

次世代の薬品輸送ドローン

宮城県仙台第三高等学校 普通科

要旨

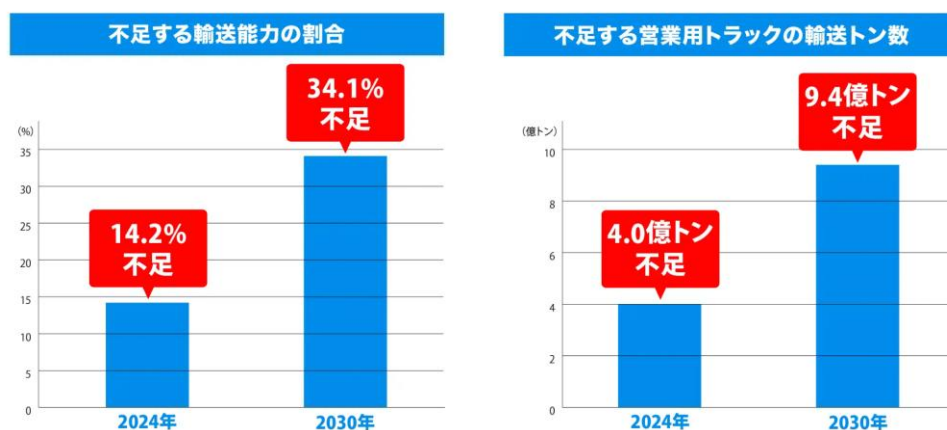
本研究は近年、急速に普及し様々な分野で活用されることの多くなったドローンに注目して探究活動を行ってきた。私たちは始め、ドローンを用いた物流の効率化を図るためにどのような機体、輸送方法が適切なのかを考えた。しかし、自分たちの能力、設備で行える実験、検証の方法に限界を感じたこと、アメリカでドローンを用いた臓器輸送を成功させたニュースを発見したことをきっかけに災害時における薬品輸送に研究内容を絞った。結果として、梱包を箱型にする、荷物を上に乗せることで飛行輸送の安定化を図れるようになることがわかった。

本文

～第一章 '23年4月の探究活動から薬品輸送への指針変更まで～

はじめに

本研究を行おうとしたきっかけとなったのは、「物流の2024年問題」と航空法が一部改正された事に関するニュースであった。「物流の2024年問題」とは、2024年4月からトラックドライバーの時間外労働の上限規制と改正改善基準告示(トラックドライバーの労働時間等の労働条件の向上を図るため、拘束時間や休息期間、運転時間等の基準を定めたもの)が適用され、労働時間が短くなることで輸送能力が不足し、「モノが運べなくなる」ことが懸念されている問題である。また、航空法が一部改正されたことで、2021年6月11日に航空法の一部が改正され、ライセンス取得者の有人地帯における目視外飛行が可能になった。これらのことから私たちはドローンを用いることで宅配業者の負担を軽減できるのではと考え、ドローンを宅配に用いるための最適な荷物の運び方、重量を実験を用いて検証した。



↑不足する輸送能力の割合、トラックの輸送トン数の推移予想（全日本トラック協会 HP）

研究・実験方法

以下、一切の実験は三高物理実験室で行った

私達はまず、参考が所有するドローンを用いてどの輸送方法が最も安定しているのかを検証した。

結果は以下の通りになった。

ドローンの基本情報

商品名 DJI tello

縦横 18.7cm 重さ 80 g プロペラ 7.5cm

【検証 1】

このドローンの荷物の吊り方を変え、1、2、3号機とし、飛行の安定性を検証。どの構造が良いかを調査。



1号機	4本のアームから糸を固定。 (一般的にドローン輸送で用いられている形)	<ul style="list-style-type: none">・下に地面との距離を測るセンサーがあり地面との距離がわからない。・ドローンの底面との距離が短く、多くの荷物を運べない。
2号機	糸を長くして荷物までの距離を長くした。(自衛隊のヘリで用いられている形)	<ul style="list-style-type: none">・吊るす紐が揺れてしまい、重心が保てなくなって失敗
3号機	ストローに糸を通し揺れを制限した。	<ul style="list-style-type: none">・紐の動きも制限でき最も安定した飛行ができた。

検証 1 より、3号機が安定しているとわかった。

【検証 2】

3号機の下にあるおもりの重量を変化させ、検証。

飛行可能なら○、不可能なら×

おもり (g)	10	20	25	30	40	60
	○	○	△	×	×	×

結果・考察

以上の結果から次の方法を満たすものが最も安定していることがわかったが分かった。

- ・ひもにストローをつけ、ひもを固定する

- ・ひもを4本にし、重量を分散

- ・ストロー等を含めおもりを20gにする

また、私達は荷物とドローンをつなぐ紐とストローが安定性を欠く原因なのではないかと考え、この考察から更に実験を続けた。

～第二章 薬品輸送への指針変更から'25年三高探究の日まで～

はじめに

上記のとおり、ドローン輸送に関する探究を進めていたが、自分たちの能力、設備で行える実験、検証の方法また、学校内での探究活動という短い時間での研究方法に限界を感じ、輸送分野の中でも更に条件を絞ることが出来るのではないかと考えた。現状のドローン輸送の問題点や進められているプロジェクトを再度調べていく中で、アメリカで行われた移植用の臓器をドローンで輸送した事例を発見し、ドローンによる薬品輸送に研究内容を絞ることを決めた。更に、当時能登半島での地震による交通、輸送網の分断による被災地への影響がニュースで多々報じられていた。そのため、災害時の被災地への素早く安全な薬品の輸送をドローンで行う方法について調べることとなった。

研究・実験方法

第一章の実験より荷物の固定の仕方、大きさに制限があることが分かった。また私たちは荷物とドローンをつなぐ紐とストローが安定性を欠く原因なのではないかと考えた。そして、荷物をドローンの上に乗せることで輸送の安定化を図った。

→ドローン上に薬品と仮定した紙粒を入れた梱包を置き、どれだけドローンの揺れで紙粒が張り付いたかを検証する。張り付いた数が少ないほど揺れが少ないと判断した。

梱包は紙を切り組み立てたもので、内面にテープのりが貼られている。



短冊形の梱包を載せたドローン（左） / 箱型の梱包を載せたドローン（右）

梱包方法	箱	短冊
張り付いた数	10/50	25/50

以上の結果から箱型の梱包のほうが安定していることが分かった。

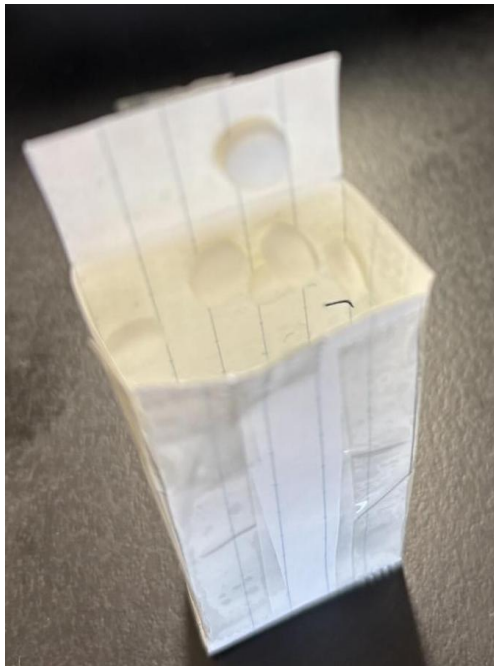
そのため、次に箱型の梱包のみでさらに実験を進めた。

下の表は上から順に

- ・ 梱包を載せたドローンをそのまま飛ばしたとき。
 - ・ 箱型の梱包のみを手にとって数回振ったとき。
 - ・ 扇風機で風（弱）を当てて梱包を載せたドローンを飛行させたとき。
 - ・ 扇風機で風（中）を当てて梱包を載せたドローンを飛行させたとき。
- ※強の風を当てたときはそもそも飛行不可能であったため、計測を行わなかった。

飛ばし方	付着(落下)した数
通常飛行	0 個
手で振る	6 個
扇風機(弱)	0 個

扇風機(中)	0 個
--------	-----



よって、以上の結果からどの飛行状態でも付着した紙粒の数は0個であったが、手で振ったときには6個の紙粒がついたため、箱型の梱包を乗せることで比較的安定した飛行が可能なが分かった。

まとめ

2年間の探究活動を通して、ドローンを用いた薬品輸送という点においては荷物をドローンの上に乗せることで最も安定した飛行ができることがわかった。また、梱包の方法は横長の箱型が良いこともわかった。これまでの実験は三高の校舎内で行ってきたが、実際に輸送する際は外を運搬することになるので、外での実験で、気温や風速、天候によって輸送にどのような影響が出るのかを検証することで更に実践的なデータを得られることができたのではないと思う。また、今回実験に使用した紙粒は錠剤の薬品を模したものであったが、他にも液体や粉状の薬品に付いての実験も行いたかった。

最後に、本研究を進めるに当たって「2024年 ドローンプログラミング教室」では、第23回 水ものがたり研究会で外部発表を行い外部の講師の方への発表を行ったり、や他の学校の生徒の発表を聞いたことでより新しい視点を得ることができた。このような貴重な機会をくださった(公社)日本水環境学会東北支部「水ものがたり研究会」、その他関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

全日本トラック協会 知っていますか?物流の2024年問題

<https://jta.or.jp/logistics2024-lp/>

BBC ドローンで移植用臓器を輸送、世界で初めて成功 8年越しの移植手術が実現

<https://www.bbc.com/japanese/video-48250195>

abstract

We found some news and articles that drones are used to transport medicine and organs. We found that securing the luggage and disturbing the weight was the most stable way and strip-shaped was more stable than strip-shaped. Our future prospect is aiming to reduce shakiness and get medicines to those who need them quickly. In addition, we want to experiment with transporting liquid and powdered chemicals, and we try to improve the safety of our cargo.