

会場からの質問	1対20がビジネスとして実現するだろうという話があるが、現在の1対3や1対10等から、1対20を実現するためには何が必要になるか。
---------	---

➤ **PwCコンサルティング 杉原 回答**

1対20は物流（1配送500円程度）を想定したものである。1対20を実現する環境を整備するには、いくつかの要素がある。一つは、ADS-B等の手段を活用し、無人機側が有人機体を回避できる体制を整備すること。もう一つは、無人機や障害物に対しても、機体側もしくは地上側でリスクを回避できるよう、DAAを装備すること。そして、運航中アラートを見逃すことによるリスクの上昇や事故の発生を防げるよう、オペレータ側で訓練等の育成体制を敷く取り組みが、1対20を目指す上で必要となってくる。

➤ **イームズロボティクス 曾谷様 ご回答**

ハード面で言えば、例えば1対20の機体において、各々ルートが離れた遠距離で飛ばすという意味ではそれほど難しくないと考えている。ただし、運用面では、20台を飛ばしている中で5台のトラブルが発生した場合、いかに迅速に対応できるかということが課題であり、そういった点を人で行うのはかなり難しく、システムで対応していく必要がある。また、20台が密集したところで飛ばす場合は、電波干渉のような問題が発生するため、まだまだ検証が必要であると感じている。

会場からの質問	採算性について、今回使用されているドローンはバッテリーで、飛行時間が20分や30分を前提にして試算されているのか、もしくは、長時間飛行可能な機体があればより採算性は良くなるのではないかと思うが、その辺りの前提条件をご教示いただきたい。
---------	---

➤ **PwCコンサルティング 杉原 回答**

今回の試算では、アメリカで現在1対多を行っている、電池が100%で30分程度の飛行を繰り返すような機体を想定して試算を行っている。おっしゃるとおり、長距離飛行が可能な機体が出てくれば、電池交換等の稼働停止時間もなくなり、長距離配送が可能となるため、事業としてはより成立しやすくなるだろう。

オンラインからの質問	1対多運航の緊急時対応について、下記の二つのケースにおいて操縦者はどのように対応するのか。 (1) 目視外飛行において、目標地点への着陸時に着陸地点の位置ずれが発生した場合。 (2) 複数機同時に機体の不意な故障が発生し、その場に着陸しなければならなくなった場合。
------------	--

➤ **PwCコンサルティング 杉原 回答**

海外で BVLOS Exemption を取得して運航している機体の例では、(1) の着陸地点がずれた場合、配送用ドローンの下方に付いているカメラ（人かどうかの判断ではなく、地表が平坦かどうかを判断するカメラ）を用いて、平らな場所を探して降りる（GPS の誤差等で数メートルずれたとしても）、もしくはそこが平坦でなければアラートを上げるか戻るかをする設定を行うのが一つの手段である。(2) の不意な着陸をしなければいけない場合も、そのカメラを使用して平坦な場所を探す設定を行うか、それができない場合は、最終的にはパラシュートを使用する。緊急着陸等の制御まで不能となった場合には、冗長性によってまだ使用可能な機能（センサ、モータ等）を使用して、墜落時のスピードを減速させ、地上への影響を軽減する、機体自体を発泡スチロールのような素材で覆うことで衝突時のリスクを軽減するといった手段があり得る。

➤ **日本航空 秦野様 ご回答**

発表内でもあった秩父での実証例で話をさせていただく。まず(1)の着陸地点の位置ずれに関して、PRODRONE 様の機体には下方カメラが付いており、そのカメラの画像情報をもとに位置修正をする操作を行い、着陸をするといった対応を取っている。基本的に着陸はプログラムフライトで自動的に行っているが、位置ずれを認識した瞬間にそのプログラムフライトを中断し、手動で着陸パッドの直上に来るように操作し、位置ずれの修正ができた後に、またプログラムのオートランディングモードに戻すことが可能な機能を、KDDI 様の FOS システムには組み込んでいただいているため、その機能を用いて当初予定していた位置に着陸可能な体制を取っている。また、(2)の不意な故障が発生し、その場で着陸することになった場合、大前提として、KDDI コンソーシアムの中では運航用のオペレーションマニュアルを設定している。そのマニュアルの中に、緊急時操作として様々な緊急時のパターンを想定してあらかじめ設定しており、基本的にはそれに基づいて対処するポリシーを定めている。不意な故障にも様々なレベルや条件の内容があると思うが、目的地に到達できる場合、あるいは設備が整った場所に着陸できるような故障の場合は、基本的にはそちらを目指すよう努力をする。またそれができない場合は、事前設定していた緊急退避ポイントや緊急退避の着陸場所を目指すということを段階分けして設定している。万が一それもできない場合は、大前提の方針ポリシーのようなものを決めており、例えば、人家と山間部のようなエリアがあるならば山間部エリアを目指して緊急着陸の操作をするといった段階的な対応設定で飛行しているのが弊社のオペレーションの内容である。

オンラインからの質問

1 対多運用システムの課題に関してもよく考えられていると感じたが、例えば想定可能なトラブルを予想し、管理に AI 活用等は考えていないのか。

➤ **PwC コンサルティング 杉原 回答**

把握している限りでは、運航そのものへの AI 活用はまだ行っていない。理由としては、AI を使用した運航をする際の安全性証明を行うことが難しく、評価する

側も審査基準がほぼないためである。時間を要さず運航を開始するために、現在は使用していないものと考えられる。ただし、下方カメラなどの運航に直接関係しない部分については、画像解析等で一部 AI が使用されているとは聞いている。

オンラインからの質問	<p>高度差によるドローンの衝突回避は想定されないのか。</p> <p>1 対多運航の密集時の回避の際に、デモ・シミュレーションでは水平方向での回避であったが、鉛直方向での回避やホバリングによる回避については検討されているか。</p>
------------	---

➤ **イームズロボティクス 曾谷様 ご回答**

回避方法については、高度を変えての回避も今年度の項目として検討はしている。現在は回り込むような形の回避だが、横にずれた場合は避けた先に何かがあるというリスクもあるため、上下に避けるという方法も考えていくが、高低差は GPS によりずれが出てくる場合があり、その辺りを踏まえた検証を行っていきたいと考えている。

また、一旦ホバリングをして近接してくる機体の挙動を確認し、回避行動をとるかそのままホバリングするかの判定をする方法も検討している。特に着陸地点付近で近接した場合は、回避行動をとらずホバリングしたほうが安全な場合があると考えている。

オンラインからの質問	鉛直方向での差分について、GCS での表示はどのようになるのか。
------------	----------------------------------

➤ **楽天グループ 田宮様 ご回答**

今回 3 機体で実証を行ったが、安全面を考慮して、ルートの高さを分けて実施した。高度の表示方法は、3D ではなく GCS 上に数字で見える形であり、それを見て高度が近くないかどうかを確認していた。

※シンポジウム内で回答できなかった質問

オンラインからの質問	<p>イームズロボティクス様に 2 点ほど伺う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自律衝突回避のエリアを制限することは可能か。 ・同じく、上下方向への回避は可能か。 <p>いずれも周囲がビルに囲まれた環境などを想像しているか。</p>
------------	---

➤ **イームズロボティクス 曾谷様 ご回答**

- ・ 回避エリアの設定は可能である。

- ・ 上下方向への回避も可能だが上下移動はぶれが生じやすいため、注意が必要と考えている。
- ・ 離発着地点については、将来的にはビルに囲まれた場所も想定していく。着陸地点での衝突回避は、本シンポジウムの発表においてシミュレーションでお見せしたような順番待ちや、ホバリングでの待機をする方が安全だと考える。また、そのような離発着地点の場合のフライトルートは、ビル風を避けるため出来る限りビルの上を飛ぶ方が安全だと考えている。

オンラインからの質問	レベル 3/3.5 飛行において、離着陸地点で通信途絶が発生した場合の安全対策について想定されていることはあるか。
------------	---

➤ **PwC コンサルティング 岡澤 回答**

地上にプロポを持ち手動操作介入を行うための人員を配置する場合と、配置しない場合が存在する。1対多運航ではコスト削減の観点から後者の配置しない運用を目指す場合が多い。

配置しない場合、通信途絶が発生した際の安全対策について、追加の操縦命令を送信することが不可であることから、予め対応を定義し、プログラムしておくことが必要となる。

あらかじめ定義しておく内容としては、次の4つの選択肢があることを国内事業者からヒアリングしている。

- ・ 飛行継続
- ・ その場での緊急着陸
- ・ リターントゥホーム
- ・ ホバリング待機

国内事業者は上記を状況によって使い分けており、通信途絶の場合は当初の予定通り飛行継続を行うよう設定している企業も存在する。

理由としては、機体位置の移動により通信途絶が回復することが多く、リターントゥホームやその場での緊急着陸という他の動作に切り替えるよりも相対的にリスクが低いことが挙げられている。

ホバリングについては、通信が改善しない場合バッテリーを消耗するのみであるため、状況が悪化する可能性が高く、採用することは考えにくいとヒアリングしている。

今回質問いただいた離着陸地点については、その場での緊急着陸に移行するリスクは低いと予期されるため、事業者の判断でその選択肢を取ることは考えられる。

今後社会実装が進みより複雑な状況での運航を行う場合には、通信途絶が発生しないよう複数系統の通信手段を搭載するなど、冗長化を持たせた設計が求められるほか、万一の場合に備え機体側の判断でパラシュート等の衝撃緩和策を発動させる機構や、衝撃を緩和する機体形状や素材を用いた機体設計といった対策が考えられる。

➤ **イームズロボティクス 曾谷様 ご回答**

レベル 3/3.5 であっても離着陸地点にはプロポを持ったオペレータがいる運用を前提としているため、通信途絶があった場合はマニュアルに切り替えての着陸を想定している。

➤ **楽天グループ 田宮様 ご回答**

弊社が使用している機体は、一定時間通信が途絶した場合に自動でフェールセーフが発動する仕様である。

事前に緊急時の着陸地点を離着陸地点付近にも設定しておくことで、通信が途絶した場合でも安全に着陸できるよう、安全対策を構築している。

➤ **KDDI 岩本様 ご回答**

通信途絶時の対策として、「ホバリング」「ホームポイントへ帰還」「退避ポイントへ移動」の3つの回避策をシステムで事前に設定しておき、通信が途絶した際は設定した内容に沿って自動で機体を制御することで、安全な運航を実現している。

離着陸地点付近においても同様に、上記アルゴリズムによって自動でいずれかの回避策を実行する。