

過疎地域におけるラストワンマイル配送の効率化に関する研究

Study on Last-Mile Delivery Efficiency in Underpopulated Areas

朝日大学大学院経営学研究科 教授 土井義夫

Graduate School of Business Administration, Asahi University, Professor DOI, Yoshio

セイノーホールディングス株式会社 人事部人材開発担当部長 岡本征也

General Manager, Human Resources Development Department, Seino Holdings, Inc.

OKAMOTO, Masaya

概要:「2024年問題」によって、トラックドライバーの人手不足はさらに深刻化している。また、日本の市町村の半数を占める過疎地域では、配送効率の低さが課題となっている。過疎地域の課題と人手不足問題に対して、「補完可能性」を観点とするドローン物流に着目した。過疎地域でのラストワンマイルは、その地域特性のため配送の効率化が難しい。本研究では、過疎地域でのラストワンマイル配送の効率化のため、ドローン物流を活用した補完可能性について明らかにする。

Abstract: The “2024 problem” has further exacerbated the labor shortage of truck drivers. Low delivery efficiency is also a problem in sparsely populated areas, which account for half of Japan’s municipalities. This paper focuses on drone logistics from the viewpoint of “complementability” for problems in sparsely populated areas and labor shortages. It is difficult to improve the efficiency of delivery for the last mile in sparsely populated areas because of the regional characteristics. Therefore, this study clarifies the complementarity of using drone logistics to improve the efficiency of last-mile delivery in sparsely populated areas.

1. はじめに

1.1 研究の背景

トラックドライバーの人手不足は、時間外労働の上限規制や拘束時間の引き下げ等の法令が適用される「2024年問題」によって、さらに深刻化している。人手不足の問題に対して、運送事業者には走行距離削減や物流の効率化といった対応が迫られている。都市圏は人口が多く、配送先も集中していることから効率的に配送ができるが、過疎地域では多くの課題がある。過疎地域は人口が少ないため、都市と比べて荷量が少ない。また、多く

の過疎地域は中山間地域や離れた集落のため、走行距離は長く、トラックでは走りにくい車道がある。少ない荷量と長い走行距離といった過疎地域の物流の特性から、配送効率の低さが課題となっている。

2022年4月1日現在、過疎地域（全部過疎、一部過疎、みなし過疎を含む）は885市町村あり、日本全国の市町村の51%である [1]。日本の市町村の半数を占める過疎地域の課題と人手不足問題に対して、少ない荷量を人手によらずに運ぶことのできるドローン物流に着目した。ドローン物流は宅配の分野で急速に法整備が進み、実証実験も数多く行われて

いる。しかし、実証実験は消費者物流が対象であり、98%を占める企業物流 [2] での取り組みは進んでいない。また、ドローン物流は、ドライバーの仕事に取って代わる「代替可能性」が議論されているが、輸送業務にドローン物流を組み込むことによって効率化を図る「補完可能性」を観点とする。

過疎地域でのラストワンマイルは、その地域特性のため配送の効率化が難しい。ここで言うラストワンマイル配送の効率化とは、「車両の効率ではなく、限られた時間の中でドライバーの使命を最大限に果たすことができるような働き方を実現すること」とする。

1.2 研究の目的

高齢化が進み、地域を持続的に支えるユニバーサルサービスの概念がさらに重要になっている。このような中で、過疎地域における配送の効率化は解消すべき課題である。

そこで本研究では、過疎地域でのラストワンマイル配送の効率化のため、ドローン物流を活用した補完可能性について明らかにする。本研究において、「過疎地域」とは、「国土面積の約7割を占める中山間地域 [3] で離れた集落や数件の離配送のある地域」と定義し、「ラストワンマイル」とは、「最寄りの配送センターから届け先までのドライバーによって届ける区間」と定義する。

2. 先行研究・論点

2.1 ドローン研究

ドローンに関する研究は進んでおり、多くの先行研究がみられる。ドローンを操縦しアンケート評価を行う研究として、渡邊ら (2019) [4] のドローンに対するアニマシー知覚に関する研究、海老根ら (2021) [5] の小型ドローン操縦教育におけるリスクマネジメント研究のほか、荻原ら (2022) [6]、熊崎 (2022) [7]、松本ら (2023) [8]、有村ら

(2023) [9] の検討がある。これらは、主にドローン操縦の教育的側面からその評価を行っている。また、ドローン物流に関しては、國谷ら (2023) [10]、本多 (2023) [11]、平ら (2023) [12]、松尾ら (2023) [13]、森田 (2023) [14]、加藤ら (2024) [15] の検討がある。このうち、平ら (2023) は、都心部か過疎地域ではなく、高速道路等幹線道路の交通インフラが整備されアクセス性の高いエリア（特に関西圏における滋賀県等）を考慮して選ぶことを指摘する。この点に関連して、國谷ら (2023) は河川が十分な河道幅と河道深さを有しドローンの飛行が可能な河道をドローンウェイと定義し検討を行っている。近年では、ドローン物流による地域の課題解決のために、先端技術を使った実証実験や運用が繰り返し行われている。

本研究では、森田 (2023) の主張を参考に、「ドローンの種類」「否定的な議論の多さ」「理想条件の必要性」「配送コースでのドローン活用の可能性」の4つの論点を考察する。

2.2 ドローンの種類

ドローンの競合として、モノレールや無人ヘリが考えられる [16]。モノレールは、みかんの収穫作業等の農業分野で活用されている [17]。無人ヘリコプターは、農業従事者の減少や効率性、人体への影響などの理由から、薬剤散布での活用が進んでいる。しかし、モノレールは設置場所が固定され輸送先の自由がない点、無人ヘリコプターはエンジン始動等の調整に時間が必要であるという構造の点で違いがある [18]。ドローンは無人ヘリコプターに比べて、小型でコストも低いため、農業だけでなく様々な分野で開発が進められている。

2.3 否定的な議論の多さ

現在、ドローンに関する規制は厳しく、運

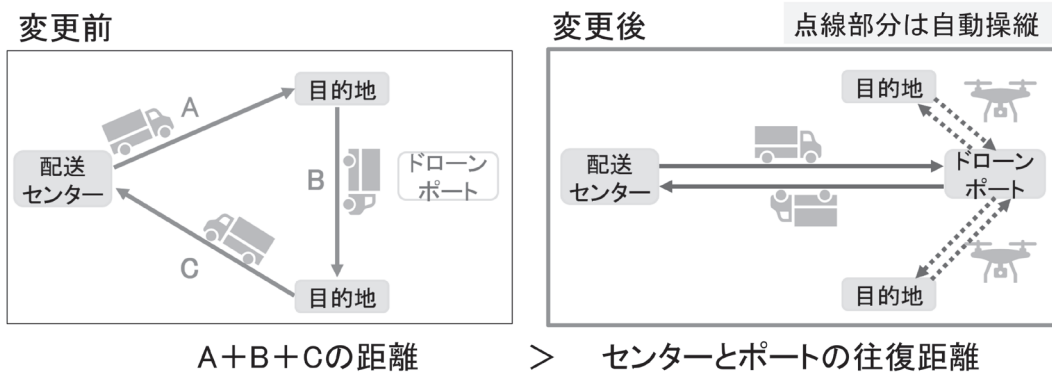


図1 補完手段としてのドローン活用（モーダルシフト）

航自体が難しいとされている。宮島ら(2023) [19] は、電線問題の送電設備点検にドローンの活用を提案している。しかし、ドローンに関する法律が施行された後もドローン墜落事故は起きており、ドローンを使用するには安全面での検討が必要である。

2.4 理想条件の必要性

宅配サービスにおける荷物1個当たりのトラック走行距離は、都市部は約0.2km、過疎地域では約1.2kmである [20]。他方、企業物流における荷物1個当たりのトラック走行距離については、各社の事業経営の状況に直接関わるため、距離データは公表されていないが、都市部より過疎地域の走行距離が長いと推測できる。

神戸市が六甲山上と市街地を結ぶドローンの定期便運航の輸送実験を行った。ドローンの特徴を活かし、崖のような標高差のある山間地域においても災害時や道路状況に影響されることなく、配送が可能になる [21]。

宮崎(2018) [22] は、「ドローン配送の位置づけは未開拓の領域を有効活用する」とし、ドローン配送は中継地点から消費者の手元への配送、いわゆるラストワンマイルを担うものであるとしている。また、宮崎は「既存の物流方法が維持された状態で、ドローンで代替可能な部分が技術革新とともに徐々に広

がっていく」としているが、本研究では「代替」ではなく、補完可能性を検討する。トラックとドローンがパイを奪い合うのではなく、既存の物流網にトラックの補完手段としてドローン物流を組み込み、物流の効率化を図るためである。宮崎の言う「代替可能」に端緒をつかみ、代わりうる言葉として「補完可能性」を用いた。

2.5 配送コースでのドローン活用の可能性

輸送手段がトラックの場合の配送コースは、配送センターを出発し、配送先を回り配送センターに戻る(図1左)。輸送手段がトラックとドローンを併用した場合の配送コースは、トラックは配送センターとドローンポートの往復となる(図1右)。ドローンポート(以下、ポート)とは、ドローンが発着するシステム・設備である。ドローンは自動操縦のため、ポートから配送先までのドローンによる配送は、トラックドライバーの労働時間には含まれない。

図1のとおり、各目的地を循環した配送距離より、センターとポートの往復距離が下回れば有効であり、配送効率が向上すると考えられる。

3. 現場ヒアリング調査

3.1 研究手法・手順

2023年7月にテーマに関する現状把握およびアンケート試案作成を行った。2023年8月7日から8日に山梨県小菅村への現場見学、ヒアリング調査を行い、アンケート試案の修正、既存コースにドローンの組み込みに関する検討を行った。2023年10月にアンケートを実施した。アンケート試案に関して、企業物流にドローンを活用するためには、1コース当たりの距離の推定および全国の過疎地域のコース表分析、コースでの距離を把握しドローン補完可能な部分を抽出する必要がある。なお、現場見学、ヒアリング調査ならびにアンケート調査を行ったセイノーホールディングス株式会社は、2021年11月に物流企業として初めてドローン物流を事業化し、トラックの代わりではなく、補完手段として既存の物流網につなぐ取り組みを行っている[23]。

3.2 ヒアリング調査の実施

山梨県小菅村でのドローン配送事業のサービス概要の説明を受け、ドローンの発着などのオペレーションを視察した。ドローンパイロットの情報やドローンの自動航行の方法などから、アンケートの質問の着想を得た。

4. ドライバーに対するアンケート調査の実施

4.1 調査方法

「過疎地域におけるラストワンマイル」「ドローンの補完可能性」について分析するために、Google フォームを用いたwebアンケートを実施した。実施期間は2023年10月10日から10月16日までの7日間であり、西濃運輸で働く乗務員約1万人を対象とした。回答のあった4,013件のうち、研究利用に合意が得られた3,773件について分析を行った。

4.2 評価の検証

アンケート実施後の2023年10月25日に、朝日大学大学院グローバルロジスティクス研究会において、過疎地域におけるラストワンマイルについての予備的な報告を行った。「企業物流のラストワンマイルがどのようなBtoBを対象としているか説明が必要である」との指摘を受けた他、「ドローンという手段の実現に向けて、先手の取り組みが進めば、法律も変わってくるだろう」、「小菅村の取り組みも自動操縦のため、ドライバーの拘束時間は減るのではないか」、「ドライバーの意見と実際の事象を比較すると面白いのではないか」との講評を得た。

4.3 アンケート結果

アンケートの全18問中、「問14 乗務員と兼職でドローンパイロットとして操縦してみたいと思いますか(単一回答)」「問16 ドローンの操縦資格を取りたいと思いますか(単一回答)」の質問を設定した。現職のドライバーが、ドローンに対してどのような関わり方を求めているかを把握するため、問14ならびに問16をクロス集計の軸として採用した。具体的に、ドローン操縦の兼職希望の有無群、ドローン資格の取得希望の有無群の比較解析は2群間のクロス集計を行い、カイ二乗検定を用いて人数分布に有意な差が生じているかを確認した。問14のドローン操縦の兼職希望の有無群の区分は、兼職で操縦してみたいと〔思う〕〔やや思う〕と回答した者を「希望する群」とし、兼職で操縦してみたいと〔どちらともいえない〕〔あまり思わない〕〔思わない〕と回答した者を「希望しない群」とした。問16のドローン資格の取得希望の有無群の区分は、資格を取りたいと〔思う〕〔やや思う〕と回答した者を「取得したい群」とし、資格を取りたいと〔どちらともいえない〕〔あまり思わない〕〔思わない〕と回答した者

を「取得しない群」とした。

クロス表のどのセルに関連があるのか、統計的に有意な関連があると分かった設問において、実際に「どのような関連」があるのかを把握するため、残差分析を行った。

4.4 ドローンへの回答者属性

アンケートの回答者属性を表1に示す。「乗務員の種類」「ドライバー歴」「ドローンで運べる「荷物の最大積載量」への期待」「ドローンで運べる「距離」への期待」の4項目すべてに有意差を確認した。

乗務員の種類において、ドローン操縦の兼職は、「営業乗務」と回答した者の割合が大きいのは「希望しない群」であった($p=0.001$)。他方、ドローン資格については、「路線乗務」と回答した者の割合が大きいのは「取得したい群」であった ($p<0.001$)。

ドライバー歴において、ドローン操縦の兼職は、「3年未満」と回答した者の割合が大きいのは「希望する群」であった ($p<0.001$)。

ドローンで運べる「荷物の最大積載量」への期待において、ドローン操縦の兼職は、「5kg 未満」と回答した者の割合が大きいのは「希望しない群」、[15kg 超] と回答した者の割合が大きいのは「希望する群」であった ($p<0.001$)。他方、ドローン資格については、「5kg 未満」と回答した者の割合が大きいのは「取得しない群」、[15kg 超] と回答した者の割合が大きいのは「取得したい群」であった ($p<0.001$)。

ドローンで運べる「距離」への期待において、ドローン操縦の兼職は、「5km 未満」[5km 以上 10km 未満] と回答した者の割合が大きいのは「希望しない群」、[15km 超] と回答した者の割合が大きいのは「希望する群」であった ($p<0.001$)。他方、ドローン資格については、「5km 未満」[5km 以上 10km 未満] と回答した者の割合が大きいのは「取得しな

い群」、[15km 超] と回答した者の割合が大きいのは「取得したい群」であった ($p<0.001$)。

4.5 ドローン物流への反応結果

ドローン物流への反応結果を表2に示す。「ドローンについての自社（西濃運輸）の取り組み」「ドローンに配送コースの一部（ラストワンマイル）を任せられることができるか」「ドローンの活用によってトラックドライバーの拘束時間を削減できるか」「ドローンを活用することがCO₂の削減に繋がるか」「ドローンの操縦が配送業務の一部に組み込まれる場合の抵抗感」の5項目すべてに有意差を確認した。

ドローンについて自社（西濃運輸）の取り組みにおいて、ドローン操縦の兼職は、「知っている」[やや知っている] と回答した者の割合が大きいのは「希望する群」、[あまり知らない] [知らない] と回答した者の割合が大きいのは「希望しない群」であった ($p<0.001$)。他方、ドローン資格については、「知っている」[やや知っている] と回答した者の割合が大きいのは「取得したい群」、[あまり知らない] [知らない] と回答した者の割合が大きいのは「取得しない群」であった ($p<0.001$)。

ドローンに配送コースの一部（ラストワンマイル）を任せられることができるかにおいて、ドローン操縦の兼職は、「思う」[やや思う] と回答した者の割合が大きいのは「希望する群」、[どちらともいえない] [あまり思わない] [思わない] と回答した者の割合が大きいのは「希望しない群」であった ($p<0.001$)。他方、ドローン資格については、「思う」[やや思う] と回答した者の割合が大きいのは「取得したい群」、[どちらともいえない] [あまり思わない] [思わない] と回答した者の割合が大きいのは「取得しない群」であった (p

表1 アンケートの回答者属性

	ドローン操縦の兼職			ドローン操縦の資格			
	希望する	希望しない	合計	取得したい	取得しない	合計	
乗務員の種類を教えてください (単一回答)	営業乗務	916	2195	3111 **	1178	1933	3111 ***
		79.7%	83.7%	82.5%	79.1%	84.7%	82.5%
	路線乗務	160	320	480	213	267	480 **
		13.9%	12.2%	12.7%	14.3%	11.7%	12.7%
	複合乗務	4	16	20	11	9	20
	0.3%	0.6%	0.5%	0.7%	0.4%	0.5%	
上記以外	69	93	162 ***	88	74	162 ***	
	6.0%	3.5%	4.3%	5.9%	3.2%	4.3%	
	p<0.001			p<0.001			
ドライバー歴は何年ですか (単一回答)	3年未満	201	321	522 ***	229	293	522 *
		17.5%	12.2%	13.8%	15.4%	12.8%	13.8%
	3~5年	124	309	433	162	271	433
		10.8%	11.8%	11.5%	10.9%	11.9%	11.5%
6年以上	824	1994	2818 **	1099	1719	2818	
	71.7%	76.0%	74.7%	73.8%	75.3%	74.7%	
	p<0.001			p=0.072			
ドローンで運べる「荷物の最大積載量」はどのくらいを期待しますか (単一回答)	5kg未満	338	947	1285 ***	438	847	1285 ***
		29.4%	36.1%	34.1%	29.4%	37.1%	34.1%
	5kg以上10kg未満	326	735	1061	415	646	1061
		28.4%	28.0%	28.1%	27.9%	28.3%	28.1%
	10kg以上15kg未満	187	400	587	255	332	587 *
	16.3%	15.2%	15.6%	17.1%	14.5%	15.6%	
15kg超	298	542	840 ***	382	458	840 ***	
	25.9%	20.7%	22.3%	25.6%	20.1%	22.3%	
	p<0.001			p<0.001			
ドローンで運べる「距離」はどれくらいを期待しますか (単一回答)	5km未満	339	1026	1365 ***	452	913	1365 ***
		29.5%	39.1%	36.2%	30.3%	40.0%	36.2%
	5km以上10km未満	333	661	994 **	427	567	994 **
		29.0%	25.2%	26.3%	28.7%	24.8%	26.3%
	10km以上15km未満	160	324	484	210	274	484
	13.9%	12.3%	12.8%	14.1%	12.0%	12.8%	
15km超	317	613	930 **	401	529	930 **	
	27.6%	23.4%	24.6%	26.9%	23.2%	24.6%	
	p<0.001			p<0.001			
合計	1149	2624	3773	1490	2283	3773	
	30.5%	69.5%	100.0%	39.5%	60.5%	100.0%	

※1 カイ二乗検定 有意水準は $\alpha=0.05$ (両側) $p<0.05$ を有意差あり

※2 各項目の残差分析は *: $P<0.05$ **: $P<0.01$ ***: $P<0.001$

<0.001)。

5. 結果の考察

表1および表2より、ドローン操縦の兼職を希望する乗務員は3割、ドローン操縦の資格を取得したい乗務員は4割に上り、操縦資格の取得について意欲的である乗務員が存在している。自社のドローン事業への意欲が高いドライバーほど、資格を取りたいと考えていることがわかる。ドローン事業への関心の高さが資格取得に対する意欲へつながっていると考えられる。

回答者の属性からみると、ラストワンマイルを担う営業乗務と路線乗務の違い、ドライバー歴の違いによって、ドローン活用の肯定感に差がある結果といえる。特に、営業乗務

は、ドローン操縦の兼職を希望していない。他方、ドローン操縦の資格取得については、路線乗務はドローン操縦の資格を取得したいと考えている傾向がある。営業乗務は日々の業務に追われ、現実的な選択肢となっていない可能性がある。路線乗務は、より高度な運転技術が求められ、未経験のドローン技術であっても意欲的な形で兼職に関心が高い可能性がある。また、ドライバー歴3年未満は、ドローン操縦の兼職を希望している。若手乗務員の新規事業への期待が伺える。

期待するドローンの最大積載量については、ドローン操縦の兼職を希望する乗務員は、より多くの積載量を期待していることがわかった。不測の事態や運べる商品への期待感が考えられる。期待するドローンの最大飛行

表2 ドローン物流への反応結果

		ドローン操縦の兼職			ドローン操縦の資格		
		希望する	希望しない	合計	取得したい	取得しない	合計
ドローンについて自社（西濃運輸）の取り組みについて知っていますか（単一回答）	知っている	328	466	794 ***	408	386	794 ***
		28.5%	17.8%	21.0%	27.4%	16.9%	21.0%
	やや知っている	264	492	756 **	333	423	756 **
		23.0%	18.8%	20.0%	22.3%	18.5%	20.0%
	どちらともいえない	86	188	274	105	169	274
		7.5%	7.2%	7.3%	7.0%	7.4%	7.3%
	あまり知らない	158	575	733 ***	235	498	733 ***
		13.8%	21.9%	19.4%	15.8%	21.8%	19.4%
	知らない	313	903	1216 ***	409	807	1216 ***
		27.2%	34.4%	32.2%	27.4%	35.3%	32.2%
				p<0.001			
ドローンに配送コースの一部（ラストワンマイル）を任せられることができると思いますか（単一回答）	思う	302	202	504 ***	348	156	504 ***
		26.3%	7.7%	13.4%	23.4%	6.8%	13.4%
	やや思う	302	363	665 ***	345	320	665 ***
		26.3%	13.8%	17.6%	23.2%	14.0%	17.6%
	どちらともいえない	312	879	1191 ***	412	779	1191 ***
		27.2%	33.5%	31.6%	27.7%	34.1%	31.6%
	あまり思わない	140	621	761 ***	225	536	761 ***
		12.2%	23.7%	20.2%	15.1%	23.5%	20.2%
	思わない	93	559	652 ***	160	492	652 ***
		8.1%	21.3%	17.3%	10.7%	21.6%	17.3%
				p<0.001			
ドローンの活用によってトラックドライバーの拘束時間を削減できると思いますか（単一回答）	思う	294	221	515 ***	330	185	515 ***
		25.6%	8.4%	13.6%	22.1%	8.1%	13.6%
	やや思う	278	379	657 ***	320	337	657 ***
		24.2%	14.4%	17.4%	21.5%	14.8%	17.4%
	どちらともいえない	281	720	1001 **	363	638	1001 **
		24.5%	27.4%	26.5%	24.4%	27.9%	26.5%
	あまり思わない	178	670	848 ***	278	570	848 ***
		15.5%	25.5%	22.5%	18.7%	25.0%	22.5%
	思わない	118	634	752 ***	199	553	752 ***
		10.3%	24.2%	19.9%	13.4%	24.2%	19.9%
				p<0.001			
ドローンを活用することがCO2の削減に繋がると思いますか（単一回答）	思う	555	702	1257 ***	677	580	1257 ***
		48.3%	26.8%	33.3%	45.4%	25.4%	33.3%
	やや思う	343	795	1138	431	707	1138
		29.9%	30.3%	30.2%	28.9%	31.0%	30.2%
	どちらともいえない	139	597	736 ***	220	516	736 ***
		12.1%	22.8%	19.5%	14.8%	22.6%	19.5%
	あまり思わない	65	287	352 ***	94	258	352 ***
		5.7%	10.9%	9.3%	6.3%	11.3%	9.3%
	思わない	47	243	290 ***	68	222	290 ***
		4.1%	9.3%	7.7%	4.6%	9.7%	7.7%
				p<0.001			
ドローンの操縦が配送業務の一部に組み込まれる場合、抵抗感がありますか（単一回答）	感じる	229	924	1153 ***	336	817	1153 ***
		19.9%	35.2%	30.6%	22.6%	35.8%	30.6%
	やや感じる	313	598	911 **	406	505	911 ***
		27.2%	22.8%	24.1%	27.2%	22.1%	24.1%
	どちらともいえない	253	733	986 ***	349	637	986 **
		22.0%	27.9%	26.1%	23.4%	27.9%	26.1%
	あまり感じない	215	196	411 ***	240	171	411 ***
		18.7%	7.5%	10.9%	16.1%	7.5%	10.9%
	感じない	139	173	312 ***	159	153	312 ***
		12.1%	6.6%	8.3%	10.7%	6.7%	8.3%
				p<0.001			
合計		1149	2624	3773	1490	2283	3773
		30.5%	69.5%	100.0%	39.5%	60.5%	100.0%

※1 カイ二乗検定 有意水準は $\alpha=0.05$ （両側） $p<0.05$ を有意差あり

※2 各項目の残差分析は *: $P<0.05$ **: $P<0.01$ ***: $P<0.001$

距離については、ドローン操縦の兼職を希望する乗務員は、より長い飛行距離を期待していることがわかる。兼職や資格取得を考える乗務員は、現在の飛行距離には、現実的な業務として物足りなさを感じている可能性がある

る。

西濃運輸が行っているドローンの取り組みの認知している乗務員ほど、兼職や資格取得を考えている。自社グループ内での取り組みへの関心の高さがうかがえる。「トラックで

は進入できない場所や、狭くて危険な場所も多い」といった自由記述があったことから、日々苦勞している山間部での利用を期待していることが考えられる。

ドローンにラストワンマイルを任せられることができるかについて、兼職や資格取得に意欲的な乗務員は支持している。「ドローンにラストワンマイルを任せられることができる」と考えている乗務員は、自分自身の業務から推察して、ある程度普段の業務からイメージしている可能性がある。

ドローンの活用によってドライバーの拘束時間を削減できるかについては、「西濃運輸のドローン事業についての認知度が高い」乗務員は拘束時間を削減できると考えていることがわかる。拘束時間を削減できると思わないとの回答が多かった理由として、拘束時間は「運転」だけではないため、すぐには減らす事ができないと考える乗務員が多かったことが予想される。

ドライバー自身をドローンのパイロットとして想定した場合の設問として、55%の乗務員がドローンを業務に組み入れることに抵抗を感じていることがわかる。理由として、新たに知識を付ける必要があることなど負担が増えることへの不安が考えられる。

6. 本研究の結論

本稿では、企業物流でのドローン活用で、過疎地域におけるラストワンマイルの配送効率を上げる可能性があることを示した。ドライバーの64%は、より長距離の運べる距離を求めており、「ドローンにおけるラストワンマイル」では、相当の距離がないと実践は難しい。ドライバーの69%は、拘束時間が削減できるとは考えていないことは、労働環境を変えるためには継続した取り組みが必要であることを意味する。こうした中で、ドライバーの39%は、ドローンの操縦資格取得

を前向きに考えており、現職のドライバーに勤務する社員の中でもドローンパイロットの可能性に期待を寄せる乗務員が一定数いることは、大きな特徴である。

ただし、乗務員の中からは「ドローン活用によってお客様との距離が遠くなってしまふ」といった懸念がみられた。この点については企業が大切にしている視点を維持しながらドローンといった新技術をうまく活用していく必要がある。「過疎地域だけでなく、トラックの入れない狭小道路先の配達にも利用できると便利」であるとのドライバーの声もあり、過疎地域のラストワンマイルの配送効率を考えることは他の地域でのドライバーの配送環境の改善にも繋がる。こうした意見を絶えず収集し、今後の展開に活かしていく必要がある。

アンケート結果の分析から、以下に課題を示す。

- (1)ライバルとされるモノレールや無人ヘリとのすみわけがある。ドローンは、モノレールや無人ヘリに置き換わるものではなく、それぞれの取り組みを進める中で得意とする分野を発見し、国内の課題のある地域で実践例を重ねていく必要がある。
- (2)ポート併設型の拠点作りである。現在ドローンポートは進化を続けており、従来型の風呂敷型ではなく、開閉可能な蓋のついた新しいポートの開発が進んでいる [24]。都心部では、物流拠点から直接出発できるドローンが建設段階から構想 [25] され、ポート発着基地付きの物流センター作りが今後国内でも進んでいく可能性がある。
- (3)ドローン操作が可能な人材の育成である。本研究のように、現役ドライバーがパイロットを志望しても勤務中にどのような形で資格取得を教育プログラムとして用意するかは未知数である。ドライバーの中には「会社負担でドローン操縦資格を取れるな

らありがたい」などの声もあるため、ドライバーのセカンドキャリアもしくは兼任としての価値を高めるために物流企業だけでなく社会的な理解と協力が求められる。

7. おわりに

今回の研究の結論から提言として、国へ過疎地域におけるラストワンマイルの段階的な規制の解除がある。トラックとの併用では、ドローンは「自動操縦」になることを前提としている。安全面での慎重な議論は必要であるが、ドローンに任せた後の時間をドライバーの労働時間にしないためには、過疎地域での「完全な」自動操縦に対応したドローン物流に移行しなければ難しい事業と考える。

その他各方面の団体に向けては、配送ドライバー向けのドローン講習会実施がある。免許制としての空撮用のドローンなど多様化しているが、本格的なドライバー向けのドローン講習会の拡充が不足している。

業界団体に向けては、ドライバー兼任のキャリアパス展開、労働時間削減による働きやすい職場環境の整備を提言する。今回、ご協力いただいた現役ドライバーの中には、「ドローン操縦・運行管理・講師の資格も保有しているので、ドローン事業に参画できる機会があれば参画したい」とするドライバーもいる。物流業界の新しいキャリアパスとしての展開が期待され、業界の後押しが必要となる。

謝辞

本論文は、2023年11月18日「第15回物流関連ゼミ学生による研究発表会（NS物流研究会主催）」において、朝日大学の土井ゼミによる「過疎地域におけるラストワンマイルの配送効率に関する研究」の報告を加筆修正し、作成した。研究に際し、アンケートおよびヒアリングにご協力を頂いた西濃運輸株式会社の皆様に厚く御礼申し上げます。

また、本研究では、朝日大学大学院グローバルロジスティクス研究会（国土交通省中部運輸局岐阜運輸支局、一般社団法人岐阜県トラック協会、セイノーホールディングス株式会社より構成）および西濃運輸株式会社の各位から有益な助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 一般社団法人全国過疎地域連盟
<https://www.kaso-net.or.jp/>（最終アクセス日 2024年3月31日）
- [2] 大島弘明：規制緩和による供給過多が招いた運送業界の長時間労働、経済界、p.13、2023
- [3] 農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai_seido/s_about/cyusan/（最終アクセス日 2024年3月31日）
- [4] 渡邊裕太、大西裕也、田中一品、中西英之：子犬かハエか：ドローンに対するアニメーション知覚を変容させるHCIインタラクション、人工知能学会全国大会論文集JSAI2019、2D1J1104、2019
- [5] 海老根雅人、飯田涼太、五十嵐仁、黒木尚長：小型ドローン操縦教育におけるリスクマネジメントの視点の検討、総合危機管理NO.5、pp.19-27、2021
- [6] 荻原彰、前田昌志、森下祐介、宮岡邦任：ドローンを活用した小学校河川教育教材の開発、STEM教育研究4、pp.3-11、2022
- [7] 熊崎康文：自己表現II-DA-ドローン操縦体験実習授業の取り組み～ドローンに関する正しい理解と安全な操縦技能実習～、岐阜女子大学紀要（51）、pp.51-58、2022
- [8] 松本隆誠、曾我真人：ドローンの追尾空撮シミュレーションによる操縦スキル学習支援、人工知能学会全国大会論文集JSAI2023、3T5GS705、2023

- [9] 有村美英、山本朋弘：小学生がドローンを操作する方法の違いによる学習意欲や思考の深化の比較分析、日本科学教育学会研究会研究報告 37(5)、pp.121-126、2023
- [10] 國谷岳、手計太一、加藤拓磨、向山公人：オープンデータを利用した河川ドローンウェイデータの試作、河川技術論文集 29、pp.19-24、2023
- [11] 本多広樹：先端技術活用による中山間地域の変化—長野県伊那市の事例—、日本地理学会発表要旨集 2023a、pp.97-、2023
- [12] 平悠佑、植杉大：関西圏の物流に関するネットワーク分析—将来的なドローン輸送の発展を想定したシミュレーションと考察—、撰南経済研究 13、pp.1-16、2023
- [13] 松尾俊彦、荻野裕之、立岩正之、久根崎将人、高森美枝、旭 友也：ドローン物流サービス社会実装に向けた実証と社会受容性向上の取り組み、JREA 66(7)、pp.47131-47134、2023
- [14] 森田富士夫：「送料有料」です！人口減少社会でも持続可能な物流サービスのあり方、白桃書房、pp.77-82、2023
- [15] 加藤拓磨、國谷 岳、手計太一、向山公人、近藤建斗：河川空間を活用したドローン物流を実現するために必要な空間情報の検討、土木学会論文集 80(16)、2024
- [16] 令和5年度岐阜県ドローンビジネス推進研究会第1回セミナー
- [17] 和歌山県下津町鈴木農園：
<http://www.mikanfarm.com/s/2004/hakobiya/1224.html>（最終アクセス日 2024年3月31日）
- [18] ヤマハ発動機株式会社：
<https://www.yamaha-motor.co.jp/ums/heli/agri.html>（最終アクセス日 2024年3月31日）
- [19] 宮島拓郎、竹内紀晶、齊藤寿幸、久保田邦裕、白石智規：送電設備点検へのドローン活用事例、電気学会研究会資料/電線・ケーブル研究会[編] 2023(1-5)、pp.1-4、2023
- [20] 国土交通省総合政策局物流政策課資料：過疎地等における物流サービスの現状分析及び検討にあたっての問題意識について、平成26年10月29日
<https://www.mlit.go.jp/common/001068998.pdf>（最終アクセス日 2024年3月31日）
- [21] 六甲でドローン定期運送 IT企業集積へ神戸市実験物流改善、災害にも強く、2020年6月11日、日本経済新聞
- [22] 宮崎達郎：空の産業革命は起こるのかドローン物流の現状と課題、生活協同組合研究(505)、pp.36-41、2018
- [23] 日経産業新聞 2022年10月21日記事「ラストワンマイル」を革新 セイノーHDドローン配送の事業化（ザ・チーム）
- [24] 国土交通省総合政策局物流政策課 2023年5月プレスリリース、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ついて（別紙2）
- [25] 日経クロステック 2022年2月9日記事：国産のドローン格納設備が登場 精密着陸・自動充電に対応、
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/12211/>（最終アクセス日 2024年3月31日）