

システム提案書

ドローン宅配事業者支援システム
Aero Net

土佐山田IT株式会社

久保田 天治
寺内 俊輔

塩澤 康志
林 晃太郎

蟬 祐介
松本 吏司

目次

1	現状の課題	2
2	課題解決のための提案	3
2.1	Aero Net とは	3
2.2	Aero Net による課題の解決方法	3
3	ドローン宅配の実現可能性	4
3.1	ドローンとは	4
3.2	ドローンに関する法律	4
3.3	自動操縦について	5
3.4	労働力不足解消の可能性	5
4	機能の概要・前提条件・制約事項	6
4.1	機能の概要	6
4.2	前提条件	8
4.3	制約条件	8
5	ドローン宅配・情報・金銭の流れ	8
5.1	ドローン宅配の流れ	8
5.2	情報の流れ	9
5.3	金銭の流れ	10
6	想定する利用者	10
7	運用・保守	10
8	ハードウェア・ソフトウェアの構成	10
8.1	ハードウェア構成	10
8.2	ソフトウェア構成	11
9	費用・効果	11
9.1	システムの効果	11
9.2	収入	12
9.3	システムの導入・運用コスト	12
9.4	利益	12
10	開発体制と工程計画	13
11	本システムのアピールポイント	13
12	貢献度	14

1 現状の課題

2022 年日本における宅配便取扱個数は 50 億個を超えた。忙しい日常がある中で、商品や郵便物を手軽に送受できる宅配便は多くの人々にとって頼りにされ、図 1 のように宅配需要は増加し続けている。特に新型コロナウイルスの影響により、オンラインショッピングの増加や非接触配達の需要が高まり、宅配業界は一層の成長を遂げた。

しかし、宅配サービスの拡大と需要増加には新たな課題も浮かび上がっている、最も顕著な課題は宅配業界における労働力不足だ。図 2 のように少子高齢化社会に伴う労働人口の減少により、現状の宅配サービスを維持することは日々困難になっている。特に過疎地域や離島においては、現状の輸送方法では効率が悪く輸送方法の効率化が求められる。

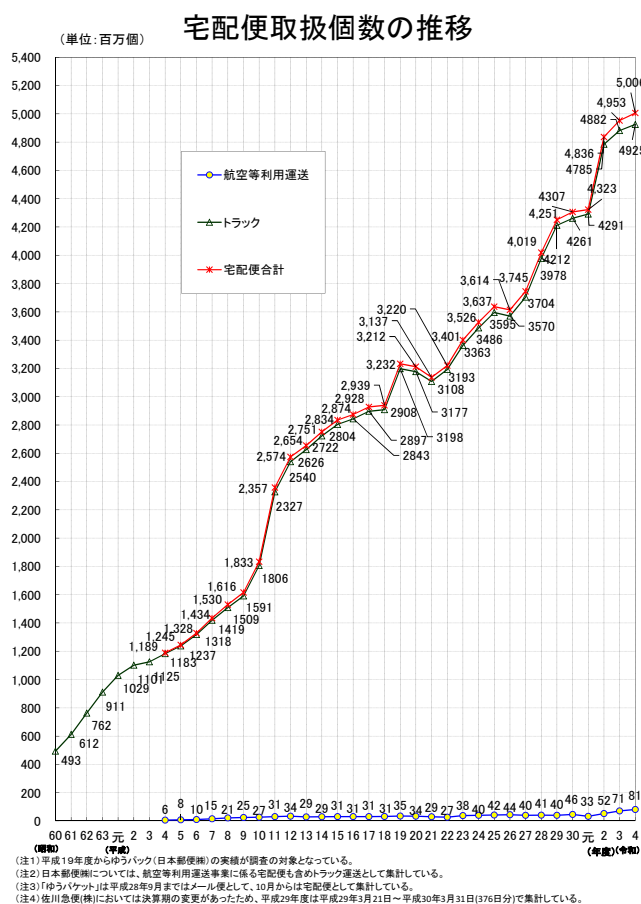


図 1 宅配便取扱個数の推移 ([1] より引用)

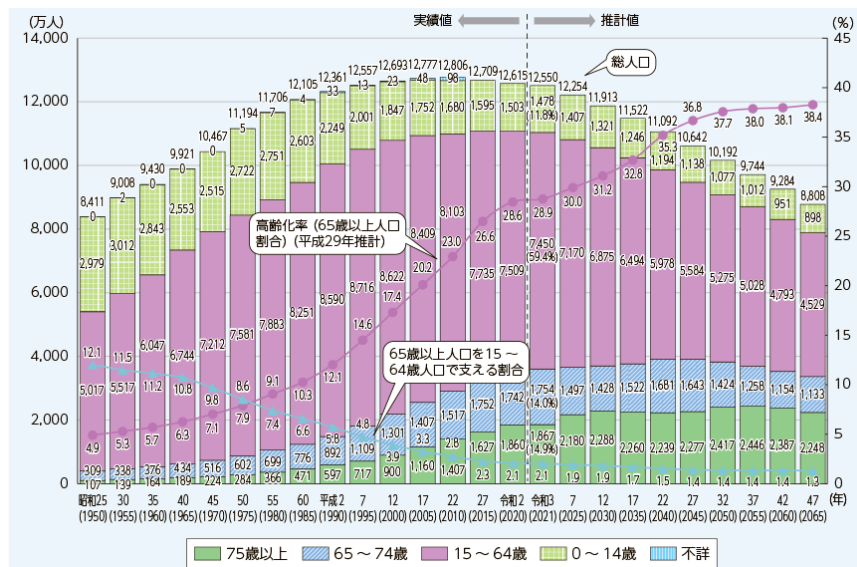


図2 労働人口の減少 ([2] より引用)

2 課題解決のための提案

上記の課題を解決するため、効率的かつ人手不足の解消を目的としたドローン宅配事業者支援システム”Aero Net”を提案する。

2.1 Aero Net とは

Aero Net とは、管理者、ドローン宅配事業者、および利用者を結ぶシステムである。利用者が宅配依頼を管理者に送信し、管理者がドローン宅配事業者に宅配依頼を行う。ドローン宅配事業者は、ドローンを活用し受け取り主に届ける。このシステムにより、効率的な宅配を実現する。

2.2 Aero Net による課題の解決方法

このシステムによる課題の解決方法を下記に示す。

- ドローンの操縦を自動化することで、より少ない人手で大量の荷物を個人宅に宅配でき、労働力不足の問題に対処できる。従来の宅配サービスと比較して労働者への依存度が低くなり、配送コスト削減と労働環境の改善に期待できる。
- 離島や過疎地域など従来の方法では非効率だった地域にも、効率的に配送を行うことができる。これにより、これらの地域においても高速かつ手頃な値段の宅配サービスが提供される。

3 ドローン宅配の実現可能性

3.1 ドローンとは

ドローンとは、リモートコントロールや事前にプログラムされた自律システムによって飛行する小型の航空機であり、一般的には無人航空機とも呼ばれる。

ドローンは、手のひらに収まるほどの小型機から、長時間の飛行が可能な大型機まで、様々な種類がある。これらのドローンは、サイズ・形状・機能・価格などが多様であり、カメラ・センサー・GPS・通信機能などの多彩な機能を備えたモデルが存在している。

3.2 ドローンに関する法律

現在のドローンに関する法律は次のようになっている。

ドローン物流サービスの提供にあたっては、飛行の安全の確保の観点から、航空法第 11 章無人航空機に掲げる規定を遵守する必要がある。遵守されていない場合、航空法第 13 章罰則に掲げる規定により、罪に問われる場合がある。([3] より引用)

現在、地表又は水面から 150m 以上の上空や人口集中地区などの、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、ドローン等の無人航空機を飛行させるためには国土交通大臣の許可を得る必要がある。

無人航空機を飛行させるにあたり、次のルールを遵守する必要がある。[4]

- アルコールや薬物の影響下での運用を避けること。
- 飛行前に確認を行うこと。
- 他の航空機や無人航空機との衝突を防ぐための飛行を心掛けること。
- 他人に迷惑をかけるような方法での飛行を避けること。

また、特例を除き次に掲げる方法で無人航空機を飛行させる場合は、地方航空局長の承認を受ける必要がある。

- 夜間での飛行。
- 目視外での飛行。
- 人または物件と距離を確保できない飛行。
- 催し場所上空での飛行。
- 危険物の輸送。
- 物資の投下。

ドローン宅配をするにあたり、人口集中地区で無人航空機を運用するためには、国土交通大臣の許可が必要である。また目視外の飛行を行うためには、地方航空局長の承認を得る必要がある。

3.3 自動操縦について

具体的な飛行について国土交通省や関連する機関が具体的なガイドラインや規定を定めており、飛行レベルは図3のように定義されている。

レベル1	目視内での操縦飛行
レベル2	目視内での自動・自律飛行
レベル3	無人地帯※での目視外飛行 ※有人地帯において飛行経路下の第三者の立入管理を行った場合も含む。
レベル4	有人地帯（第三者上空）での目視外飛行（補助者の配置なし）

図3 無人航空機の飛行レベル ([3] より引用)

ドローン宅配をするにあたり該当するレベルは、有人地帯での目視外飛行に該当するためレベル4である。また、無人航空機の飛行形態や特定飛行の該非、立入管理措置の有無等により図4のように3つのカテゴリーに分類される。

カテゴリーⅢ (レベル4飛行含む)	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行
カテゴリーⅡ (飛行許可・承認申請が必要な飛行)	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じた上で行う飛行、かつ、最大離陸重量 25kg 以上の無人航空機の飛行であって、空港等周辺、150m 以上の上空、催し場所上空、危険物輸送及び物件投下に係る飛行
カテゴリーⅡ (飛行許可・承認申請が不要な飛行)	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じた上で行う飛行であって、許可・承認が不要（該当しない）な飛行
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行

図4 リスクに応じた無人航空機の飛行形態 ([3] より引用)

無人航空機を飛行させるために必要な技能(知識及び能力)を有することを証明するため、無人航空機操縦者技能証明制度と呼ばれる制度が存在する。カテゴリーⅡ飛行を行うためには、二等無人航空機操縦士が必要であり、カテゴリーⅢ飛行を行うためには、一等無人航空機操縦士が必要である [3]。

3.4 労働力不足解消の可能性

近年、宅配サービスの拡大と需要増加にも関わらず、宅配業界の労働力不足が懸念されている。この労働力不足を解決する方法の1つとして、ドローンの活用が考えられる。

ドローンとトラックに必要な免許についての比較は表1のとおりである。これらのことから一等無人航空機操縦士の免許は準中型免許より取得が容易であるため、労働力不足の解消が期待できる。

表1 ドローンとトラックの免許の比較

	ドローン	トラック
名称	一等無人航空機操縦士	準中型免許
対象年齢	16 歳以上 [5]	18 歳以上 [6]
期間	14 日間 [7]	最短で 19 日間. 通常 40 日前後 [8]

4 機能の概要・前提条件・制約事項

4.1 機能の概要

本システムは管理者、ドローン宅配事業者、利用者が存在する。それぞれに向けた機能の概要を説明する。ドローン宅配事業者は以下事業者と呼ぶ。

4.1.1 管理者向け機能

管理者用の web ページを作成し下記の機能を設ける。

ログイン・ログアウト機能

管理者がログイン・ログアウトする機能。

事業者管理機能

事業者の登録情報の管理閲覧、絞り込み、請求書の送付、支払い状態の管理閲覧、貸与ドローンの管理閲覧する機能。

利用者管理機能

利用者の登録情報の管理閲覧、絞り込み、請求書の送付、支払い状態の管理閲覧する機能。

事業者情報分析機能

事業者の利用状況を絞り込みやグラフを用いて分析する機能。

利用者情報分析機能

利用者の利用状況を絞り込みやグラフを用いて分析する機能。

宅配依頼受付機能

利用者から宅配依頼を受け、事業者が宅配依頼を受けることが可能か確認し、事業者に仕事を割り振る機能。受付中、受付完了、集荷中、配送中、配送完了の状態を管理する。

宅配仕事割り振り機能

宅配依頼受付機能で呼び出す、事業者に仕事を割り振る機能。集配に向かう事業者と仲介トラックと最終的に配送する事業者の組み合わせを選ぶ。

ドローン貸与機能

事業者からドローン貸与申請を受けて貸出あるいは、申請の差し戻しを行う機能。

事業者ドローン情報管理機能

事業者の所持ドローン、貸出用ドローンの登録、個数の変更、各ドローンの个体番号と稼働時間、各ドローンの状態閲覧を行う機能。

4.1.2 事業者向け機能

事業者用の web ページを作成し下記の機能を設ける.

ログイン・ログアウト機能

事業者用のログイン・ログアウトする機能.

事業者登録申請機能

事業者名, 事業代表者, 免許情報, 口座情報, 事業拠点, 従業員数, 電話番号, メールアドレス, 施設情報, パスワードを入力して事業者登録申請を行う機能.

事業者情報編集機能

事業者名, 事業代表者, 免許情報, 口座情報, 事業拠点, 従業員数, 電話番号, メールアドレス, 施設情報, パスワードを編集する機能.

依頼受注判断機能

管理者から送られる宅配依頼を承諾もしくは拒否する機能.

配達完了通知機能

宅配が完了した場合に利用者に通知する機能.

使用ドローン登録機能

事業者が独自に購入したドローンを登録する機能.

子アカウント発行機能

権限を限定した一般従業員用アカウントを発行して, 同一事業者内で複数人が事業を行えるようにする機能.

子アカウント管理機能

事業者が子アカウント発行機能を用いて発行した子アカウントの管理を行う機能.

ドローン貸与申請機能

ドローン貸与の申請, ドローンの返却, ドローンの修理依頼, ドローンの機体トラブル報告をする機能.

退会機能

事業を終了し, データ削除を申請して退会する機能.

4.1.3 利用者向け機能

利用者向けのスマートフォン用ソフトウェアを用意し下記の機能を設ける.

ログイン・ログアウト機能

利用者用のログイン・ログアウトする機能.

利用者会員登録機能

利用者名, 住所, 電話番号, メールアドレス, パスワードを用いて利用者が会員登録をする機能, これは管理者の許可が必要ない.

利用者会員情報編集機能

利用者名, 住所, 電話番号, メールアドレス, パスワードを編集する機能.

宅配場所登録機能

宅配で離着陸する場所を指定して登録編集する機能、外の画像を送信して申請をする。

宅配依頼機能

管理者に対して宅配を依頼する機能。

受け取り完了通知機能

受け取り完了を通知する機能。

お気に入り登録機能

配送相手をお気に入り登録する機能、これを用いて簡単に宅配を依頼する機能。

退会機能

データ削除を申請して退会する機能。

4.2 前提条件

- 宅配元と宅配先がお互いドローン着地地点を登録すること。
- 事業者は使用するドローンを無人航空機の登録制度に基づき国土交通省のシステムに登録すること。
- 宅配依頼に対し送り主と受け取り主の双方が同意すること。
- 利用者は日本語を理解できること。

4.3 制約条件

- 利用者が情報を登録するときに虚偽の情報を登録しないこと。
- 管理者は利用者の情報を本システムの利用目的以外で使用しないこと。
- 管理者は利用者の個人情報の管理を個人情報の保護に関する法律 [?] に則り行うこと。
- 事業者は航空法施行規則 236 条 [?] に則り無人航空機の適切な運用を行うこと。
- 荷物は W320×D260×H200(mm) 以内に収まること*¹。
- 荷物は段ボールに梱包されていること。
- 荷物の重量は 5kg 以下であること*¹。
- 利用者は利用規約を順守すること。

5 ドローン宅配・情報・金銭の流れ

5.1 ドローン宅配の流れ

本システムで想定するドローン宅配の流れを図 5 に示す。また、下記に示す。

- ① 送り主である利用者が、管理者に対して宅配依頼を行う。
- ② 管理者が事業者に対し、集荷・配送依頼を行う。
- ③ 事業者がドローンを用い、依頼を受けた荷物の集荷を行う。
- ④ 受け取り主である利用者が事業者から離れている場合、トラックを用いて荷物を受け取り主の最寄りの

*¹ 物流専用ドローン AirTruck[9] を想定

事業者へ配送する。

- ⑤ 事業者がドローンを用い、荷物を受け取り主へ配達する。

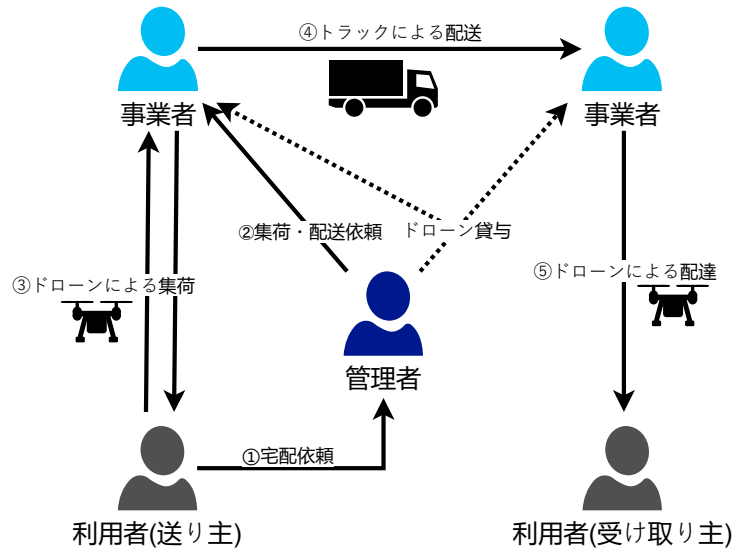


図5 ドローン宅配の流れ

5.2 情報の流れ

本システムにおける情報の流れを図6に示す。本システムは、利用者(送り主及び受け取り主)が使用する端末、事業者が使用する端末、システム管理者が使用する端末及び、システム中核を担うサーバとデータベースによって構成される。

各ユーザからの要求を受けサーバが処理を行い、webページやソフトウェアに適した情報を提供する。

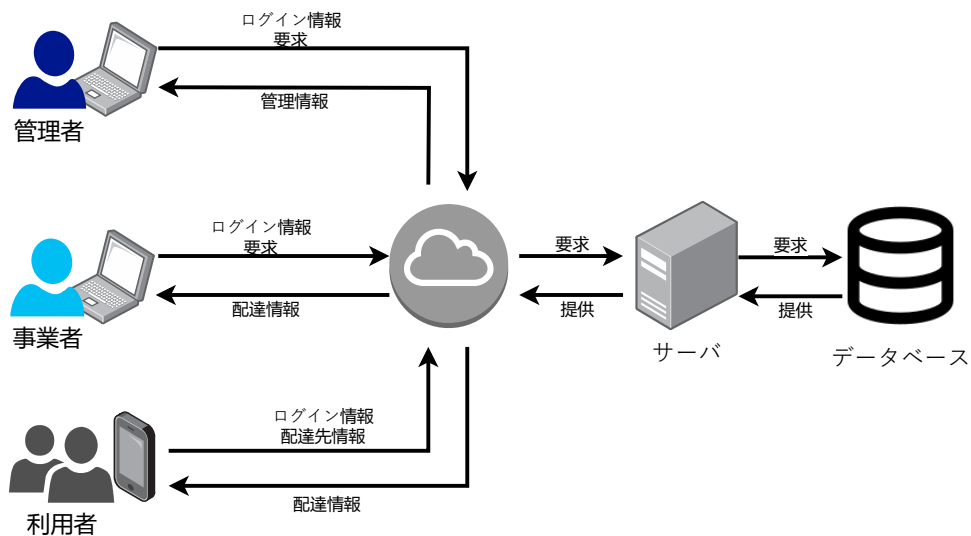


図6 本システムにおける情報の流れ

5.3 金銭の流れ

本システムにおける金銭の流れを図7に示す。

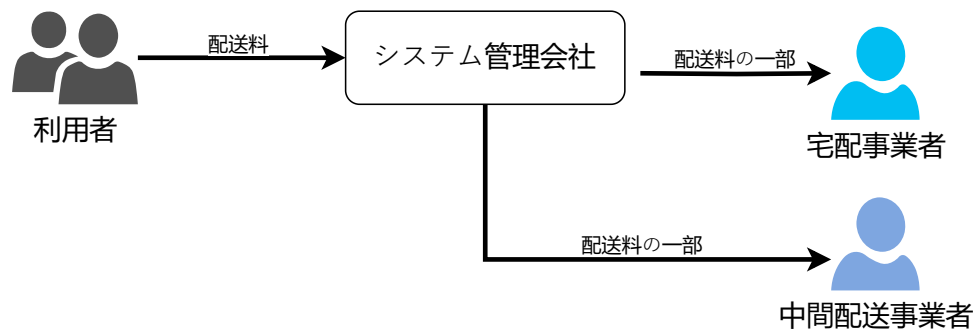


図7 本システムにおける金銭の流れ

6 想定する利用者

本システムが想定する利用者を下記に示す。

- 荷物の送受を希望する事業者または個人
- ドローン宅配事業者

7 運用・保守

- 管理者がドローンを貸与する。
- システムは自社が運用保守を請け負う。
- 事業者は管理者にドローンの修理依頼をする。
- 管理者は専門の業者にドローンの修理依頼を出す。
- 最低月に1度ミーティングと修正を行う。
- システムのアップデートを行う。
- 管理者からの不具合等の報告はメールで対応し、営業時間内で対応する。

8 ハードウェア・ソフトウェアの構成

8.1 ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成を表2に示す。

表2 ハードウェアの構成

項目	種類	数量
メインサーバ	レンタルサーバ	2
データベースサーバ	レンタルサーバ	2
管理者端末	PC	1
事業者端末	PC	事業者数
利用者端末	スマートフォン	利用者数
搬送装置	ドローン	事業者希望数以上

8.2 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成を表3に示す。

表3 ソフトウェアの構成

項目	ソフトウェア	備考
サーバ	Apache もしくは Nginx	
サーバ	DBMS	
サーバ	ドローン管理システム	
管理者端末	管理者用システム	
事業者端末	事業者用システム	
利用者端末	利用者用システム	

9 費用・効果

9.1 システムの効果

本システムを導入することによって、下記の効果が期待できる。

- ドローンを利用した無人宅配が可能となり、宅配サービスの人手不足を解消できる。
- ドローンを利用して処方薬を配送することで、山間部や離島などに対するリモート診療に利用できる。
- ドローンを利用したフードデリバリーといった新たなサービスが提供でき、経済の活性化につながる。
- 充電式のドローンを使用することで、排気ガスの排出が削減され、環境への負荷が軽減する。そのため、環境への配慮を重視する現代社会に貢献できる。
- 管理者が多くの実業家にサービスを提供することで、新規ドローン宅配事業者の参入を奨励できる。新規事業者の参入に伴う宅配業務従事者の増加と競争の活発化は、労働力不足の解消、サービス品質の向上、価格競争力の向上につながり、消費者にとって選択肢が増えることで市場が活性化する。
- 多くの事業者が共通の支援システムを使用することで、スケールメリットを最大限に活用しコスト削減を実現できる。経済的なメリットは宅配業界全体に波及し、より効率的なサービス提供が可能になる。

9.2 収入

本システムは配達による収入を想定している。配送料を 600 円、1 日に配達する荷物の数を 20,000 個^{*2}とすると 5 年間の配達による収入は

$$600 \text{ 円} \times 20,000 \text{ 個} \times 30 \text{ 日} \times 60 \text{ ヶ月} = 21,600,000,000 \text{ 円}$$

となる。

9.3 システムの導入・運用コスト

本システムの導入コストは表 4、運用コストは表 5 のようになる。

表 4 導入コスト

項目	単価 (千円)	数量	金額 (千円)	備考
物流ドローン (貸出用)	3,000	2,000 台	6,000,000	物流専用ドローン AirTruck[9] を参考
サーバ (レンタル)	2	4 ヶ月 × 2 台	16	
システム設計人件費	40	34 日 × 6 人	8,160	
システム実装人件費	40	31 日 × 6 人	7,440	
合計			6,015,616	

表 5 運用コスト

項目	単価 (千円)	数量	金額 (千円)	備考
サーバ (レンタル)	2	60 ヶ月 × 2 台	240	変動の可能性あり
維持費用	6,015,616	60 ヶ月	3,007,808	(導入コスト × 10%) × 5 年
宅配事業者報酬	0.15	20,000 個 × 30 日 × 60 ヶ月	5,400,000	報酬 × 1 日当たりの荷物の数 × 日数
中間配送費用	35	40 台 × 30 日 × 60 ヶ月	2,520,000	トラック 1 台の報酬 × 台数 × 日数
合計			10,928,048	

上記を踏まえて、システムの開発と 5 年間の運用にかかる費用は次のようになる。

$$6,015,616,000 \text{ 円 (導入コスト)} + 10,928,048,000 \text{ 円 (運用コスト)} = 16,943,664,000 \text{ 円}$$

9.4 利益

本システムを 5 年間運用した際の利益は以下のようになる。

$$21,600,000,000 \text{ 円 (収入)} - 16,943,664,000 \text{ 円 (費用)} = 4,656,336,000 \text{ 円}$$

^{*2} 宅配便の 1 日当たりの荷物数の約 0.14%

10 開発体制と工程計画

本システムの開発は土佐山田 IT 株式会社の 6 名により行う。

本システムの工程計画は図 8 に示す。

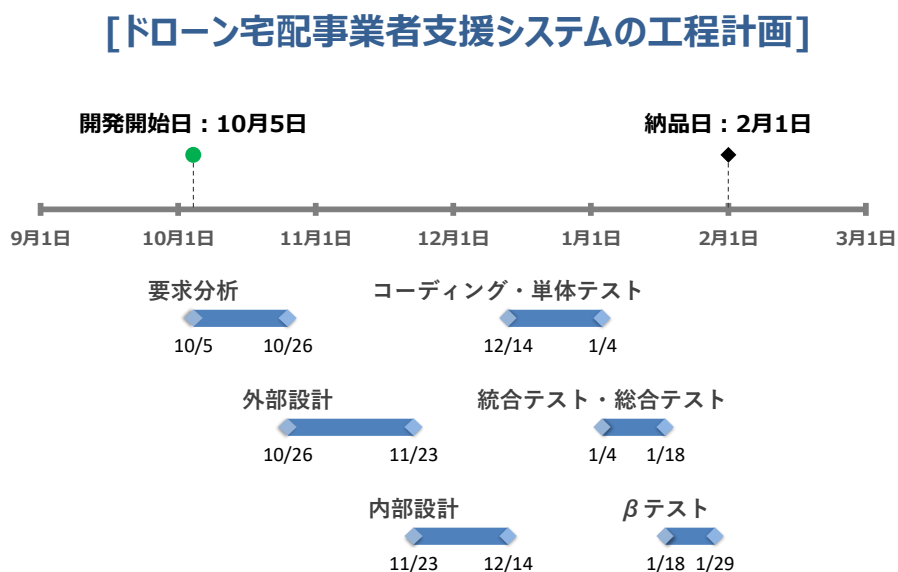


図 8 工程計画

11 本システムのアピールポイント

- 未だに日本に存在のしないシステムである。
- 2022 年度の宅配荷物数は 50 億個であり、8 年連続史上最高を更新中である。しかし、人手不足が深刻化しており、本システムはこの課題の解決策のひとつとなりうる。
- 交通渋滞や地理的な制約を受けずに荷物を迅速かつ効率的に配達することが可能である。
- 災害時などで交通インフラが破壊されたとしても、物理的障害の影響が少ないため、必要な物資や医療用品の迅速な配達が可能である。
- 離島や山間部などのアクセスが難しい地域において従来の宅配方法と比較し、大幅なコスト削減になる。
- 今日リモート診療が普及し始めている。リモート診療とドローン宅配を併用すると患者は外出する必要がなくなるため、感染リスクを極力減らすことができる。

12 貢献度

システム提案書では各メンバーが下記の項目でチームに貢献した。

- 1240312 久保田 天治
 - － 機能の概要・前提条件・制約事項一部
 - － ハードウェアとソフトウェアの構成
 - － 制約の追加と語句の修正と語句表の作成
 - － レビューの司会
 - － レビューの際に積極的に改善点を提示
- 1250329 塩澤 康志
 - － 費用・効果
 - － システム導入の効果の追加
- 1250333 蟬 祐介
 - － 運用・保守
 - － 労働力不足解消の可能性を追加
 - － 10/16(月) の会議で書記を担当
- 1250348 寺内 俊輔
 - － 機能の概要・前提条件・制約事項一部
 - － 現状の課題
 - － 課題解決のための提案
 - － 全体の枠組み
 - － 全体の統合
 - － 機能の概要追加
 - － 「労働力不足の可能性の追加」と「ドローン宅配の実現の可能性」について個別ミーティング
 - － 参考文献の収集と提示
 - － チームメンバーのサポート
 - － 購入用ドローンの選定
 - － レビューの際に積極的に改善点を提示
- 1250358 林 晃太郎
 - － 想定する利用者
 - － スケジュール
 - － 本システムのアピールポイント
 - － 3回の会議で書記を担当
 - － 10/16 の会議の体調不良者に代わりリーダーを担当
 - － 会議のリーダーを4回担当(リーダー代行も含め)
 - － ドローンの実現可能性の section を追加
 - － 工程計画の作成
 - － 購入用ドローンの申請

- レビューの際に積極的に改善点を提示
- 1250371 松本 吏司
 - 情報・金銭の流れ
 - 全体の枠組み
 - Github におけるルール整備・リポジトリ整備・コマンド共有
 - Slack に github bot 導入
 - ドローン宅配の流れの図作成
 - 分かれた文書の統合
 - レビューの際に積極的に改善点を提示

参考文献

- [1] 国土交通省. 令和4年度 宅配便等取扱個数の調査及び集計方法.
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001625915.pdf>. (Accessed on 23/10/2023).
- [2] 内閣府. 令和4年版高齢社会白書.
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf. (Accessed on 23/10/2023).
- [3] 国土交通省. ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン ver.4.0.
<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001601194.pdf>, 2023. (Accessed on 23/10/2023).
- [4] 国土交通省. 無人航空機の飛行禁止空域と飛行の方法.
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html. (Accessed on 23/10/2023).
- [5] 日本海自協会. 受験資格.
<https://ua-remote-pilot-exam.com/guide/eligibility/>. (Accessed on 23/10/2023).
- [6] 全日本トラック協会, 都道府県トラック協会. 準中型免許.
<https://ua-remote-pilot-exam.com/guide/eligibility/>. (Accessed on 25/10/2023).
- [7] KDDI スマートドローンアカデミー. 一等・二等無人航空機操縦士取得コース.
<https://kddi.smartdrone.co.jp/academy/license/>. (Accessed on 25/10/2023).
- [8] 一宮・高知県自動車学校. 【解説】準中型免許とは? ~取得費用や日数について解説.
<https://ikku-kds.com/news/post-0-7/>. (Accessed on 25/10/2023).
- [9] 株式会社エアロネクスト. 物流専用ドローン AirTruck.
<https://aeronext.co.jp/service/airtruck/>. (Accessed on 22/10/2023).