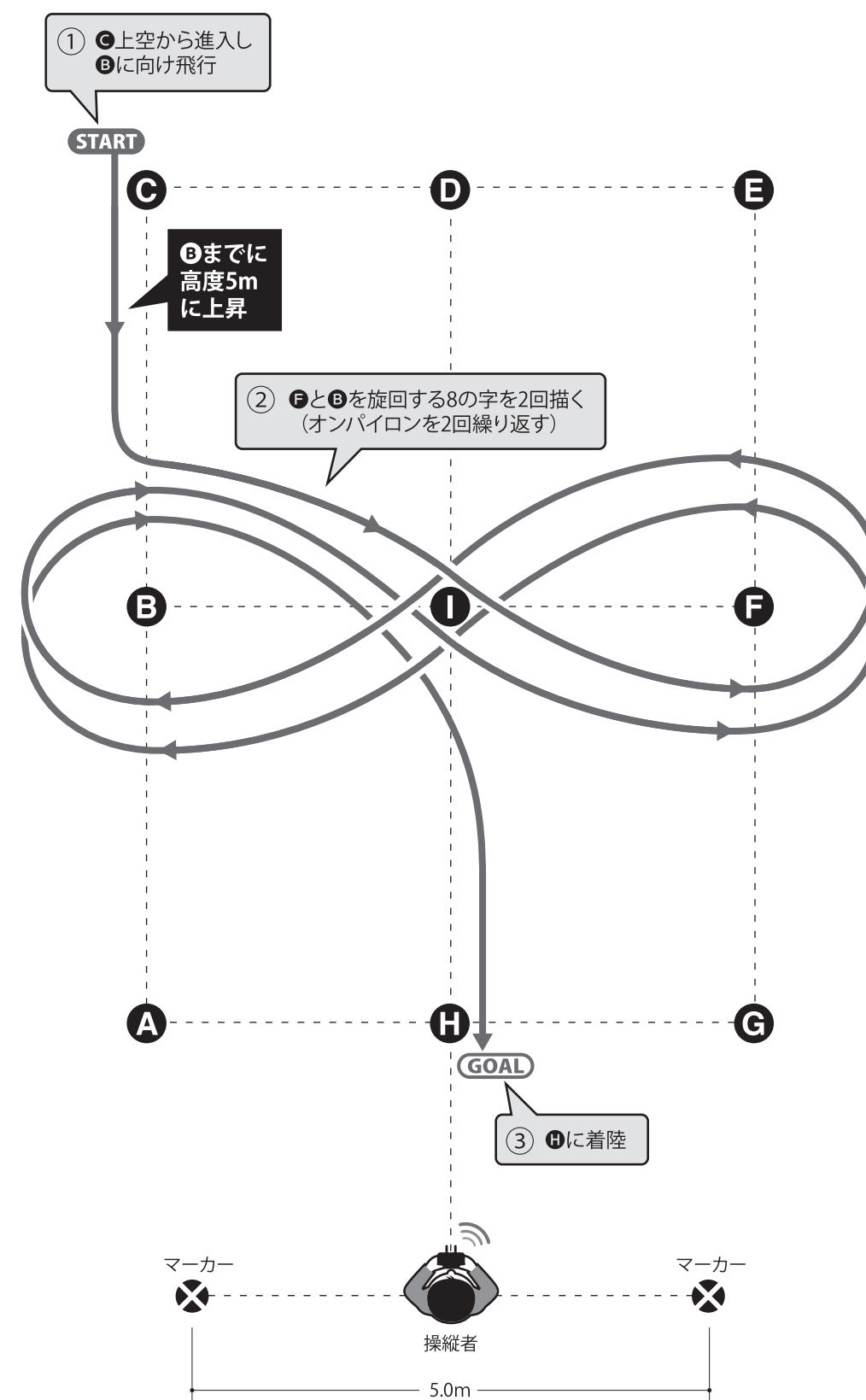
回数/5回



3 オンパイロン

オンパイロン(8の字飛行)を実習します。

高度/5m



大型練習機(5kg)で、練習をします。 操作要領及び基本コースは下記のとおりです。

1 操作要領

【1 送信機の説明】

農業用ドローンの送信機です。(モード2で説明)

①から⑩の各スイッチの説明をします。

操縦に必要ですから、必ず覚えて下さい。



図 4-1

その他の機能 (フェールセーフ機能)……バッテリーの残量が少なくなると送信機がバイブレーションと音が鳴ります。又、送信機の電池残量も同様に作動します。

【2 スwitchの説明】

各Switchの名称及び機能は、以下のとおりです。

スイッチ番号	名 称	説 明
A	内角出力調整	ラダー内角出力 使用しません
B	ゴーホーム	スイッチ下段で自動帰還 20mまで上昇し離陸した場所に帰還
C	農薬散布量調整	0.6~1ℓ/分の散布量を調整します。
D	フォームスイッチ	Fモード時のみ有効
E	自立散布モード	自立散布モードの位置記録に使用
F	フライトモード	Pモード … GPS・高度維持機能を使用した飛行 Aモード … 高度維持機能のみの飛行 Fモード … GPS・高度維持機能を使用した飛行
G	左4m移動	M+モード時、自動で左に4m移動します
H	散布スイッチ	スイッチ奥でON、スイッチ手前でOFF
I	右4m移動	M+モード時、自動で右に4m移動します
J	タイマー	スイッチを下にONした場合、時間計測を開始します。

図 4-2

2 本体の準備

【1 バッテリーの電圧チェック】

バッテリーチェッカーでバッテリーの電圧を確認して下さい。

バッテリーは6つの部屋(セル)からなり、CELLボタンで各セルの電圧を確認できます。

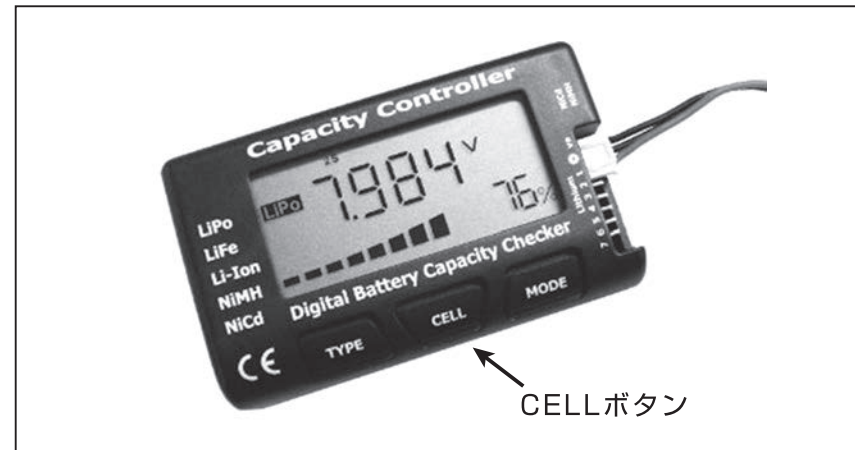


図 4-3

【2 バッテリーの取り付け】

バッテリーの取り付けをする場合、バッテリーを正しく取り付けなければなりません。確認方法は、機体の中心点から指1本分(1cm程度)地面から浮かせて前後に傾けば取り付けが間違っています。特に粒子用に変更した場合、注意が必要です。

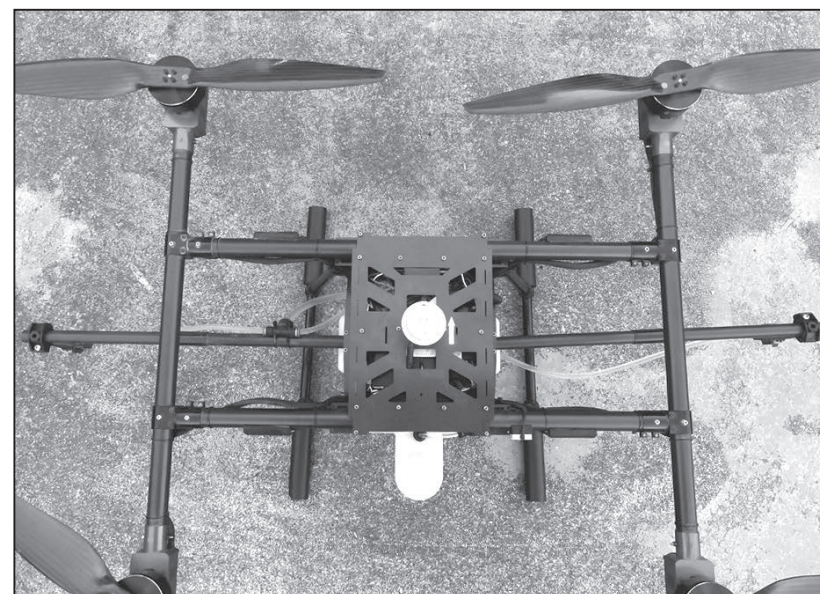


図 4-4

3 送信機と本体との接続

【1 送信機の電源を入れ、以下の事項を確認】

- (ア) スイッチ⑧・⑨・⑩がすべて奥側又は上にあるか。
- (イ) スイッチ①・②は中立になっているか。
- (ウ) 送信機の電池容量の確認

【2 離陸する場所に機体を設置】

- (ア) 場所の選定については、平らな場所で半径3m以内に障害物がない場所。
- (イ) 風向・風速を測定する。薬剤散布は、風速3m以下で実施のこと。飛行に関しては、風速5m以下で実施のこと。
- (ウ) 機体にバッテリーの取り付けコネクタを2本とも接続します。これが、スイッチになり、この時、機体に衝撃を与えないで下さい。
LEDランプが黄色若しくは紫色に変わるまで待ちます。

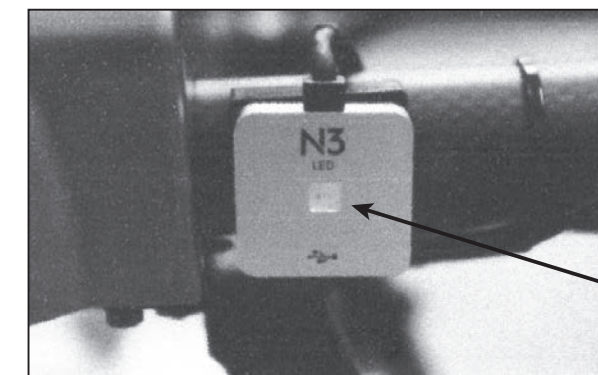


図 4-5

LEDの色(4色)については、下記のとおりです。

LEDの色及び状態	機体の状態
赤 黄 緑 で交互に点滅	システムの診断テストを実施中
黄 で4回点滅	システムのウォームアップ中
緑 でゆっくり点滅	Pモード (フライト可能)
黄 でゆっくり点滅	Aモード
紫 でゆっくり点滅	Fモード (ファームモード)
黄 の早い点滅	送信機と機体のリンク外れ
赤 で点滅	致命的なエラー
赤 黄 で交互に点滅	コンパスの校正が必要

図 4-6

【4 送信機のモニターをチェックする】

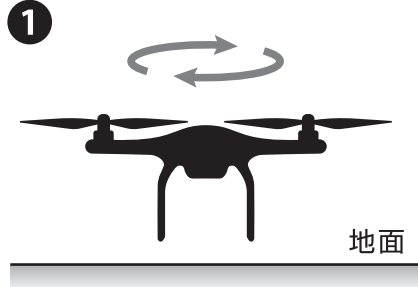
送信機と機体の接続確認

テレメトリーの確認 (左ボタンを押す)

【5 フライトモードスイッチ (F スイッチ) を素早く3回往復する】

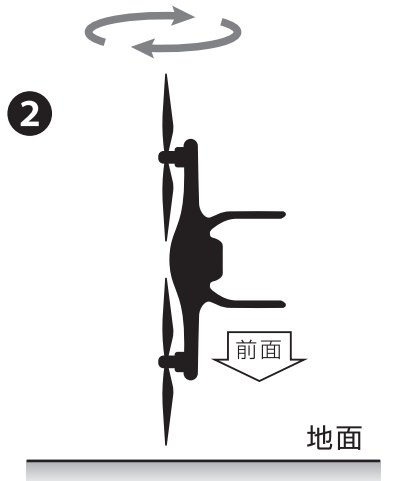
⑤スイッチを3往復しPに合わせます。LEDランプが黄色の点滅から黄色の点灯に変わり、キャリブレーションを実施します。

コンパスキャリブレーションの要領



1

機体を水平に持ち上げて、その場で1~2周体ごと回してください。LEDモジュールが緑の点滅に変わると、一度機体を置きます。



2

機体の前面を垂直に下向きにして体ごと回して下さい。この時バッテリーが外れないように注意してください。LEDモジュールが緑の点滅に変われば終了です。

(緑の点滅に変わらない場合は、FスイッチがPモードになっていないか、機体を地面に置き1分ほど待機してください。)

図 4-7

【6 緑の点滅に変わり30秒程度状態を見ます。(GPSの補足数)】

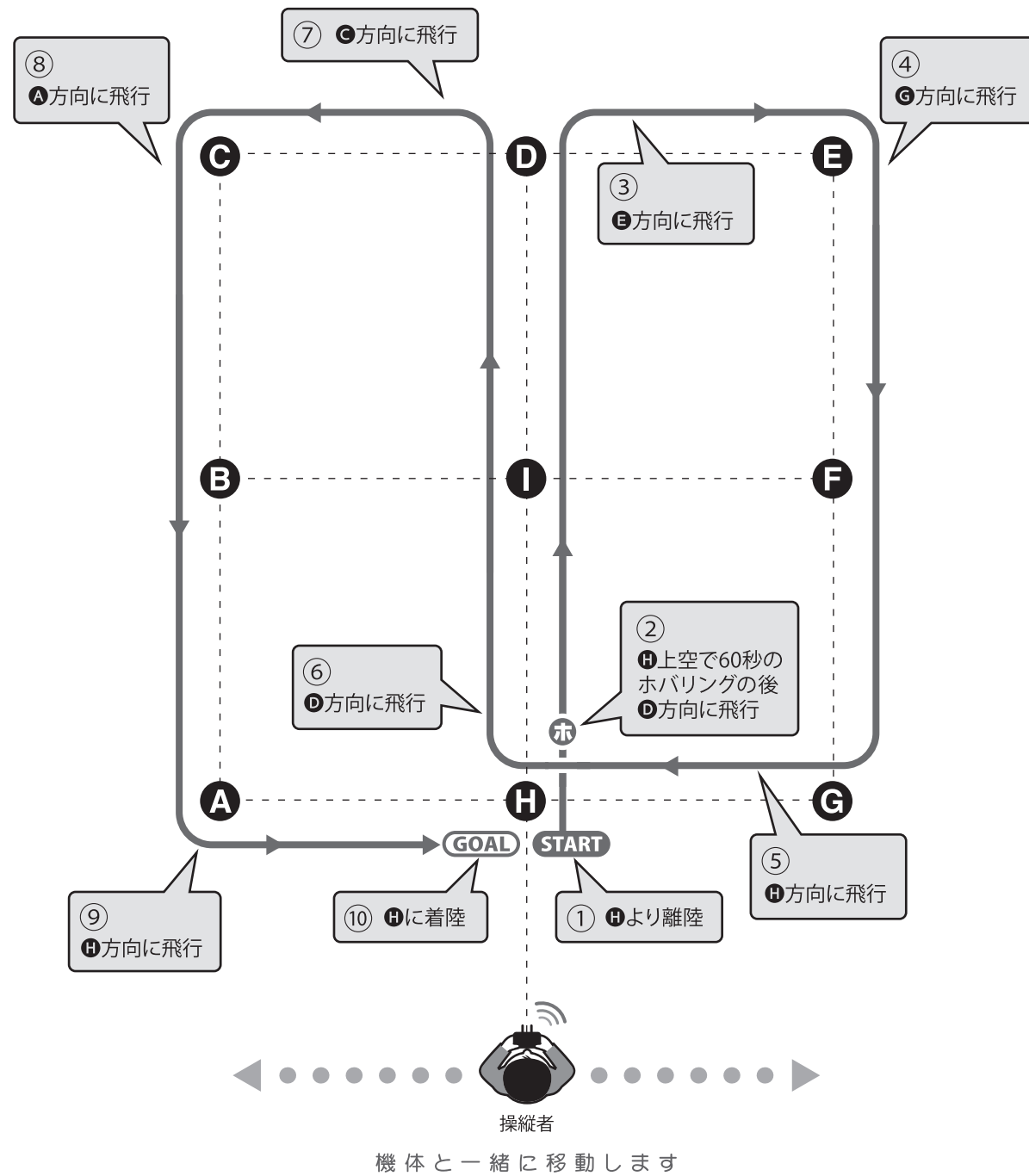
以上で、送信機と本体との接続完了です。

1 基本操縦

前進・後退・横移動

Pモード Mで操縦

高度/2m

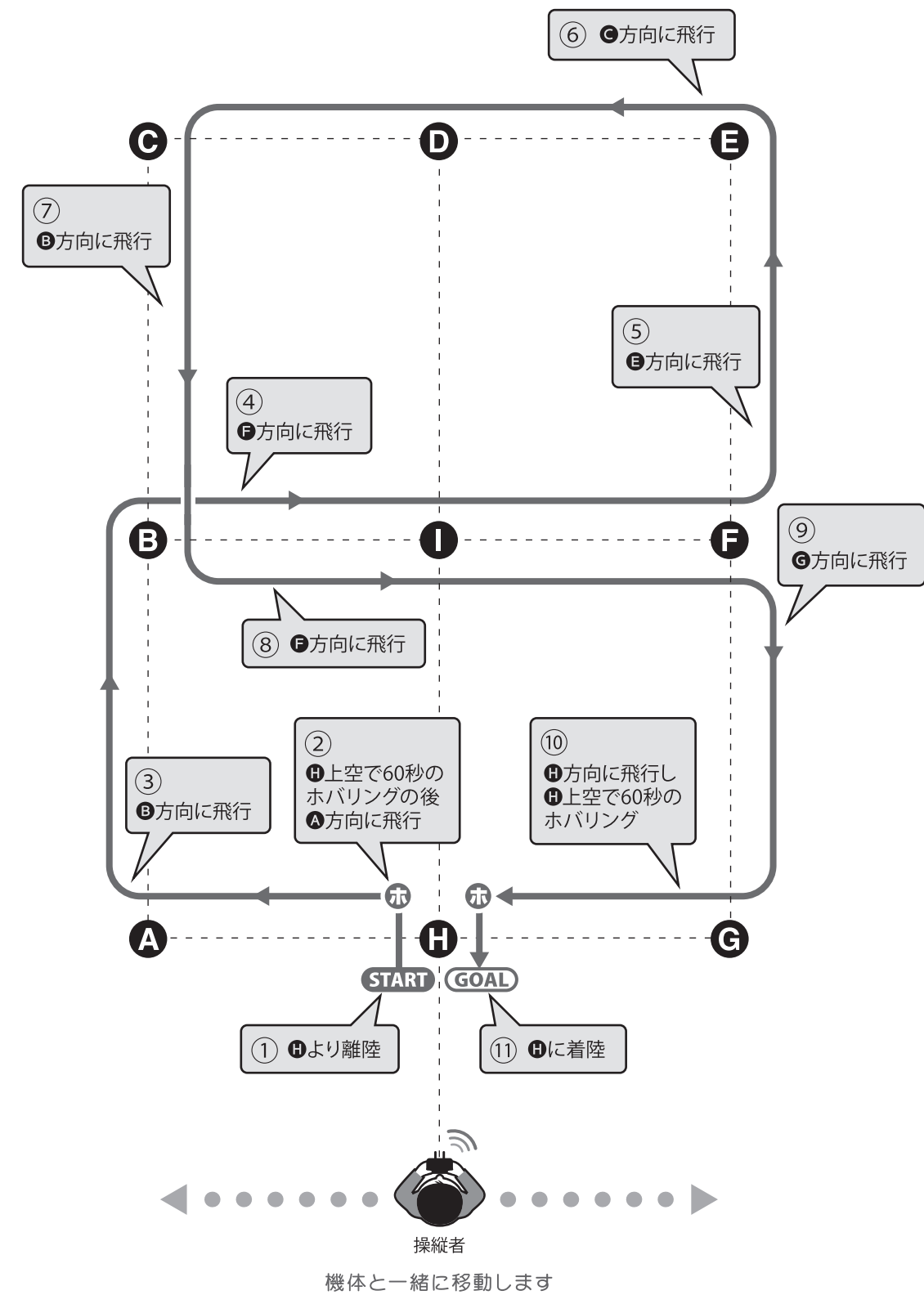


2 基本操縦

水平方向移動

Pモード Mで操縦

高度/2m



3 応用操縦《BASIC 7》

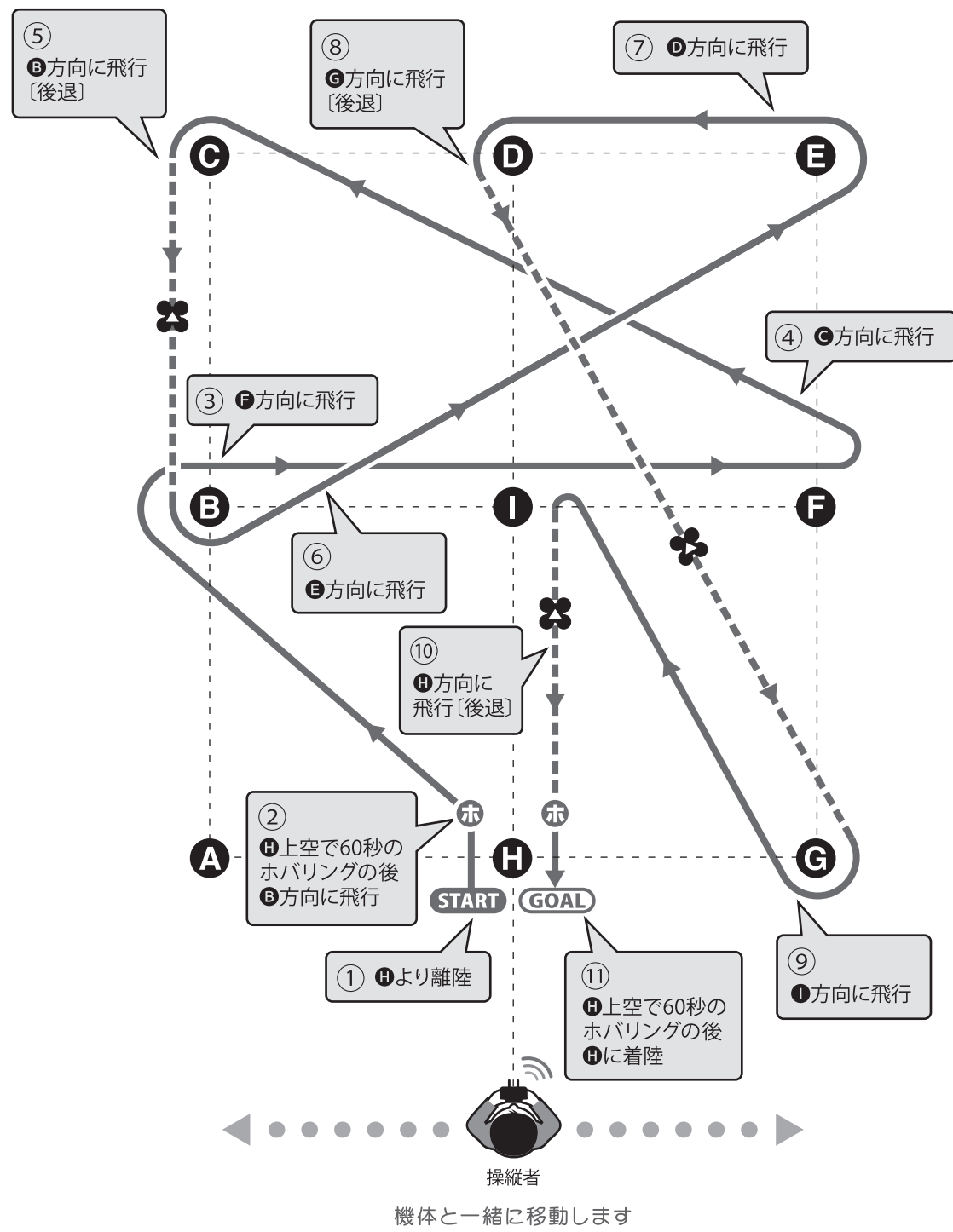
2種類の飛行を実施してもらいます。

【応用操縦 1】

離陸→①→B→F→C→B→E→D→G→I→②→着陸

Pモード Mで操縦

高度/2m

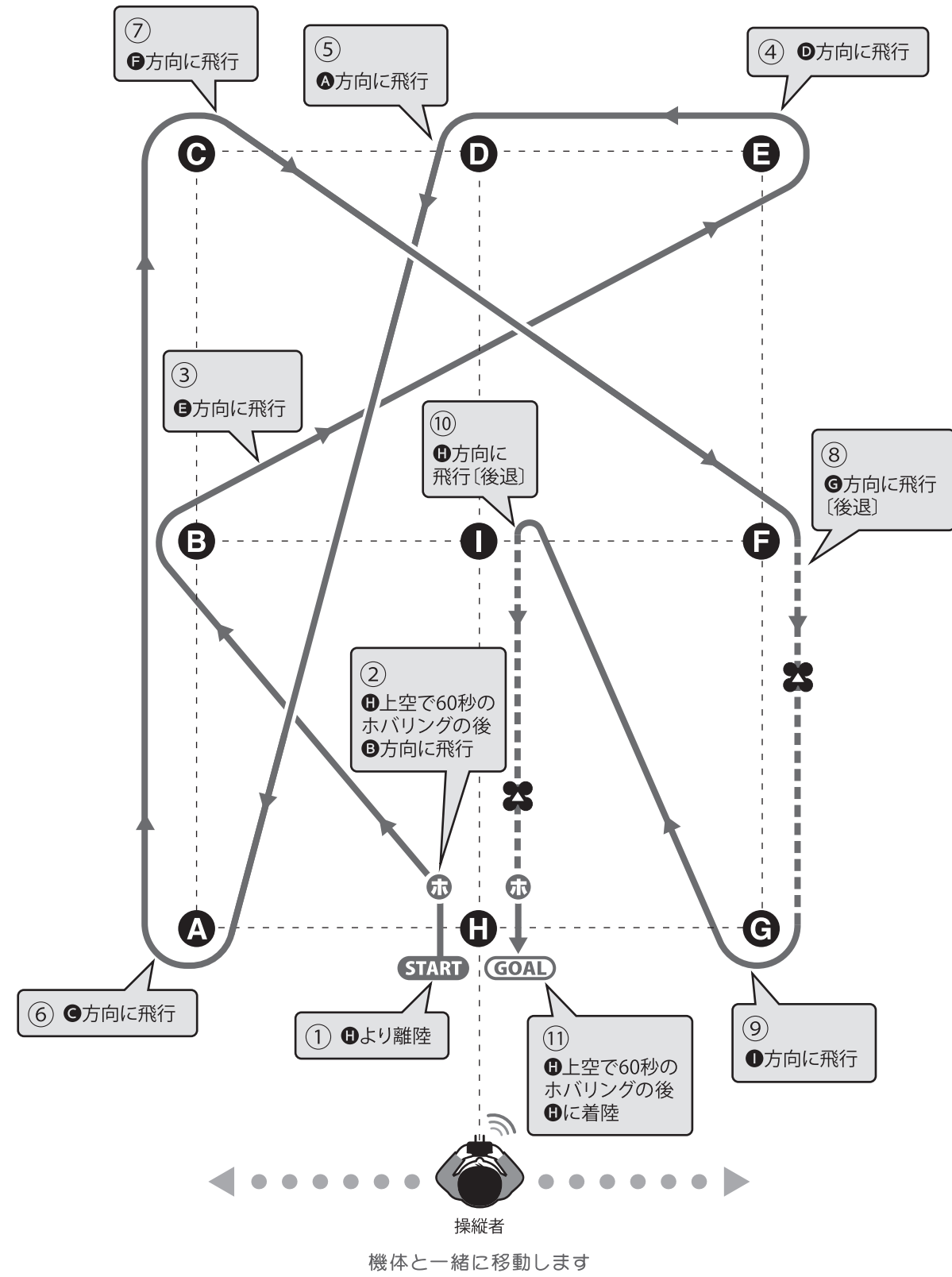


【応用操縦 2】

離陸→①→B→E→D→A→B→C→F→G→I→②→着陸

Pモード Mで操縦

高度/2m



1 実施要領

実際のほ場において、農業用ドローン(10L)で散布飛行を実施します。尚、これが実技試験になりますので、しっかりと習得して下さい。使用する農業用ドローンの操作要領及びコースは下記のとおりです。

【1 操作要領】

(ア) 送信機の説明

農業用ドローンの送信機です。(モード2で説明)

ⒶからⓂの各スイッチの説明をします。操縦に必要なですから、必ず覚えて下さい。



図 4-8

その他の機能 (フェールセーフ機能)……バッテリーの残量が少なくなると送信機がバイブレーションと音が鳴ります。又、送信機の電池残量も同様に作動します。

(イ) スwitchの説明

各Switchの名称及び機能は、以下の通りです。

スイッチ番号	名称	説明
Ⓐ	電源ON・OFF	スイッチ上でON・下にするとOFF
Ⓑ	フライトモード	Pモード … GPS・高度維持機能を使用した飛行 Aモード … 高度維持機能のみの飛行 散布モード … GPS・高度維持機能を使用した飛行
Ⓒ		本機では使用しません
Ⓓ	離陸スイッチ	手前に倒している間、機体が上昇します。
Ⓔ	散布機ON/OFF	スイッチ手前でON、スイッチ奥でOFF
Ⓕ	タイマー	スイッチ手前ONで、飛行時間・散布時間を開始します。
Ⓖ	ゴーホーム	スイッチ手前ONで、自動帰還します。 但し、高度20mまで上昇し離陸場所に帰還します。
Ⓕ	散布スイッチ	M、M+、ABモードの切り替えスイッチです。
Ⓖ	ABスイッチ	散布モードでABモード使用時のみ有効です。
Ⓙ	散布量の調整	散布量を無段階で変更できます。

図 4-9

【2 本体の準備】

(ア) バッテリーの電圧をバッテリーチェッカーで確認
バッテリーチェッカーでバッテリーの状態を確認して下さい。

(イ) バッテリーを本体に取り付けます。
バッテリーは、正しく取り付けなければなりません。

取付要領は下記のとおりです。

㊦ バッテリーをバッテリープレートに取り付け、バッテリーストラップで固定します。

㊧ プレートごと機体の後方からタンク上に置きます。

このとき、ロックレバーを手前向きにしておき、バッテリープレートのロックホールから出るようにします。

㊨ ロックレバーを奥に回し、バッテリープレートを固定します。

ロックが不完全ですと飛行中にバッテリーが落下し墜落に至る恐れがありますので
ロック後にプレートを手で引き、完全にロックしているかを確認します。



図 4-10

【3 送信機と本体との接続】

(ア) 送信機の電源を入れ、以下の事項を確認します。

㊦ スイッチ㉔・㉕・㉖・㉗がすべて奥側又は上にあるか。

㊧ スイッチ㉘・㊱は中立になっているか。

㊲ 送信機の電池容量の確認

(イ) 離陸する場所に機体を設置

㊦ 場所の選定については、平らな場所で半径5m以内に障害物がない場所。

㊧ 風向・風速を測定する。

薬剤散布は、風速3m以下で実施のこと。飛行に関しては、風速5m以下で実施のこと。

(ウ) 使用点検簿に基づき、機体の状態を点検実施

使用前点検の実施 (様式別紙第1)

(エ) 機体とバッテリーの接続

機体にバッテリーの取り付けコネクタを2本とも接続します。これが、機体のスイッチになります。

LEDランプが黄色若しくは紫色に変わるまで待ちます。

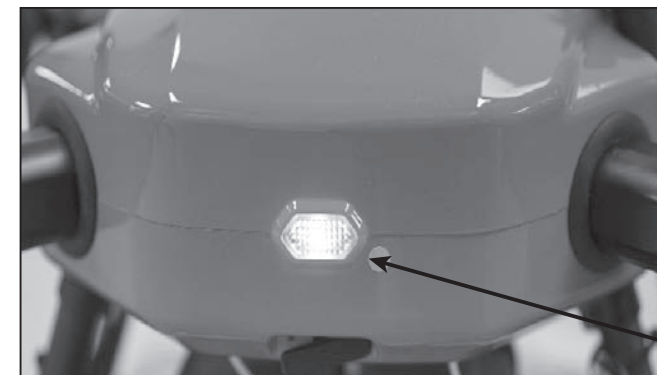


図 4-11

LEDモジュール

色: 赤 黄 緑 紫

LEDの色(4色)については、下記のとおりです。

LEDの色及び状態	機体の状態
赤 黄 緑 で交互に点滅	システムの診断テストを実施中
黄 で4回点滅	システムのウォームアップ中
緑 で4回点滅	GPS受信完了、HPの設定
緑 でゆっくり点滅	Pモード(フライト準備完了)
黄 でゆっくり点滅	Aモード
紫 でゆっくり点滅	散布モード
赤 で点灯	致命的なエラー
赤 で点滅	バッテリーの電圧低下
赤 黄 で交互に点滅	コンパスエラー / キャリブレーションが必要
赤 で4回点滅	散布モードでA地点の登録成功
緑 で4回点滅	散布モードでB地点の登録成功

図 4-12

(オ) 送信機のモニターをチェックする。

送信機と機体の接続確認

テレメトリーの確認(左ボタンを押す)

(カ) フライトモードスイッチ(ⓐスイッチ)を素早く数回往復する。

ⓐスイッチを数回往復しPに合わせます。LEDランプが黄色の点滅から黄色の点灯に変わり、キャリブレーションを実施します。尚、キャリブレーションの要領は、5キロ用を参照して下さい。

(キ) 緑の点滅に変わり30秒程度状態を見ます。(GPSの補足数)

(ク) 送信機と本体の接続が完了です。

【4 離 陸】

(ア) 送信機の⑩スイッチは必ずPモードを選択・確認。

(イ) 農薬をタンクに投入する。

クリックリリース排気弁は、ボタ落ち防止ノズルを使用しているためパイプ内の気圧を逃さないためポンプが送り出さない為、排気弁を開くとパイプ内の空気等がタンクに戻る仕組みになっています。

1) 通常の状態

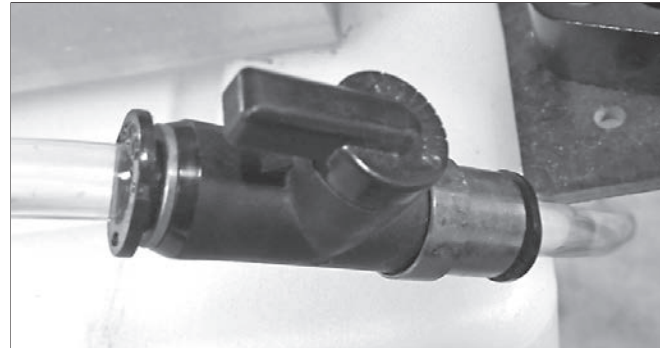


図 4-13

2) 排気弁を開いて空気を逃す

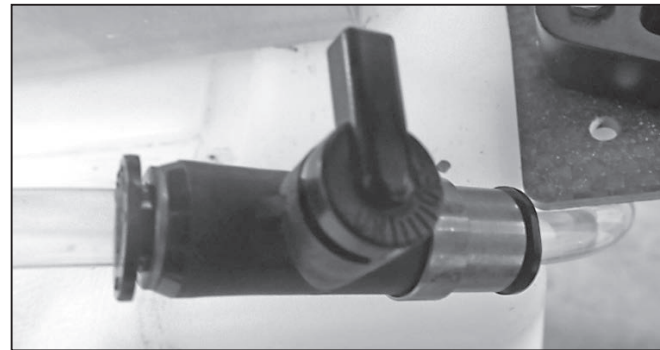


図 4-14

〈エア抜きの仕方〉

- 1 排気弁を開きます。
- 2 送信機の⑩スイッチをONにします。
- 3 ポンプ内の液体が送り出したら⑩スイッチをOFFにします。
- 4 排気弁を閉めて下さい。

(ウ) 操縦士は機体から5m以上確保し、周囲に障害物がないか確認

(エ) 送信機によりモーターを始動し、離陸する。

【5 液状散布装置の操作要領】

離陸し散布位置でホバリングしJスイッチで散布量を調整して⑩スイッチをONにし、散布を開始し液体がなくなるとOFFにします。

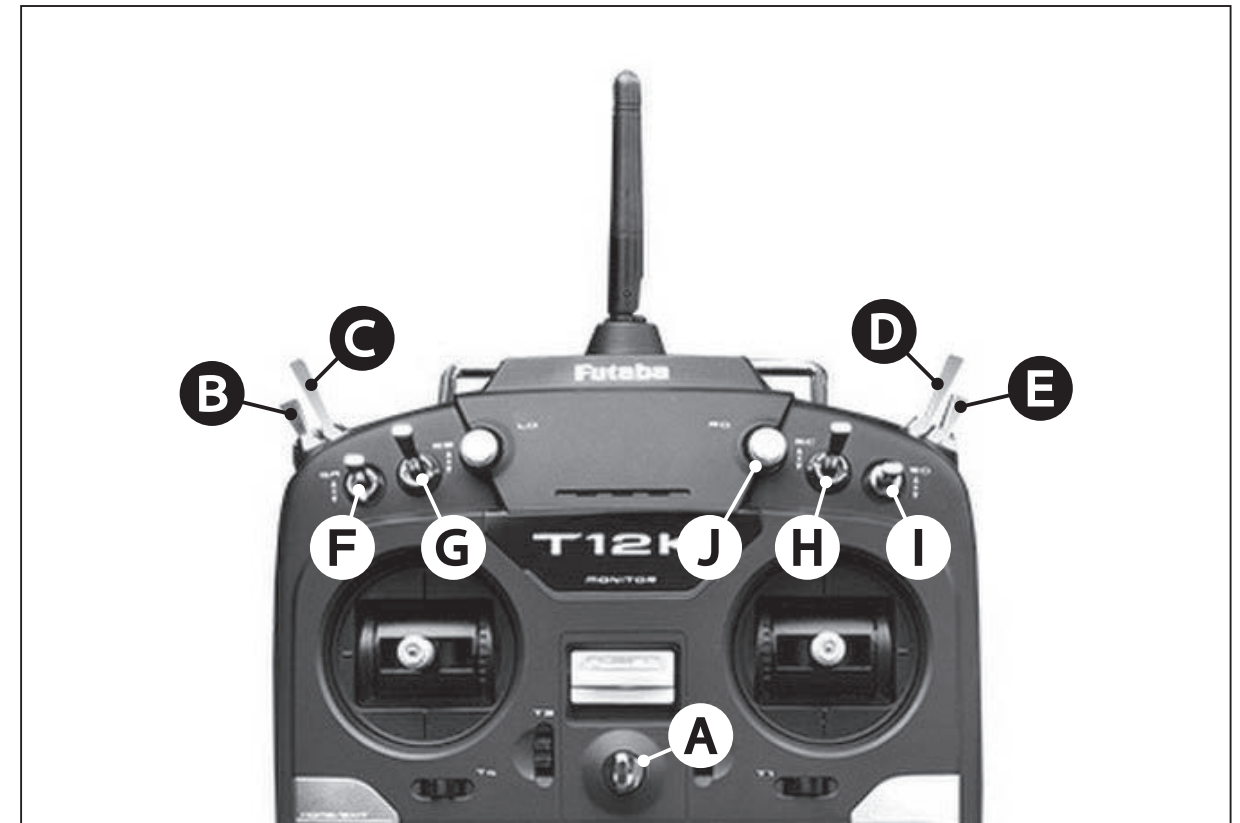


図 4-15

【6 自動散布飛行の操作方法】

- 1 PモードでA地点へ飛行し散布高度に調整して機体を安定させる。
- 2 ⑩スイッチを散布モードに選択して、⑨スイッチがMを選択しているか確認する。
- 3 ①スイッチをAに倒します。LEDモジュールが赤の点滅になります
- 4 赤の点滅が終わるとB地点に移動します。B地点に到着する①スイッチをBに倒して下さい。この時LEDモジュールが緑の点滅を始めます。これで自立飛行モードの完了です。
- 5 右スティックを右に倒せばその地点から右側を自動散布します。左に倒せば左側を自動散布します。

文部科学省委託事業
令和2年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
学びのセーフティネット機能の充実強化
高等専修学校と外部とのネットワーク化の推進
『地方都市で学ぶ高等専修学校生の経済的自立を支援する
地域ネットワークシステムの構築』

高等専修学校版ドローン操縦士養成
農業用ドローン操縦技能教習テキスト
-高等専修学校版ドローン操縦士養成カリキュラム準拠-

学校法人大岡学園 大岡学園高等専修学校
令和3年2月

連絡先：〒668-0065 兵庫県豊岡市戸牧500
学校法人大岡学園 大岡学園高等専修学校
TEL：0796-22-3786
FAX：0796-24-2282

●本書の内容を無断で転記、記載することは禁じます

本テキストは、文部科学省の生涯学習振興事業委託費による委託事業として、
学校法人大岡学園 大岡学園高等専修学校が実施した令和2年度「専修学校による
地域産業中核的人材養成事業」の成果をとりまとめたものです。