

茨城県における物流の今後に向けた取り組み② 県内自治体と民間企業によるロボット配送の実証事業

筑波総研株式会社 主任研究員 山田浩司

前号では、物流の現状と課題について整理し、こうした課題の解決策としてドローンや自動配送ロボット、貨客混載などについて紹介した。今号以降は、県内の自治体や企業による取り組み事例を紹介していきたい。

ロボット配送の現状と課題

2023年12月、ドローンで飛行「レベル3.5」が導入

ドローンは、人が搭乗できない航空機のうち、遠隔操作・自動操作ができるものを指し、100グラム以上の機体は航空法上で「無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle、UAV）」に分類される。

ドローンには用途によって多種多様な機種が存在するものの、代表的な機種は複数の回転翼が付いたマルチコプタータイプであり、回転翼がバランス良く回転調整することで前後・左右・上下に安定飛行ができ、滑走路を必要とせずに垂直離発着ができる。そのため、上空を飛行しながら限られた敷地内に荷物を運ぶことが可能であり、トラックなどに代わる荷物の配送や災害時の救援物資の配送などでの活躍が期待されている。

ドローンを飛行させる際には、特定の飛行空域（空港周辺、150メートル以上の上空、人・家屋などの密集地域など）や飛行方法（日中での飛行、目視の範囲内での飛行、距離を確保した飛行など）に該当する場合は、原則として許可・承認が必要となる。国土交通省によれば、ドローンの許可・承認件数は、直近の2022年度が91,073件と2016年度の13,535件から約7倍に増加するなど、利用は年々拡大している。

また、ドローンの飛行は飛行空域や飛行方法などによってレベル1から4までの4段階に分類されている（図表1）。例えば、「レベル1」は目視できる範囲内で人が操縦飛行するもの、「レベル2」は目視できる範囲内で発着場所や速度、経路などをプログラミングして自動飛行するもの、「レベル3」は人がいない離島や山間部などの無人地帯で目視できる範囲外で自動飛行するものに該当する。2022年12月からは、有人地帯（第三者上空）で目視できる範囲外で自動飛行する「レベル4」が導入され、ドローンの活用範囲が拡大している。

ドローンの利用が拡大している一方、今後、社会実装されていく上では課題がある。レベル3においては、道路や鉄道等の横断時に立入管理措置が求められる。立入管理措置とは、飛行経路下における立入管理区間への第三者の立入を制限するために補助者や看板の設置などをすることである。しかし、補助者への手当や看板の設置・回収の費用などがかかることでコストが上昇、事業化を阻む要因となっている。そのため、ドローンを活用した事業は現状ではまだ少ない。

政府は、ドローンの事業化を促進するため、2023年12月、補助者や看板の配置などをすることなく、移動車両上空を含む道路、鉄道等の上空の横断を新たに可能とする「レベル3.5」を導入した。機体認証の取得や操縦技能証明の保有、第三者賠償責任保険の加入などの一定の条件のもと、飛行経路下に歩行者

等がない無人地帯であることを補助者や看板に代わってドローンの機体搭載カメラで確認ができるようになった。

図表1 無人航空機の飛行レベルのイメージ

	自動	
	目視内 (目視外補助者ありも含む)	目視外 (補助者なし)
無人地帯 (離島や山間部等)	レベル1 目視内での 操縦飛行 (空撮、橋梁点検 など)	レベル2 目視内での 自動・自律飛行 (農業散布、土木 測量など)
有人地帯		レベル3 2019年10月～ 無人地帯におけ る目視外飛行
		レベル4 2022年12月～ 有人地帯におけ る目視外飛行

出所：各種資料をもとに筆者作成

図表2 飛行レベル3とレベル4の違い

	レベル3		レベル4
		レベル3.5	
歩行者等(第三者) の上空の飛行	飛行できない	飛行できない	飛行できる
移動車両等 の上空の飛行	飛行できない	飛行できる	飛行できる
道路横断等 についての 立入管理措置	必要 補助者・看板等 で飛行経路下に 歩行者いないこ とを確認して飛行	必要 機体搭載カメラ で飛行経路下に 歩行者等がない ことを確認して飛行	不要
機体認証・技能証明	第二種機体認証 二等技能証明	第二種機体認証 二等技能証明	第一種機体認証 一等技能証明

出所：各種資料をもとに筆者作成

2023年4月、自動配送ロボットが歩道等を走行できる移動体として認可

自動配送ロボットは、遠隔操作が可能な小型車両であり、無人地上車両（Unmanned Ground Vehicle UGV）とも呼ばれる。荷物を載せて走行することができることから、近隣の小売店や配達拠点などから食料品や荷物などを住宅などに届ける近距離の配送手段として活用が期待されている。

2023年4月に施行された改正道路交通法では、自動配送ロボットの活用を推進するための制度整備が盛り込まれた。同改正において、自動配送ロボットは、一定基準の車体の大きさや構造、基準に適合する非常停止装置の設置などに該当することを条件に道路交通法上の「遠隔操作型小型車」として定義された。また、時速6キロ以下の走行、歩行者と同様の交通ルールの順守、管理者による遠隔から監視・操作をすることなどを条件に、歩道などを自律走行することができるようになった（図表3）。

これまでの自動配送ロボットの実証実験では、走行中は補助員が近接監視しながら走行させる必要があるなど、前述したドローンと同様にコストの上昇が課題となっていた。今回の改正後は安全基準等を満たせばこうした補助員は不要となりコストを抑えられることで、配送サービスの事業化に向けた取り組みが加速している。

図表3 遠隔操作型小型車の定義

動力	電動機
車体の大きさ	長さ 120cm × 幅 70cm × 高さ 120cm 以下の大きさ
移動速度	時速 6km 以下
その他	非常停止装置（押しボタン式）の設置 歩行者に危害を及ぼすおそれがある鋭利な突出部がない

出所：各種資料をもとに筆者作成

霞ヶ浦を中心にドローンを使ったビジネスを展開

株式会社 e ロボティクス・株式会社 e ロボティクス茨城

株式会社 e ロボティクスは、今後急速に発展する環境ビジネスとロボット産業における担い手として、福島県で 2017 年 8 月に創業。また、同社は福島県のほかに茨城県、広島県に事業拠点を置いている。株式会社 e ロボティクス茨城は、茨城県の「霞ヶ浦」を中心に AI・ロボティクス技術により、陸・海・空における社会課題の解決を目的に 2022 年 7 月に創業した。

創業のきっかけは、代表取締役の板羽昌之氏、取締役の飯野章氏が前職の原子力発電関連の技術者として働いていたが、2011 年の東日本大震災福島第一原子力発電所の事故から復旧作業をしていく中で、放射線量が高い場所でも作業ができるロボットの存在に注目したことにある。その後、「人が行けない場所」に行けるロボットを使ったビジネスの創出に取り組んでいる。

今回、同社によるドローンの社会実装に向けた取り組みや今後の課題、展望などについて話を伺った（取材日 2024 年 3 月 4 日）。

霞ヶ浦を横断した湖上配送の実証事業を実施

2023 年 11 月、日本で二番目に大きい湖である茨城県霞ヶ浦にて、大型産業用ドローンによる湖上配送と自動配送ロボットによる陸上配送を組み合わせた配送試験が行われた。

この配送試験は、ドローン物流の実用化やラストワンマイル配送のための各モビリティの連携を後押しし、ドローンの社会実装を促進することを目的としている国土交通省「無人航空機等を活用したラストワンマイル配送実証事業」によるものである。

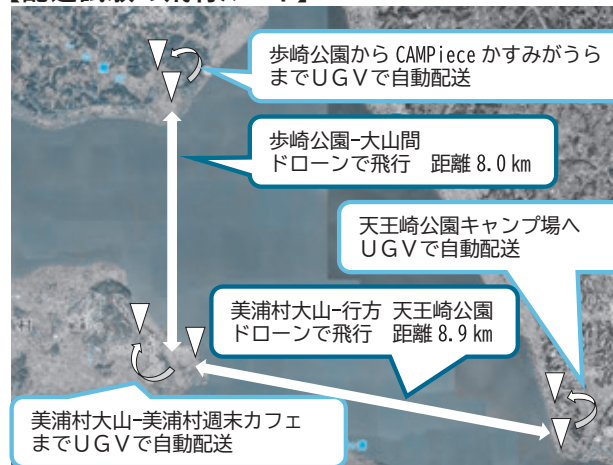
今回の配送試験では、物流大手の AZ-COM 丸和ホールディングス株式会社が代表事業者となり、株式会社 e ロボティクス茨城を含めた複数の企業や団体、霞ヶ浦周辺自治体であるかずみがうら市、美浦村、行方市が参加している。

配送試験 1 日目は、霞ヶ浦の南に位置する美浦村大山地区と東に位置する行方市の天王崎公園間の約 8.9km を配送ルートとする往復配送が行われた。美浦村からは土日限定で営業する「週末カフェ」のメニューである「ゴジラカレー」を、行方市からは特産物である温かい焼き芋を配送した。

配送試験が行われた霞ヶ浦周辺は、キャンプ場や公園、サイクリストの休憩所などの施設があるものの、付近にコンビニやスーパーなどの買い物をする場所が少ないという悩みがある。今回の配送試験では、ドローンや自動配送ロボットなどのモビリティを新たな配送手段として社会実装していく上での課題を発見していくことに加え、周辺施設の利便性を高めることで地域の観光資源の魅力化につなげていくことも目的としている。

2 日目は天候不良により残念ながら中止となったが、広大な湖の上空という「人が行けない場所」を飛行することで、目的地まで最短で配送することができるドローンの可能性を感じさせるものとなった。

【配送試験の飛行ルート】



出所：かずみがうら市より提供



(左、中央) ドローンと自動配送ロボットによる配送、(右) 配送された「週末カフェ」の「ゴジラカレー」
出所：株式会社 e ロボティクス茨城より提供

湖沼や河川を航路とするドローン飛行

同社では霞ヶ浦以外に荒川でもドローンの実証事業を行っているが、人がいない湖沼や河川の上は効率的で安全な飛行航路を設定しやすいというメリットがあるという。

ドローンを飛行させる際には、地上の構造物や上空の障害物などに接触せずに安全な飛行ができる航路を設定する必要がある。航路の設定には、地図データの入力に加え、障害物の有無などを現場で確認して3Dマップを作成する。そのため、山間部の上空を航路に設定する場合は、山の高さや木の高さなどを測量した3Dマップを作成しなければならない。一方、湖沼や河川は、平坦な場所が多いことから測量がしやすく、ドローンが一定の高度で飛行しやすい航路を設定することができる。

河川についても道路や線路、高压電線などの横断構造物があるが、河川事務所などではこうした構造物の位置なども含めた3Dマップを作成しており、こうしたデータを活用することで航路の設定がしやすくなる。最近では、大手電力会社が、飛行機やヘリコプターなどの有人機が飛行しない高压電線の上をドローンの航路に設定する取り組みもみられる。板羽氏は「こうした既存のインフラやデータを活用してドローンの航路を設定できるようになれば、より安全に飛行しやすい環境が整備されていく」と期待する。

また、将来発生が懸念されている首都圏直下型地震が起きて道路などが封鎖された場合でも、河川の上を飛行する航路を設定しておくことで被災地に物資を運ぶことができる。関東平野には、利根川や荒川、那珂川などの大きな河川や支流が流れているため、かつては、船が多く通っていた水路をドローンの航路に設定することも期待できる。また、湖沼や河川にはかつて頻繁に使われていた船着場が多く、こうした施設を離発着地点として活用したドローンの航路設定ができれば、災害時においても救援物資の輸送や被害状況の確認などで活躍が期待できる。

ドローン配送の社会実装には、収益化が課題

現在、ドローンによる配送事業は、国土交通省や環境省などの補助事業によるものが中心となっている。しかし、ドローンが社会実装されて荷物の配送サービスが事業化していくためには、「事業としてのマネタイズ（収益化）が必要になる」と板羽氏は指摘する。

現状では、ドローンで一度に運べる荷物の重さや飛行距離は限られており、荷物を大量に運ぶことができるトラックに比べると配送コストが高いという問題を抱えている。そのため、民間事業レベルの配送料で配送コストを回収するには相当の回数を配送しなければならない、現状では採算の確保が難しいという。

そのため、「ドローンで何を運ぶのか」という市場のニーズを明確にしドローンの稼働率を高め、また付加価値が高い配送サービスを提供できるようにするなど、ビジネスモデルの構築が必要である。霞ヶ浦

周辺では、「ナショナルサイクルルート」に指定されている「つくば霞ヶ浦りんりんロード」をはじめ、自然豊かなキャンプ場、観光果樹園などの拠点が整備されている。同社では、キャンパーやサイクリストに対して、購入したお土産をドローンで帰るときに届けるサービスの提供を検討している。板羽氏は「地方を訪れた人は、その地で何かを消費したいと考えているので、こうしたサービスによって地域の消費を喚起することが期待できる」説明する。

また、同社では、採れたての農林水産物をドローンやほかのモビリティ、公共交通機関などを利用して都内へ輸送することを計画しており、既存の地域資源のブランド価値をさらに高めていくことにつなげていきたいとしている。このほか、被災地への医薬品の配送、半導体などの工業製品の配送も検討している。

ドローン配送と他のサービスと組み合わせることも付加価値を高める上で必要となる。例えば、買い物困難者を対象としたスーパーの移動販売では高齢者の見守りといった地域で求められていることを組み合わせたサービス提供となっている。湖沼・河川でのドローン配送においては、堤防などのインフラの点検、漂流物の監視などと組み合わせることが想定されるという。

ドローン配送にかかるコストの削減については、政府による規制緩和などの支援も必要になる。今回の霞ヶ浦での実証事業は「レベル3」飛行によるものであったが、有人地帯における道路を横断する際には補助者の配置や看板の設置が必要になるため人的コストが発生することが課題となっている。2023年12月に、一定の条件のもとで補助者や看板が不要となる「レベル3.5」飛行が解禁されたことで、人的コストを削減することが期待できる。同社が利用するイームズロボティクス株式会社（福島県南相馬市）の国産の大型産業用ドローンが型式認証二種を取得予定であり、「レベル3.5」飛行に向けた取り組みも進めていくとしている。

広域自治体連携によるドローン経済圏の構築

ドローン配送を社会実装する上では、収益化のほかにドローンが離発着するための拠点の確保が必要となる。同社で使用しているマルチコプタータイプのドローンは、現在3キログラムの荷物を約10キロメートル先まで配送が可能であるが、今後、荷物をより長距離配送するには、バッテリーなどの技術革新による稼働の長時間化や航続の長距離化が必要である。しかし、こうした技術的なものについては実現にまだ時間を要することから、ドローンの離発着ポートや電源供給設備などを有する中継地点の確保が必要となるため、複数の自治体と広域連携をすることでドローン経済圏を拡大していくことが求められる。

霞ヶ浦には県内10市1町1村が接しており、周辺にはJR駅が近い土浦港をはじめ複数の船着場があるなど連携することによるメリットは多い。

前述の実証事業では、かすみがうら市と美浦村、行方市を三角形に結んで配送試験を実施したが、現在、霞ヶ浦の西側にあたる土浦市など連携する自治体を増やしていくことを計画している。板羽氏は「複数の自治体が連携してドローンの航路を設定している事例は全国でも少ないと国土交通省から評価を受けている。霞ヶ浦周辺の自治体で一つのドローン経済圏が形成できれば、その人口規模や経済規模は商圈として魅力的なものである」と「霞ヶ浦モデル」の可能性について期待する。



取材に応じていただいた板羽社長（写真中央）、飯野取締役（左）、須長部長（右）

ドローンの実証事業以外にも、市と連携して地域貢献に取り組む

株式会社eロボティクス茨城では、かすみがうら市と霞ヶ浦周辺でのドローンの社会実装を進めるとともに、ドローンを通じた地域との関わりにも積極的に取り組んでいる。

その一つに地域の若者の育成がある。かすみがうら市では、2023年に起業家教育プロジェクト「放課後起業クラブ@かすみがうら市」を実施した。同プロジェクトは、地域で活躍する人材育成を目的に高校生を対象とした講座を開催。地元の企業や多様な人との交流を通じて、起業家マインドや郷土愛の醸成、地元で活躍する若者の育成を推進することを目的としている。

主なプログラムは、各専門講師によるビジネス力を高めるための講座にはじまり、最終的には学生と地元で活躍する企業がグループとなってテーマをもとに事業計画を作成しプレゼンコンテストを行うものとなっている。eロボティクス茨城も地元の企業として参加し、学生とともにドローンを使った事業をテーマに、アドバイスを通じてアイデアづくりに取り組んだ。

完成した事業計画は、「つくば霞ヶ浦りんりんロード」を利用するサイクリストに対し、走行中の姿を四季折々の景色を背景にドローンで空撮するサービスなどをサブスクで提供する内容であった。学生によるプレゼンを通じて新しいかすみがうら市の姿をPRした結果、見事グランプリに輝き、クラウドファンディングを用いて実際に商品化する予定となっている。

地元の学生にドローンを使ったまちづくりのアイデアを出してもらうことは、ドローンの「社会受容の拡大」にもつながる。ドローンは身近なものになってきているものの、今後社会実装されてサービスを提供していくには安全性などの面で地域の理解を深めていくことが欠かせない。

かすみがうら市産業経済部地域未来推進課の君崎恵一係長はeロボティクス茨城との連携について「ドローンの実証事業以外にも、地元の起業家教育にも参加してもらっています。かすみがうら市では、配送のほかにインフラ点検や農業、脱炭素などにおける地域の課題の解決策としてドローンの活躍に期待しています。今後も未来志向で色々な分野で協力していければと考えています」と説明する。



「放課後起業クラブ@かすみがうら市」のプレゼン大会の様子
出所：かすみがうら市より提供