

# ドローン配送への期待

総合研究奨励会

中村裕子

# 物流のドローン活用が期待される背景

- **ドローン（あるいは自動化、自律化技術）という新技術が現場を変える純粋な期待と、物流業界の課題の両面から利用が期待されている：**
  - E-commerceの拡大：2010年の5720億ドルから2019年末には約3兆5000億ドルと、10年間で6倍に成長
    - 顧客は、より早く、柔軟で、低コストな配送サービスに期待。
  - ラストワンマイル問題（積荷の量的/質的变化や労働力確保・疎となる地域の生産性など）
    - 交通渋滞や駐車場の制限、について、新たな配送手段を期待。
    - また2024年問題など労働力不足と疎となる地域への配送について、自動化・遠隔化技術への期待。
  - パンデミック
    - 非接触な配送が求められるように
  - 脱炭素化
    - 配送の電動化、あるいは渋滞の回避や抑制として新たな配送手段を期待

# 物流のドローン活用が期待される背景

## ・世界のドローン物流サービス例：

- Amazon Prime Air
  - ドローンの物流への応用の先駆け（会社によるドローン配送の構想の発表は2013年）。
  - 2022年11月に発表したMK-30という機体は、5ポンドまでの荷物を注文から1時間以内に配送できるコンセプト
  - サービスの実証はカリフォルニア州やテキサス州など
- UPS Flight Forward(UPS FF)
  - Standard Operatorという制限のない航空運送事業認定を2019年9月に。（この認定は、後に紹介するAlphabet傘下のWingに2019年4月に与えられたのが初めてのもののだが、Single Pilotという機体や運航面で一定の制限を含むものであった。）
  - 2019年に開始したドローン配送サービスでは、病院や医療センターに医療品など緊急性の高いものを配送
  - Matternet M2ドローンを使って、このドローンは、最大5ポンドの重さの荷物を運ぶことができ、1回の充電で最大12.5マイルを移動することができる。

# 物流のドローン活用が期待される背景

## ・世界のドローン物流サービス例：

- Wing
  - 日常的に数百万個の荷物を運ぶ自動化された物流システムの一部として、人々の荷物を届けることを目指す。
  - 2012年に前身となるプロジェクト開始して以来、300000以上の飛行を積み重ねている。
  - バージニア州やテキサス州など米国内だけでなく、オーストラリアのキャンベラ、フィンランドのヘルシンキ、アイルランドのラスクなど世界にも拠点
  - 2022年11月に、運航する空域内での有人航空機との衝突を防止するために継続的な補助者による監視など様々な条件を前提に、目視外飛行・第三者上空だけでなく、1操縦者による20機までの同時運航を認めるwaiverをFAAより取得している。
- Manna Aero（アイルランド）
  - 2020年に、地元のレストランや食料品店と提携して3分以内に食事などをお客様に届けるコンセプトでサービスを展開。
  - 時速80kmで1時間に7-8件の配送を行い、アイルランドの複数の場所で1日に数千件、これまでに10万件以上のドローン配送を完了させている。

# 物流のドローン活用が期待される背景

↓ 多くの場合が1:1 ↓ 多くの場合が2~5kg程度

主要企業	UAVプロバイダー	Part 135 Exemption	主要企業がIPPかどうか	UAVプロバイダーがIPPかどうか	Part 107.35 (multiple)のwaiver	国と運用のタイプ	UAVモデル	最大ペイロード (kg)	コンセプト発表年	ターゲットとなる地域
MatterNet	MatterNet		○	○		スイス・USA	M2	2	2020	郊外、都市
Zipline	Zipline		○	○	○	ルワンダ・USA	Sparrow	1.8	2018	田舎、郊外
Flytrex	Flytrex		○	○		アイスランド	Flytrex UAV	3	2020	田舎、郊外
Flytrex	Flytrex		○	○	○	USA	Eagle	0	2019	郊外
Walmart	Flytrex			○		USA	DJI Matrice 6	3	2020	郊外
Walmart	Zipline			○		USA	Sparrow	1.8	2020	田舎、郊外
UPS-Flight Forwarder	MatterNet	○ (IPP)	○	○		USA	M2	2	2020	郊外
UPS-Flight Forwarder	Wingcopter	○ (IPP)	○			USA	Wingcopter 1	6	2020	田舎
UPS-Flight Forwarder	Workhorse	○ (IPP)	○			USA	HorseFly		2017	田舎
Wing	Wing	○ (IPP)	○	○	○	オーストラリア	Hummingbird	1.5	2020	田舎、郊外
Amazon	Amazon Prime Air	○ (PSP)				USA	MK27	2.3	2019	田舎、郊外
Amazon	Amazon Prime Air	○ (PSP)				USA			2015	田舎、郊外
UberEats	Uber Elevate		○	○		USA			2019	
UberEats	Uber & ModalAI		○	○		USA			2019	都市
FedEx	Wing		○	○		USA	Hummingbird	1.5	2020	田舎、郊外
Airbus	Airbus		○	○		Singapore	Airbus SN1 C	4	2018	都市
Airbus	Airbus		○	○		Singapore	Airbus SN1 C	4	2019	都市、海洋
University of Houston	Skyfront		○			USA	Skyfront Peri	4	2019	海洋
Bell Flight	Bell Flight		○	○		USA	UAV Delivery	31.8	2020	
UAV Delivery	UAV Delivery Canada					USA	Sparrow	4.5	2020	田舎、郊外
DHL	Ehang					台湾	Ehang Falcor	5	2019	都市
DHL	DHL					ドイツ	Parcelcopter	2	2016	田舎
DHL	Wingcopter					タンザニア	Prcelcopter 4	4.4	2018	田舎
BLKTATU	BLKTATU					オーストラリア			2015	都市

# 物流のドローン活用が直面する課題

採算性（運用の効率性等を含む）

- 省人化とはまだ程遠い：現在人件費が大半、さらに人が集まらない状況もある。1パイロット複数運航が必要と考えられる所以だが、技術の信頼性や1対多の運航管理に必要な人の能力など、技術開発がまだ必要。さらに、高度自律の実現が必ずしも現在の人中心のサービスより安価になるとも限らない。
- 物流に最適な機体とは：1フライトあたりの輸送量と就航率を鑑みて、機体の大型化も必要。
- 早く柔軟にもものを届けるには機体技術だけではない：地上のインフラ維持と比べて安価な場合があるが、通信インフラ整備などドローンの安全運航・就航率の向上に向けて新たな投資が必要。誰がそのコストを負担していくのか。

社会的支持の得られる体制の構築

# 物流のドローン活用が直面する課題

採算性（運用の効率性等を含む）

社会的支持の得られる体制の構築

- 安全性・セキュリティ
  - 地上および空中のリスクを正確に捉え、十分な安全確保をとるのが大前提
  - ハッキングやジャミング、悪用などに対して備える必要も。
- 確実性（災害時を含む）
  - 一般に物流は止めるべきではない。一方、ドローンは、天候に左右される。
  - ある調査では、注文したものがちゃんと届くのかに不安を示している。
- 生活利益侵害（騒音やプライバシー）
  - 日用品輸送が万人の支援を受け入れられるわけではない 等

# 安全性

## 改正航空法施行

- 2022年12月より改正航空法が施行された。（6月からは登録制度）
- レベル4実現に向けた制度整備/許可・承認の合理化・簡略化が主な目的
  - 機体認証（レベル4：必須、その他：取得することで簡略化/ライセンスも合わせてもてば、レベル3の一部は手続き不要で飛行可能）：
    - ✓ 第一種型式認証・第一種機体認証（カテゴリーⅢ飛行）
    - ✓ 第二種型式認証・第二種機体認証（カテゴリーⅡ飛行）
  - 無人航空機操縦者技能証明（レベル4：必須、その他：取得することで簡略化/型式認証機の運用で、レベル3の一部は手続き不要で飛行可能に）：
    - ✓ 一等無人航空機操縦士（カテゴリーⅢ飛行）
    - ✓ 二等無人航空機操縦士（カテゴリーⅡ飛行）
  - 運航ルールの整備：
    - ✓ 飛行計画の通報
    - ✓ 飛行日誌（飛行記録、日常点検記録、点検整備記録）の作成
    - ✓ インシデント発生時の対応（報告、負傷者の救護義務等）

ドローンの安全運航(どのレベルでも)：  
機体 \* 操縦士 \* 組織としての安全確保

リスクを事前に検証

リスクを分析

(レベルに関  
わらず)リスク  
を評価し適切  
な安全確保措  
置をとる手順  
のガイドライン  
の必要性

レベル4では許可  
取得に際して適切  
さの表示が必要  
に。

国土交通省航空局標準マニュアル②(令和4年6月20日版)

本マニュアルについて

本マニュアルは、航空法に基づく許可及び承認を受け、無人航空機を操縦する者（操縦者）が、無人航空機の安全な飛行を確保するために必要な事項を記載するものである。

本マニュアルに記載される内容は、無人航空機の安全な飛行を確保するためにも必要と考えられるものであり、操縦者は、本マニュアルの遵守に加えて、無人航空機の性能及び状態を十分に理解し、飛行の方法及び場所に応じて生じるおそれのあるリスクを事前に検証した上で、追加的な安全上の措置を講ずる必要がある。安全に万全を期さなければならない。

### 3. 目視外補助者無し飛行

目視外飛行を補助者無しで行うためには、少なくとも2. に示す補助者の役割を機体、地上設備等が果たす必要がある。一方で、現在の無人航空機の機体、地上設備等はレベル4では補助者の役割を完全に担うことが困難なことから、当面は目視外飛行場所や使用する機体について、(1)①及び②の要件を付す。なお、幹線道路下及びその周辺の住民及び関係者の了解を得ることが望ましい。

また、運航にあたっては当該要件に関わらず、運航者自身が飛行方法に応じたリスクを分析し安全対策を講じることが重要である。

#### (1) 全般的要件

##### ① 飛行させる場所

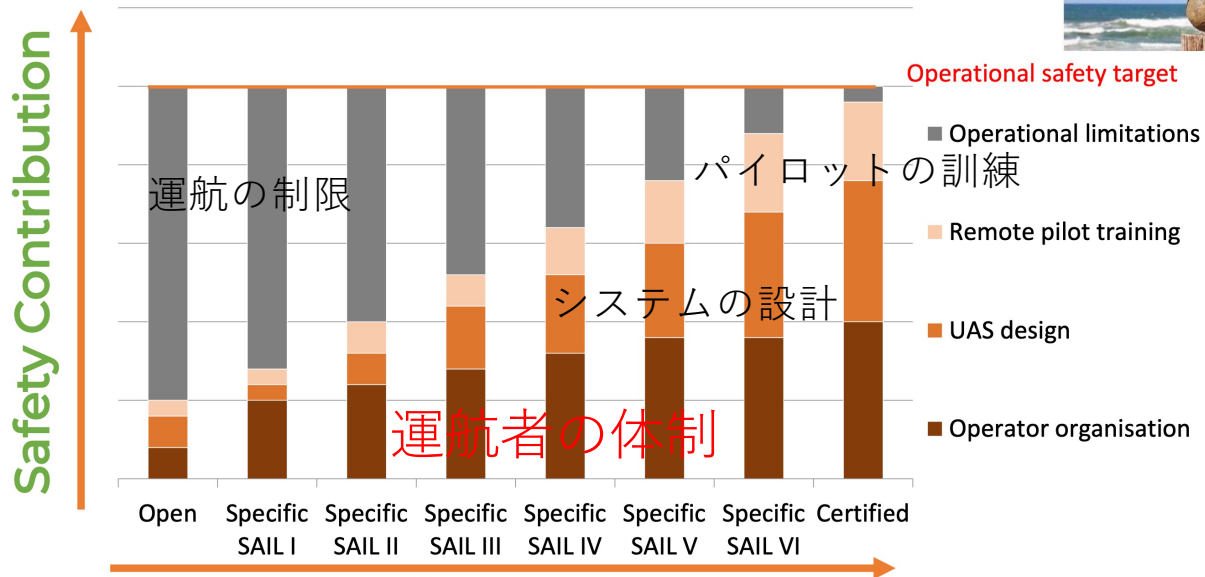
・飛行させる場所は第三者が存在する可能性が低い場所（(2)により設定する第三者の立入りを管理する範囲（以下「立入管理区域」という。）がこれに該当すること。）とする。ただし、飛行経路を設定する上でやむを得ない場合であって、幹線道路・鉄道や都市部以外の交通量が少ない



# 安全性

## SORAにおける安全への寄与とリスクレベルの関係

### Ensuring safe operations

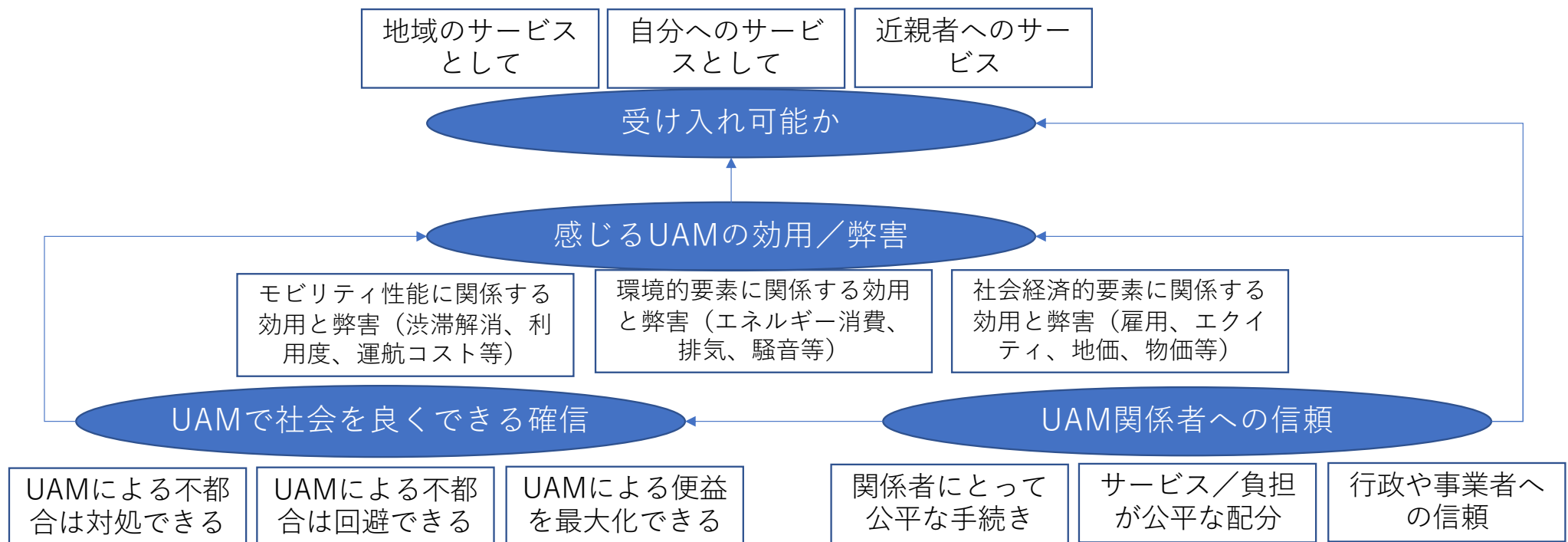


### Intrinsic Risk of Operation

Please note: the chart is only illustrative of the simplified concept, the length of the bars does not represent the actual contribution

# 社会受容性

## 地域によって適性が異なる

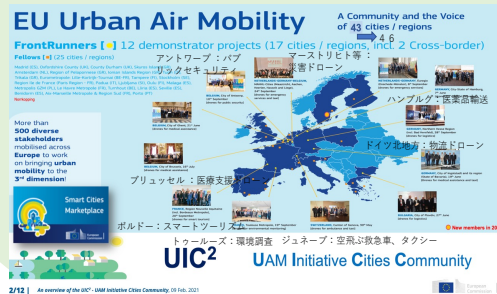


# 社会受容性

# 住民中心のイノベーションの取り込みへ →自治体ネットワーク



- 欧州では、2017年に自治体イニシアティブ（JUTMは2021年より連携協定）を設立。
- **技術中心**であることが多いドローンを含むUAMに関する議論に、都市や地域の視点を提供。
- 欧州の官民協議会やNEDOプロのようなものへの参画し、欧州の法令にその活動の成果が。
- 技術、責任、安全性、セキュリティ、規制まで、自治体によるさまざまなトピックについて、**共に学び、共に議論**。
- 都市自体が、他モードの交通輸送手段との総合的な施策として、ドローンやUAMに対応できることを目指している。



- ドローンや空飛ぶクルマの社会実装に向けて、自治体の役割や権限、必要な知識、地域や市民に利益がある施策を考える機能をJapan Drone 2021にて提案
  - 自治体間で知見を共有し、課題を可視化し、対策を検討するネットワークをJUTM内に9月設立
    - 福島県、大分県、長崎県、富山県、兵庫県、三重県、埼玉県、長野県、東京都、北海道
  - 定期的なミーティングの他、シンポジウムや書籍の発行をこれまで行う。



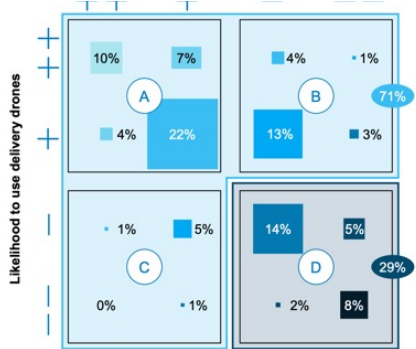
# ドローン配送への期待

- ドローン配送は必要か
- 地上の交通より優れた点は
- 安定したフライトのためのインフラ整備は

- 災害対応、時間短縮などの効果
- (交通) 選択肢の増加
- 自動化への興味 (先端的な街イメージ)
- 地域での雇用の創出
- 地域での経済活性化

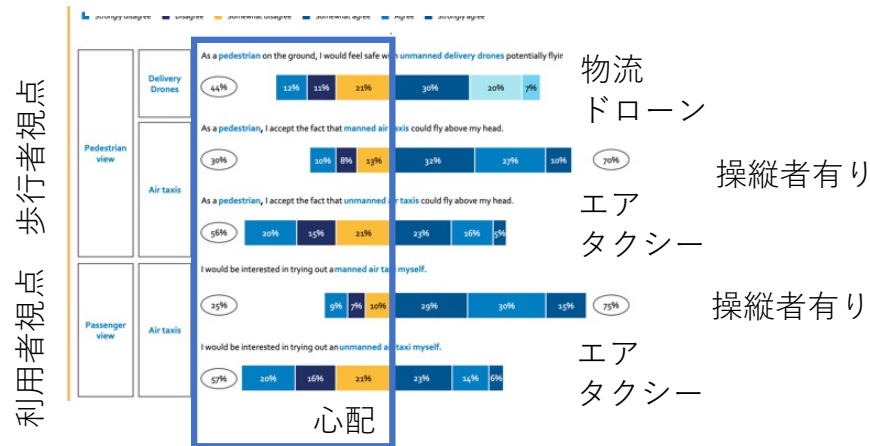
- 騒音
- 安全性 (地上)
- プライバシー
- 視覚公害 (空の渋滞含む)
- 環境への影響
- Vertiportと周囲の関係
- 価格/税金の支出
- 失業の心配
- 適切でない利用
- セキュリティ懸念
- 自分に関するデータ流出
- 倫理

エアタクシー利用への期待



欧州では29%が  
“利用しない”

上空を飛んだらどう思うか



物流  
ドローン  
操縦者有り  
エア  
タクシー  
操縦者有り  
エア  
タクシー

心配