

宅配便システムにおける不在再配達削減策の  
効率化に関する研究

嘉 瀬 英 昭

## 目次

第1章 序論	1
1.1 本論文の目的	1
1.2 本論文の構成	1
第2章 宅配便市場の現状分析及び課題の抽出	3
2.1 本章の目的	3
2.2 問題の所在	3
2.3 宅配便における不在再配達の現状	9
2.4 不在再配達削減策の特性	25
2.5 考察	35
2.6 本章のまとめ	37
第3章 置き配の活用方針に関する検討	40
3.1 本章の目的	40
3.2 置き配の概要	40
3.3 置き配に関する調査	44
3.4 本章のまとめ	59
第4章 店舗受取システムの再構築に関する検討	62
4.1 本章の目的	62
4.2 店舗受取の概要	62
4.3 先行研究における店舗受取方式の分析	67
4.4 店舗受取方式の課題	68
4.5 店舗受取方式における改善スキームの提案	68
4.6 モデル化	70
4.7 シミュレーションの実施	71
4.8 店舗受取の改善スキームに関するシミュレーションの結果及び考察	73
4.9 本章のまとめ	73

第 5 章	パーセルボックス戦略的活用の提案	76
5.1	本章の目的	76
5.2	本研究におけるパーセルボックスの定義	76
5.3	荷物寸法のパーセルボックスに対する影響	78
5.4	テキストマイニング分析	80
5.5	パーセルボックスによる不在再配達削減策の総括	93
5.6	パーセルボックスの効果的活用のための情報システムとのリンク	97
5.7	考察	99
5.8	本章のまとめ	99
第 6 章	タワーマンションへの再配達におけるロジスティクスドローン導入の 効果の検討	102
6.1	本章の目的	102
6.2	ロジスティクスドローンの活用	102
6.3	宅配コストの定式化	106
6.4	ドローン宅配コストが徒歩宅配コストを下回る限界	109
6.5	ドローン宅配コスト試算の試算条件と試算結果	110
6.6	本章のまとめ	120
第 7 章	全体最適化を目指す不在再配達削減策の展開	123
7.1	本章の目的	123
7.2	不在再配達削減策における選択モデル	123
7.3	不在再配達削減策の選択モデルに関する検証	127
7.4	考察	136
7.5	本章のまとめ	136
第 8 章	結論	138
8.1	本論文の結論	138

# Study on Efficiency of Absent Redelivery Reduction Measures in Courier System

Hideaki KASE

In recent years, the importance of consumer logistics, particularly in the courier business, has been rapidly increasing. The elaborate logistic networks of major parcel delivery companies are widely used as part of the social infrastructure. However, no decisive measures have been taken to reduce redelivery rates. Package-drop services, parcel boxes, and store pickup have been implemented, but they have only had a limited impact.

This study considers how to reduce redelivery in a parcel delivery system and how to develop effective portfolios by using various analyses in order to optimize all available measures.

This doctoral dissertation consists of eight chapters.

Chapter 1 explains the structure of this thesis, including its research objectives and findings.

Chapter 2 clarifies the issues surrounding absentee redelivery in courier services and provides a qualitative summary of the effectiveness and limitations of currently implemented measures to reduce the rate of redeliveries. A SWOT analysis of the measures to reduce absentee redelivery, such as delivery boxes, store pickup, and delivery lockers, was conducted, and the reasons for and issues associated with their introduction were clarified. The aim was to optimize the available measures to reduce absentee redelivery.

Chapter 3 discusses the policies of parcel delivery companies regarding package-drop services in the case of absentee redelivery. A questionnaire survey and text-mining analysis were conducted among parcel delivery service users. The results of the analysis revealed that, although doorstep delivery is effective in reducing redeliveries, the users must be aware of the security risks involved.

Chapter 4 examines and discusses current methods for parcel collection in convenience stores and other locations and proposes an improvement plan.

Chapter 5 analyzes and proposes the types of parcel boxes required for deliveries and presents an outline of the necessary information system.

Chapter 6 examines the cost advantages and effectiveness of using logistics drones for redelivery to tower condominiums.

Chapter 7 verifies a series of improvements to absentee redelivery reduction measures, with the development and testing of a basic model.

Chapter 8 reviews the various processes examined in this study and concludes the discussion.

The total optimization of the measures to reduce absentee redelivery is shown to be 60.0% for delivery by courier service, 17.8% for delivery boxes, 15.1% for in-store pickup, and 5.1% for delivery lockers as a supplement to these measures.

## 第1章 序論

### 1.1 本論文の目的

近年、ロジスティクス領域における消費者物流、とくに宅配便事業の重要性がこれまで以上に高まっている。宅配便大手による緻密な物流ネットワークが社会のインフラストラクチャーとして広く活用されているのである。消費者物流は企業間の物流と異なり、配送先が個人の消費者となる。そのため、不在であった場合、再配達が必要となる。これまで、不在世帯の高い再配達率は宅配便会社の経営を圧迫する大きな要因となってきた。結果として、市場の寡占化を促してきた。

しかしながら、再配達率を下げる決定的な対策は今日まで講じられない状況が続いている。置き配、宅配ボックス、店舗受取などの対策は個別に実施されてきたが、いずれも効果は部分的にしか発揮されていない。

したがって、再配達率を十分に下げするためにどのような対策をどのようなプロセスで導入すべきであるかということを明らかにする必要がある。

本論文では、宅配便の不在再配達削減策を個別に改善するとともに、全体最適を進めることにより、削減することが可能となると考える。結果として、再配達によりもたらされる労働生産性を向上させ、宅配便会社の負担が軽減されることになる。

そこで、本論文ではテキストマイニング分析およびシミュレーション分析をもとに、宅配便の不在再配達削減策の全体最適化を示すことを目的とする。

### 1.2 本論文の構成

本論文は全8章で構成されている。

第1章「序論」では、本論文の目的と全体の構成を示している。

第2章「宅配便市場の現状分析及び課題の抽出」では、本論文の仮説と構成について示す。最初に、宅配便の不在再配達について問題の所在を明らかにする。次に、再配達対策をモデル化し、実現のための工程と宅配便プロセス全体の見直しについて示す。また、既に実施されている不在再配達削減策について、分析及び考察を行う。これらを踏まえて、「宅配便の不在再配達削減策について、全体最適を行うことにより、不在再配達の削減が可能であること」という仮説を示す。

第3章「置き配の活用方針に関する検討」では、宅配便の利用者に対して、置き配に関するアンケート調査およびテキストマイニング分析を行う。これらの結果と考察から、宅配便会社が置き配を導入した場合の効果、リスクおよび新たに必要となる業務などの負担について検証する。これらを踏まえ、置き配の活用方針を示す。

第4章「店舗受取システムの再構築に関する検討」では、宅配便会社がコンビニエンスストアなどの受取拠点で荷物を受渡す場合について、既存の方法について分析と考察を行い、改善スキームを提案する。通常の配送ネットワークとは別に、店舗配達専用のベースと配送網を設けることにより、効率的かつ計画的に配送可能となることを提案する。

第5章「パーセルボックス戦略的活用の提案」では、不在再配達の削減において一層の設置が必要とされるパーセルボックスについて、利用者側が求める類型を検討する。宅配便の荷姿寸法を踏まえ、宅配ボックスのSNSレビューをテキストマイニング分析する。あわせて必要とされる情報システムのアウトラインを示し、より導入しやすいパーセルボックスの全体像を提案する。

第6章「タワーマンションへの再配達におけるロジスティクスドローン導入の効果の検討」では、通常よりも多くの時間を要するタワーマンションへの不在再配達について、ロジスティクスドローンを使用した場合の分析と考察を行い、効果を検証する。

第7章「全体最適化を目指す不在再配達削減策の展開」では、前章までの検討を踏まえて、シミュレーションを行い、不在再配達削減策の基本的な枠組みを示す。

第8章「結論」では、本論文の結論を示す。

## 第2章 宅配便市場の現状分析及び課題の抽出

### 2.1 本章の目的

本章では、本論文の中心的となる主題である宅配便の不在再配達削減の提言の方策について考察するが、そのうえでまず、本論文の目的を示すうえでの問題の所在を明らかにし、本論文の仮説と構成を示す。

### 2.2 問題の所在

本節では、不在再配達削減のための問題の所在について指摘する。

#### 2.2.1 ドラッカーによる全体最適

ピーター・ドラッカーは『テクノロジストの条件』（2005年）の中で、テクノロジーが人間社会に与える影響と、テクノロジーを活用することで企業がどのように成長するかについて論じている[1]。

ドラッカーによれば、「テクノロジスト」とは、技術を経営に活用し、組織の成長に貢献する人物のことを指す。そして、テクノロジストには「技術に精通していること」「人間性を備えていること」「経営に関する知識を持っていること」が必要であると、テクノロジストが企業で活躍するためには、新しいビジネスモデルを構築し、テクノロジーを経営に生かすことで人間としての価値を高めることができると述べている。

さらに部分と全体について、部分最適化による問題解決の限界を指摘し、全体最適の重要性を説いている[2]。技術者や専門家は、自分たちの領域における部分最適化に傾きがちである。しかし、部分最適化は全体最適を妨げることがある。技術的な観点だけでなく、社会的・経済的・人的な要素も考慮することが必要である。全体最適を実現するためには、異なる分野の専門家や関係者が協力し、組織的な取り組みが必要である。

つまり、部分最適化によって一時的に問題が解決されることもあるが、長期的には全体最適に照らした問題解決が必要であるという考え方が提示されている。

ドラッカーはデカルトが『方法序説』（1637年）で展開した考え方を紹介し、その考え方が自己の方法論を部分から全体を理解するための手法であることに言及している[3]。

さらにテイラーの科学的管理法について、様々な批判を展開している[4].

すなわちテイラーの科学的管理法は、作業員を単なる「手足の延長」として捉え、彼らを機械的に動かすことを目的としている。しかし、ドラッカーは、作業員が単なる労働力ではなく、知識と能力を持った人間であると指摘し、彼らの才能や創造性を活かすことが重要であると主張しているのである。

また、テイラーの管理法では、仕事の分業が重視されているが、ドラッカーはこれにも疑問を投げかけている。仕事の分業によって作業員は自分の仕事だけに集中し、組織全体の目標や意義を理解することができなくなると指摘し、作業員には組織全体の目標や意義を理解させることが必要であると述べている。テイラーの管理法が生産性を向上させることに成功した一方で、作業員と組織との間に軋轢を生み出したとも指摘している。

以上のように、ドラッカーはテイラーの科学的管理法について、その利点と欠点を指摘し、より人間中心的な経営哲学が求められると主張し、あわせて全体最適の重要性に言及しているのである。

言い換えれば、ドラッカーはテイラーの科学的管理法が全体最適化の視点を欠いていることを指摘しているのである。テイラーの科学的管理法では、作業の細部を分析し、生産性を最大化するために、徹底的な労働者の分業や作業プロセスの標準化を行っている。しかし、この方法論が企業の目的や顧客のニーズと乖離する場合があるため、全体最適化の視点が必要とされるというわけである。ドラッカーは全体最適化の視点を持つことで、企業は顧客ニーズや社会的責任など、より大きな目的や価値観を考慮しながら、より効果的かつ持続可能な経営を行うことができると指摘しているのである。

ドラッカーは、部分最適化は個別の機能や部門がそれぞれ自分たちの目的を達成することを目指すのに対して、全体最適化は全体の目的を達成するために全体的な視点でシステム全体を考慮することを重視すると考えた。また、部分最適化が個別の機能や部門を最適化することで、全体的には非効率になる場合があると指摘している。たとえば、部門ごとに在庫を抱えることで自分たちの製品生産を安定させることができるかもしれないが、全体的には在庫過剰に陥り、コストが増大する可能性がある。したがって、ドラッカーによれば、全体最適化はシステム全体を最適化するために必要であり、部分最適化は全体的な視点を欠いている場合には非効率的であると考えられるのである。



部分最適の目的関数を  $f(x)$ 、制約条件を  $g(x)$  とした場合、部分最適の最適解  $\hat{x}$  は以下のように表される。

$$\min f(x) \quad (2.1)$$

$$\text{Subject to } g(x) \leq 0 \quad (2.2)$$

一方、全体最適の目的関数を  $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 、制約条件を  $G(x_1, x_2, \dots, x_n)$  とした場合、全体最適の最適解  $(\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  は以下のように表される。

$$\min f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.3)$$

$$\text{subject to } G(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0 \quad (2.4)$$

つまり、部分最適では一部の 변수について最適化を行い、その後他の 변수について最適化を行うことで全体最適を実現することができるが、全体最適では全ての 변수を一度に最適化することで最適解を求めることになる。

全体最適は、複数の局所最適解を総合的に考慮することができるが、部分最適では、一部の 변수や条件を最適化することに特化しており、他の 변수や条件の影響を考慮することができない。一方、全体最適は、複数の 변수や条件を総合的に考慮するため、最適解がより全体的な視野に立っている。

また、全体最適は、システムの総合的な効率を向上させることができるため、コストや時間の面で部分最適よりも優れている場合もある。たとえば、ある生産ラインの部分最適を行った場合、その部分だけを見ると効率が向上するかもしれないが、全体の生産ラインを考えると、生産ライン全体のバランスが崩れる可能性もある。一方、全体最適を行った場合、生産ライン全体の効率を最大化することができる。

### 2.2.2 合成の誤謬

合成の誤謬 (composition fallacy) とは、個々の要素や部分が真であるからといって、全体が真であるとは限らないという論理的誤謬の一つで、全体最適と部分最適の関係を表す類型ともいえる。

合成の誤謬は、数理モデルにおいては、以下のように表すことができる。

たとえば、ある現象  $A$  は、原因  $B$  と原因  $C$  によって引き起こされるとすると、以下のような関係が成立する。

$$A=f(B, C) \quad (2.5)$$

ここで、 $A$ 、 $B$ 、 $C$  はそれぞれ変数を表し、 $f$  は関数を表す。この関数  $f$  は、 $B$  と  $C$  が与えられた場合に、 $A$  の値を計算することができる。

合成の誤謬は、この関数  $f$  を誤って解釈することに起因する。たとえば、 $B$  が高い値であるときに  $A$  が高い値になることが観察されたとしても、それだけでは、 $C$  が与えられた場合に  $A$  がどのような値をとるかを予測することはできない。つまり、 $A$  が高い値をとるためには、たんに  $B$  を高くするだけでなく、 $C$  を考慮する必要があるということである。

数理モデルにおいても、合成の誤謬を避けるためには、全体を構成する要素や要因を正確に理解し、それらの間の関係を適切にモデル化することが必要となる。

### 2.2.3 宅配便システムにおける再配達的位置付け

宅配便の再配達についても、合成の誤謬を数式で説明できる。一つの不在再配達削減策だけを効率化しようとしても、再配達全体のしくみには効果的ではないという考えである。

たとえば、ある宅配便会社の配達成功率  $D$  は、以下のように表すことができる。

$$D=f(R, A) \quad (2.6)$$

ここで、

$R$  は荷物の受取拒否率、

$A$  は再配達回数

関数  $f$  は、 $R$  と  $A$  が与えられた場合に、 $D$  の値を計算することができる。

再配達回数を減らすためには、再配達に関する取り組みを行うことが重要である。しかし、再配達だけに注力しても、配達成功率を向上させることはできない。なぜなら、再配達回数は荷物の受取拒否率や配達ドライバーの労働環境

など、他の要因にも影響されるからである。

つまり、宅配便会社が配達成功率を向上させるためには、再配達だけでなく、荷物の受取拒否率の削減や配達ドライバーの労働環境の改善など、宅配便全体のしくみに対して取り組む必要があるということが、式(2.2)からも示唆される。

したがって、合成の誤謬を避けるためには、宅配便会社が全体最適化の観点から配達成功率を向上させるために必要な要素を正確に理解し、それらの要素の間の相互作用を適切にモデル化することが必要となる。

なお、宅配便会社が全体最適を行い、配達成功率を上げるための数理モデルには、受取人の荷物の受取拒否率の削減を前提に以下のような要素が考慮される。

- (a) 事前連絡や配達時間指定など、受取人とのコミュニケーションの強化
- (b) 荷物の内容の明確化や、受取人への事前確認など、受取人の期待管理の強化
- (c) 配達ルート of 最適化や、配達ドライバーの配達エリアの縮小など、配達作業の効率化
- (d) 再配達回数の削減
- (e) 受取人との調整の強化

#### 2.2.4 不在再配達削減策のモデル化

再配達率を低下させて、宅配便自体の効率を向上させるという内容で宅配便の集荷、仕分け、配送、配達、再配達（置き配、店舗受取、宅配ボックス、宅配ロッカー）を変数にして数理モデルを考えると、一例として次のように考えられる。

目的関数：

$$\min \sum_{i \in I} c_i x_i + \sum_{j \in J} c_j y_j + \sum_{k \in K} c_k z_k \quad (2.7)$$

制約条件：

集荷制約

$$\sum_{i \in I} x_i \leq C1$$

仕分け制約

$$\sum_{i \in I} x_i \leq \sum_{j \in J} y_j$$

配送制約

$$\sum_{j \in J} y_j \leq \sum_{k \in K} z_k$$

配達制約

$$\sum_{k \in K} z_k = D$$

再配達制約

$$\sum_{k \in K} z_k \leq \sum_{j \in J} y_j$$

ここで、各変数の意味は、

変数:

$x_i$ : 荷物  $i$  が集荷されるかどうか (1: 集荷する, 0: 集荷しない)

$y_j$ : 荷物が配送センター  $j$  を通過するかどうか (1: 通過する, 0: 通過しない)

$z_k$ : 荷物が再配達されるかどうか (1: 再配達される, 0: 再配達されない)

パラメータ:

$c_i$ : 荷物  $i$  の集荷コスト

$c_j$ : 配送センター  $j$  を通過する荷物の配送コスト

$c_k$ : 再配達される荷物  $k$  の再配達コスト

$C_I$ : 集荷可能な最大数量

$D$ : 再配達の最大数量

本モデルでは、配送センターを通過する荷物を仕分けし、配達先での再配達を最小限に抑えることで、全体的な宅配便の効率を向上させることができる。また、配送センターの位置や配達ドライバーの最適化など、さらなる最適化が必要な場合は、モデルにパラメータを追加することができる。

すなわち、配送センターの位置や配達ルート of 最適化、並びに配達ドライバーのスケジュール管理を最適化したうえで、宅配ロッカー、宅配ボックス並び

に店舗受取を活用し、再配達を最小限に抑えるためには、配達先での受取方法を工夫する必要がある。宅配ボックス、宅配ロッカーや店舗受取など、荷物を受け取る方法を多様化することで、再配達率を低下させることができると考えられる。

モデルでは、再配達率を最小化することを目的とし、荷物を配達先に配達する方法を決定する 0/1 変数  $x_{\{i j k\}}$  を最適化する。制約条件では、荷物  $i$  は 1 つの配達先にしか配達できず、配達先  $j$  には 1 つの荷物しか配達できないこと、配達方法  $k$  には 1 つの荷物しか適用できないとしている。

## 2.3 宅配便における不在再配達の現状

本節では、宅配便取扱個数の推移、不在再配達の現状について確認し、再配達低減実現のための本研究の手順について示す。

### 2.3.1 宅配便取扱個数の推移

我が国では、宅配便は 1976 年にサービスが開始された。図 2.1 は宅配便取扱個数の推移を表している。1985 年度に 5 億個であったが、2022 年度は 10 倍の 50 億個となっている。また、2013 年度から 2022 年度の 10 年間の平均成長率は 3.6% となっている [5]。なお、本論文の図表では、年度を年に統一して表記している。

宅配便市場の初期の成長を支えたのは、民間事業者が取り扱っていなかった消費者間の輸送を開始したヤマト運輸の戦略によるところが大きい。輸送サービスの質を向上させることにより市場を拡大させることに成功した。集荷および配達についても、きめ細かいサービスを確立した [6]。

画期的な消費者向けの物流サービスを確立した宅配便市場は、1980 年代以降企業間の小口輸送を対象とするようになっていった [7]。この頃になると、企業の物流では在庫削減の取組みが盛んになり多頻度小口配送が拡大していった。消費者間輸送から小口化した企業間輸送を取り込むことが戦略の中心となっていった [8]。

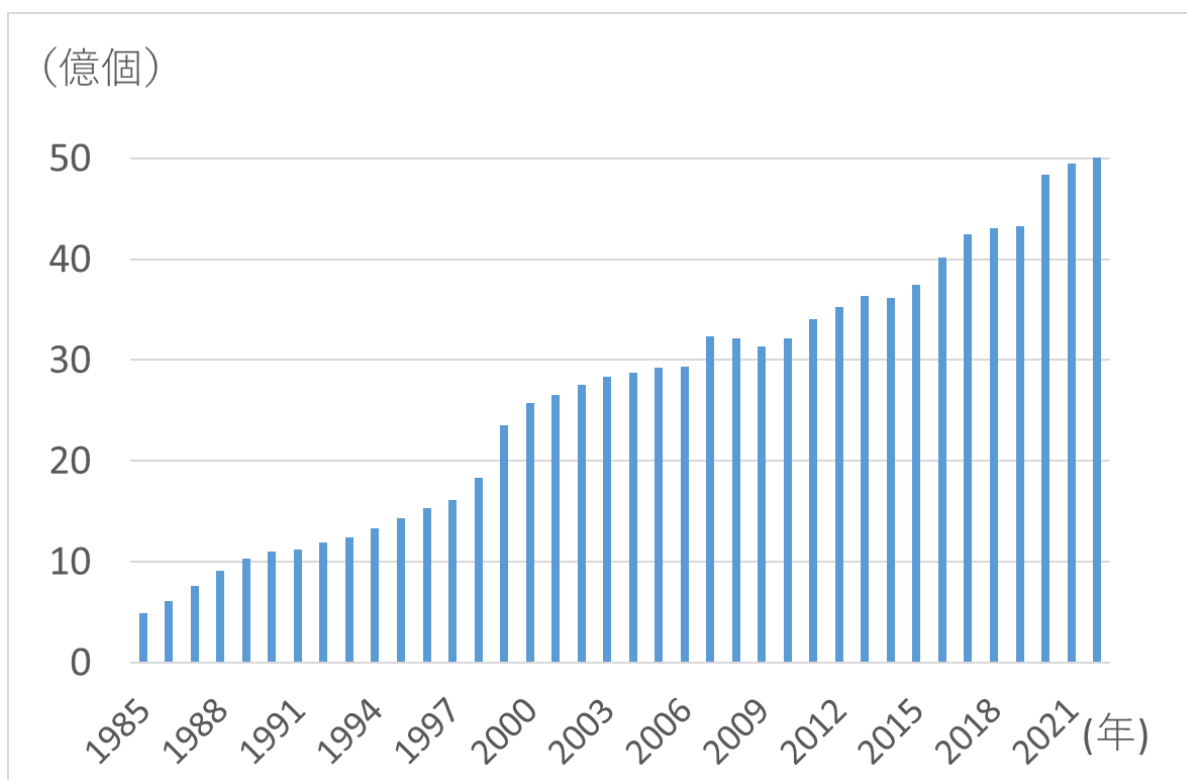


図 2.1 宅配便取扱個数の推移

出典：国土交通省自動車局貨物課，

令和 4 年度宅配便取扱実績関係資料， p. 3， 2023 年を参考に作成

その後、ネット通販市場の拡大により、さらに宅配便取扱個数は増加することとなった[9]。図 2.2 は、消費者向け電子商取引のうち、荷物の輸送を伴わないサービス系およびデジタル系分野を除いた物販系の販売額の推移について示している[10]。2021 年は 2013 年と比較して 2 倍以上となっており、大きく拡大しているのが確認できる。これらのネット通販の荷物は、宅配便またはネット通販事業者により直接配達されており、両者の増加要因となっている。

このように、消費者間から始まった宅配便は、企業間、企業から消費者へのサービスを取り込みながら取扱個数を拡大させていった[11]。

しかし、取扱個数の増加に人手不足などのサービス供給側の要因が加わり、宅配便サービスの円滑な展開が難しくなってきた。このような状況の中で、不在再配達削減が重要な解決策の一つとして注目されるようになってきた。

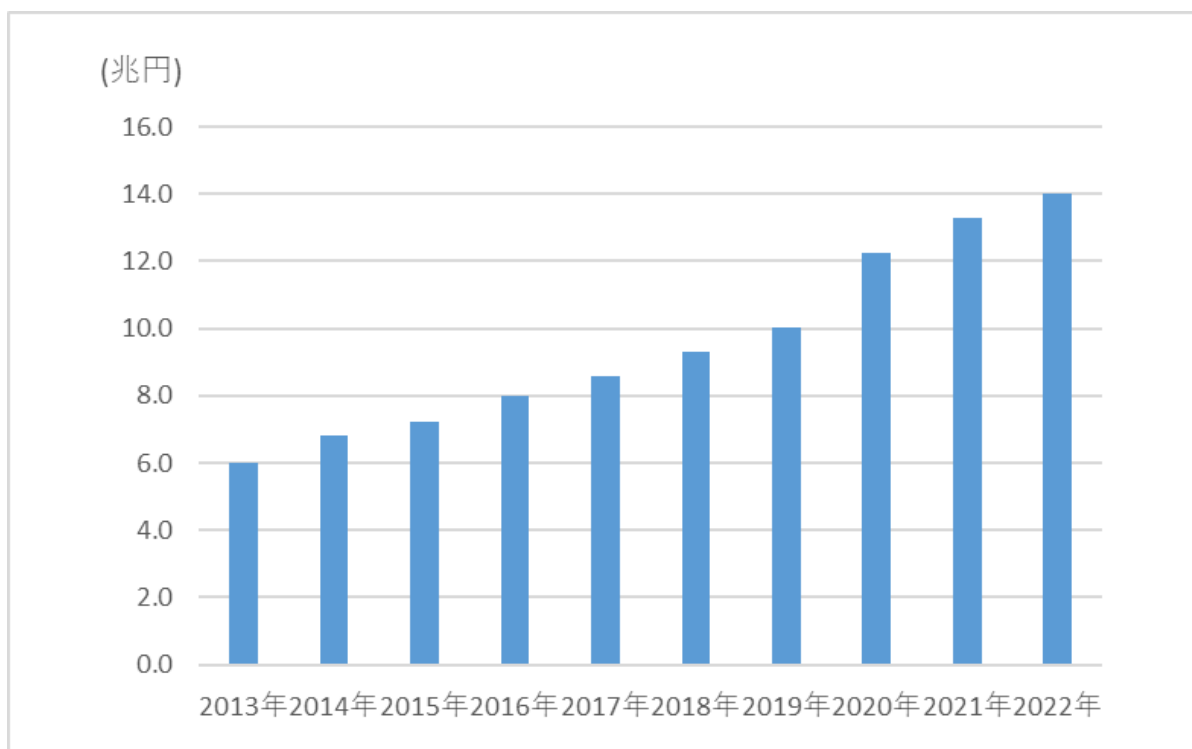


図 2.2 消費者向け物販系電子商取引市場規模の推移

出典：経済産業省商務情報政策局情報経済課，  
令和 4 年度電子商取引に関する市場調査報告書，p. 5，2023 年



### 2.3.2 不在再配達の現状

宅配便の都市部の再配達率の推移について図 2.3 で示している[12]。店舗受取システム中心の不在再配達削減策により一定程度削減され、その後は置き配の普及などにより削減されたことが示されている。今後の見通しについては、指数平滑法による予測値で、置き配などの効果が継続した場合の可能性として最も低い場合で7.49%となっている。一方、2024年に再配達率6.0%以下を目指していくことが目標であると示されている[13]。既に様々な不在再配達削減策が実施されているが、目標を達成していくためには、これら不在再配達削減策の改善が必要になると考えられる。

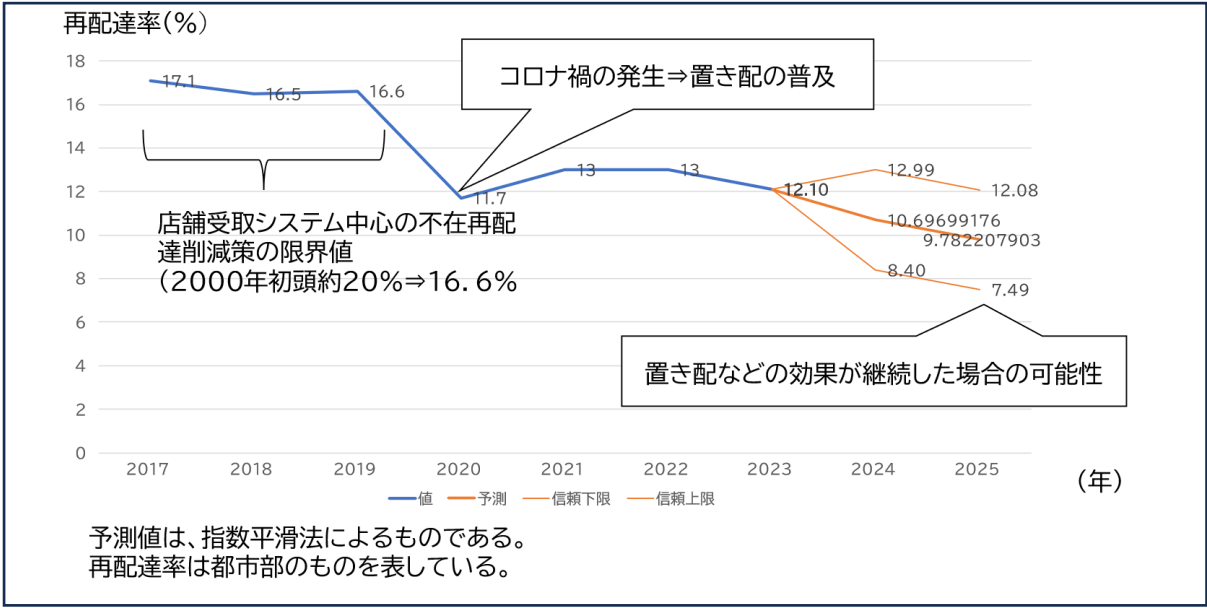


図 2.3 宅配便再配達率の推移

出典：国土交通省，宅配便再配達実態調査結果の推移，2023 年を参考に作成

### 2.3.3 宅配便の輸送プロセスにおける再配達が発生

宅配便の一般的な輸送プロセスについて、図 2.4 で示している。全国のいずれの場所から、いずれの目的地にまで配送することを可能とするため、複数の輸送と物流拠点での荷役が組み合わされており、以下の手順で集荷から配達まで実施されている[14]。

- ①発荷主から直接または取扱店を通じて集配拠点である営業所に荷物が集荷される。宅配便会社から発荷主のところへ集荷に訪れることもある。取扱店はコンビニエンスストアなどである。集荷の段階では、小ロットの荷物の輸送が多数行われる活動となる。
- ②集配拠点に集められた荷物は、その地域の幹線輸送拠点に集められる。中ロットの貨物の輸送が行われる活動である。
- ③幹線輸送拠点では、行先別（他の幹線輸送拠点）ごとに荷物が仕分け集約されて、大ロットの荷物で輸送される。
- ④行先である幹線輸送拠点に到着後、集荷と逆の動きが行われる。まずは、幹線輸送拠点から集配拠点へ輸送される。
- ⑤集配拠点である営業所からは、着荷主まで配達される。この段階では、集荷同様、小ロットの荷物の輸送が多数行われる活動となる。配達時に着荷主が在宅していれば、配達完了となる。

このように、発荷主から集配拠点(営業所)、トラックターミナルへと輸送され、その後、着荷主側のトラックターミナル、集配拠点(営業所)を経て着荷主への配達となる。再配達が発生しない場合は、図 2.4 の⑤で終了となるが、再配達が発生した場合は、以下のプロセスが必要となる。

- ⑥配達先が不在であった場合、荷物を営業所まで持ち帰ることとなる。
- ⑦不在宅から再配達について依頼があれば、配達先かもしくはコンビニエンスストアなどの自宅外の受取拠点へ再配達する。依頼がない場合は、配達先へ再配達を

行うが、不在であった場合、再々配達となる。

これら一連の流れのなかで、出荷から着荷主側の集配拠点(営業所)までは、荷動きが一方向であり、計画通りに輸送できる。しかし、配達のプロセスは、受取側の有無という不確実性に大きく影響されることになる。すなわち、在宅していれば一度で配達を終了するが、不在の場合は営業所への持ち帰りとも再配達で最低でも通常の3倍の荷動きが必要となる。

さらに、ネット通販事業者の荷物の増加は、集荷の過程は省略できる一方、配達プロセスに大きな負荷をかけている[15]。図2.4の⑧で示しているとおおり、大口のネット通販事業者の荷物は、専用のフルフィルメントセンターから一括して宅配便会社の集配拠点(営業所)に持ち込まれている。

つまり、宅配便の輸送の流れのうち集荷については負担が少ない一方、後半の配達プロセスに負担が発生することになっている[16]。このように大手通販事業者の荷物の急増が不確実性の高い宅配便の配達プロセスへ負担をかけることにより、再配達に対応できなくなってきたと考えられる。

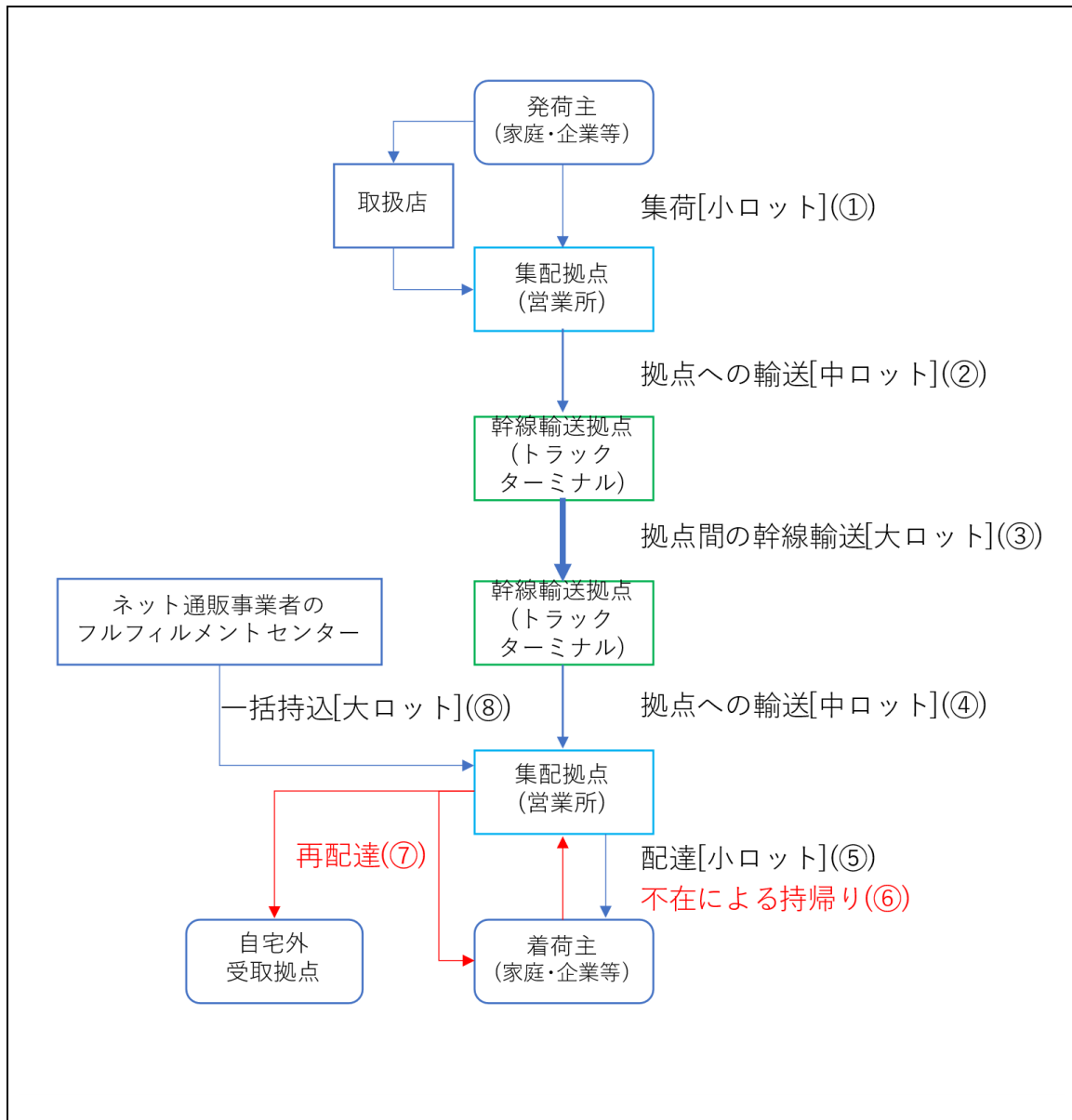


図 2.4 宅配便の輸送プロセス

### 2.3.4 先行研究による不在再配達発生の要因

不在再配達が発生する要因として、受取側の世帯構成や生活様式の変化に対して、自宅での対面受渡という方法を変化させてこなかったことが限界を迎えていると指摘されている。先行研究では、「昼間の在宅率の低い共働き世帯や単身世帯が増加したにもかかわらず、個人間利用を前提に設計されたビジネスモデルを大きく変えてこなかったから」ということや、「時間指定、当日配送、クール便など様々な新たなサービスを拡充してきたが、受取側の仕組みはほとんど変わらずに来た」と指摘されている[17][18]。

実際、1980年から2019年の間に、共働き世帯の割合は35.5%から68.1%へ増加している[19]。また、同期間の平均世帯人員は3.22人から2.39人へ減少している。これらのデータから、宅配便の配達時間帯に不在にしている世帯が増加していることが推察されるが、前述のとおり受渡方法は配達先での対面方式を基本として、不在の場合は無料で再配達するという方式が実施されてきた。

このような方式が継続されてきた理由として、「宅配便会社間での競争の中で、顧客満足度を高めるために実施されてきた」と指摘されている[20]。

宅配便事業は、規模の経済が働き、取扱量が多くなるほど輸送コストが減少するため、取扱量の多い事業者のほうが競争を有利に進めることができる[21]。このため、宅配便会社は取扱個数を増加させるために積極的なサービスを展開してきた。不在再配達に関連するサービスもこの一環である。

解決策として、「荷物を届けるドライバーと受取人の両者が同じ時刻に同じ場所に居合わせなくてはならない同時性を解消することである」と指摘されている[22]。また、「消費者が費用のかかる質の高い配送サービスしか選べない現状を変えて、消費者が配送サービス水準を選択できるようにすべきである」と指摘されている[23]。対面受取だけでなく、非対面も含めた様々な受取方法を提供していく必要性があるとの指摘である。

これらの先行研究の指摘から、社会環境の変化に合わせて受取方法を変える必要があり、現在のようにすべての荷物をドライバーと受取人が対面で受取る方法から、非対面受取を原則とし、必要に応じて対面受取を選択可能としていくことが重要になると考えられる。

### 2.3.5 不在再配達削減策

不在による再配達は、宅配便サービス開始後取扱個数が急増していた1980年代から顕在化し、トラブルの原因になることもあった。そのため、1985年には、

標準宅配便約款が制定され、不在時の対応が明記された。

宅配便会社も不在再配達対策を講じるようになっていった。表 2.1 は、ヤマト運輸の主な不在再配達削減に関連する施策についてサービス開始順に示したものである[24]。

1998 年から配達的时间帯指定が、2002 年から配達時間帯の事前通知と変更サービスが開始された。これらは対面受取を確実に促進するためのものであり、結果として、再配達は一定程度抑えられてきた。しかし、取扱個数の増加に伴い 2015 年頃より不在再配達問題が表面化してきた。同年には、国土交通省で「宅配の再配達の削減に向けた受取方法の多様化の促進などに関する検討会」が実施された。このような中で、不在再配達削減策として着荷主との非対面受取の拡充が有力視されるようになってきた。

当初活用が期待されたのは、コンビニエンスストアなどの店舗受取であった。2006 年の導入時は、配達時間や営業時間内に受け取ることができない顧客の利便性を高めることが目的であったが、その後、不在再配達削減策の一つとして位置づけられるようになった。このような経緯から、系列店舗ごとに取り扱い宅配便会社が異なっており共通化されていない。

次に、有力視された回避策が個別住戸前に宅配ボックスを設置する方法である。店舗への受取については、拒否感を持つ消費者も多く、自宅での受取にこだわる世代に対して、不在荷物をあらかじめ世帯に隣接され設置されることになる宅配ボックスに配達するという形をとるのである。しかしながら、宅配ボックスの設置スペースや宅配便の寸法との整合性などから、活用についての柔軟性が低いと考える世帯も多く、大きな普及とはなっていない。

さらに、これらに加えて、2016 年からは公共施設や商業施設などに宅配便などの荷物を収容する宅配ロッカーが増設されてきた。これらは、店舗受取と比較して、消費者側の荷物の受取などについて柔軟性が高く、個人情報も守れるということから、今後の普及が見込まれている。

最後に、開始されたのが置き配である。置き配とは、宅配サービスにおいて、荷物を玄関先や宅配ボックスといった指定位置に置いて配達完了とする配送方式のことである。宅配便の配送において置き配を採用した場合、利用者が予め指定する場所（玄関先など）に非対面で配達することにより業務が終了するため、原則再配達が発生しない。受取者の在宅状況に関わらず配達が可能のため、従来に比較して業務の効率化が期待できる。また、これまで実施してきた宅配ボックスや宅配ロッカーなどのように新たな設備投資も必要としないため、宅

配便の配達においても新たに取り入れ始められている。2020年からは前述の住戸前宅配ボックスや置き配などを含めた指定場所受取サービスが開始された。

このように、不在再配達削減策は対面受取の拡充から、非対面を含めた多様な受取方法に拡充してきている。しかし、前述のとおり不在再配達率は特殊要因が影響した時期を除いて、大きく減少していないため、改善が必要であると考えられる。



表 2.1 宅配便会社による不在再配達削減策

開始年	不在再配達削減策	概要
1998	配達時間帯指定	希望の配達時間帯を指定することができる。
2002	配達時間帯事前通知および変更	受取人に配達日・時間帯を事前にメールなどで通知し，受取人は配達日・時間帯，場所(後に追加)の指定・変更ができる。
2006	店舗受取	不在で受取れなかった宅配便を，近隣のコンビニエンスストアなどで受取ることができる。
2016	宅配ロッカー受取	商業施設等に設置されたオープン型宅配ボックスで受取ることができる。
2020	置き配・宅配ボックス(各住戸前)などの指定場所での受取	ネット通販で購入した商品などを，受取人が指定した場所で受取ることができる。

出典：ヤマトホールディングス株式会社編集，ヤマトグループ 100 年史，2020 年を参考に作成[24]

### 2.3.6 不在再配達削減策における情報システムネットワーク

前節では、宅配便会社の不在再配達削減策について示した。不在再配達削減策は対面受取の拡充から、非対面を含めた多様な受取方法に拡充してきている。これらを支えているのが情報システムネットワークである。

宅配便会社は通信インフラ発展に合わせて情報システムネットワークを拡充させてきた。また、インターネットや携帯電話のデータ通信、スマートフォンなどの普及などに合わせた対応を行ってきた[25]。

このような情報システムネットワークの高度化により宅配便会社は、取扱量の拡大、業務の効率化、顧客利便性の向上、ネット通販企業などの荷物の取込みに加えて不在再配達の削減・効率化が可能となってきた。

図 2.5 は、不在再配達削減策における情報システムネットワークについて示している。情報システムネットワークの拡充により、荷物のリアルタイムの位置情報の把握と反映が可能となっており、これにより配達先が登録されていれば事前に通知可能で、受取日時と場所の変更も可能となる。また、受取場所として自宅外のコンビニエンスストアなどの店舗や宅配ロッカーを指定したり、自宅で置き配で受取ったりする場合も情報システムネットワークを活用することにより可能となっている。

さらに、宅配便会社は 2010 年代後半より API(Application Programming Interface)活用型の物流・商流プラットフォームを構築している。図 2.6 で示しているように API プラットフォームにネット通販事業者がアクセスし、トラック運送事業者や宅配便会社が貨物情報や不在情報などを共有するシステムを構築している[26]。

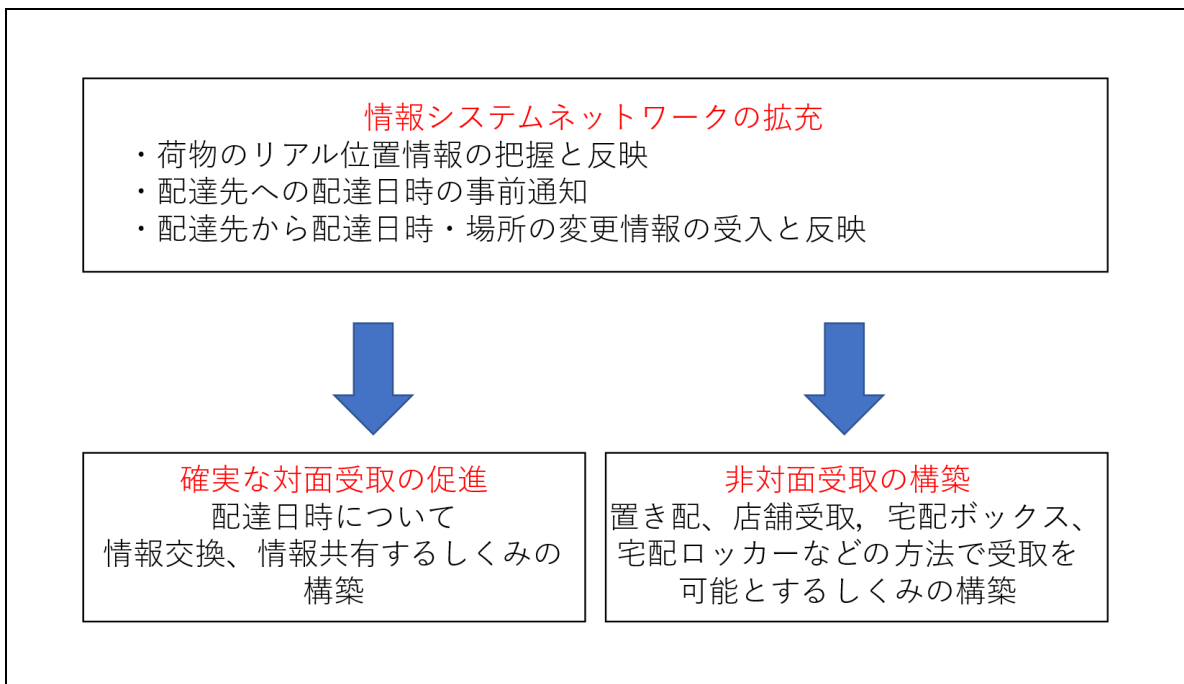


図 2.5 不在再配達削減策における情報システムネットワーク

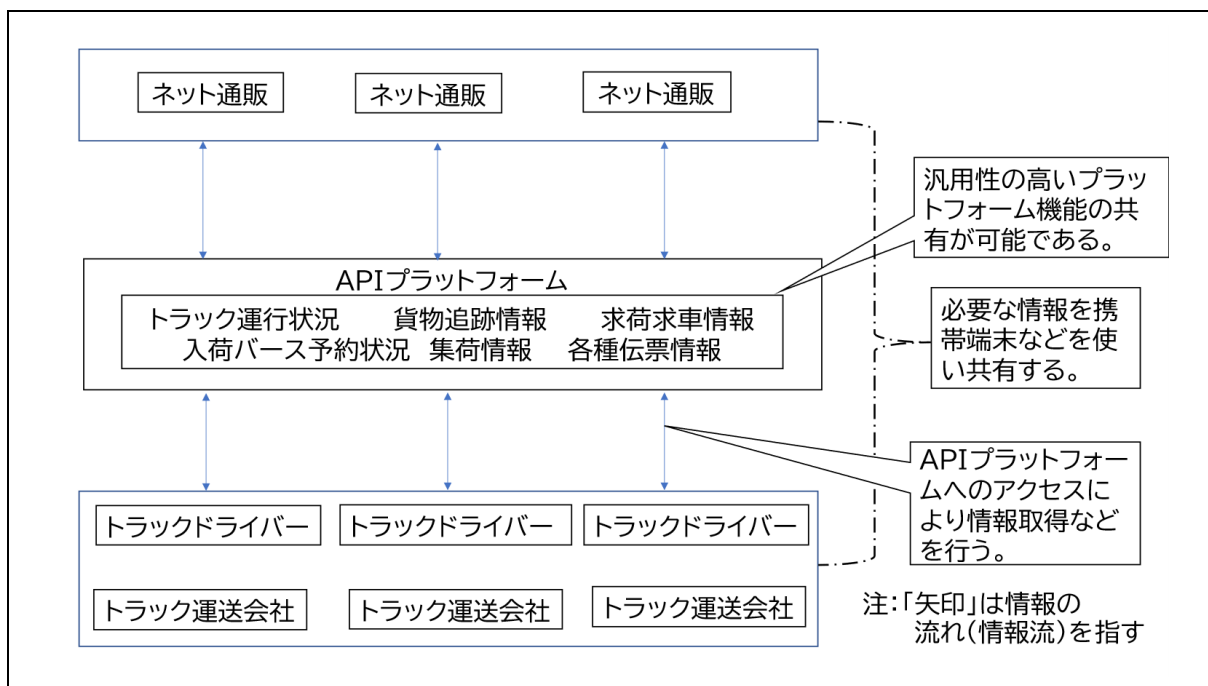


図 2.6 API を活用した通販向けデジタルプラットフォームのイメージ

出典：鈴木邦成，中村康久，スマートサプライチェーンの設計と構築：

物流 DX が起こす変化をつかむ，白桃書房，p. 94，2022 年

## 2.4 不在再配達削減策の特性

宅配便の配達時の受渡しは原則対面であり，不在再配達削減策についても，自宅での対面受取を確実にするための配達時間指定や配達前通知による受取場所・時間変更が中心的役割を果たしている．非対面での受取は，事前に手続きをすれば利用可能となる場合もあるが，多くは一度配達時に不在で再配達が確定した段階で，再配達の依頼とともに選択可能なものとなっている．このように，対面受取を基本とし，非対面受取は補助的なものとなっている．

しかし，世帯構成やライフスタイルの変化により，宅配便配達時間に不在としている世帯の増加や，在宅していても配達指定時間帯(2 時間程度)に継続して在宅しているのが困難である世帯が増加してきた．

改善策として，配達時の受渡しについて，非対面を基本とし，必要な場合対面受取とすることにより，不在再配達を大幅に削減できると考えられる．ここで重要であるのは，非対面受取として補助的に用いられてきた置き配，店舗受取，宅配ロッカー，宅配ボックスについて個々に改善して利用増進を図ることに加えて，全体最適化を示す必要がある．つまり，原則とする受取方法と原則の方法を使用できない場合に副次的に使用する方法のパターンを提示する必要がある．

そこで，本節では置き配，店舗受取，宅配ボックス，宅配ロッカーについて，それぞれの特性について明らかにしたうえで全体最適案を示す．

分析手法として，ハンフリーのマーケティングの先行研究を踏まえて，4つの手段についてSWOT分析を行う[27]．先行研究を参考とし，置き配，宅配ボックス，店舗受取，宅配ロッカーについてそれぞれの4つの項目である，Strengths(強み)，Weaknesses(弱み)，Opportunities(機会)，threats(脅威)について示した．

使用した先行研究としては，消費者の立場から各受取方法のメリット，デメリットについて示しているものやアンケート調査により明らかにしているものがある[28] [29] [30]．その他に，先行する欧州の事例を分析して，各受取方法に関する効率性について分析しているものもある[31]．

### 2.4.1 置き配の特性

置き配のSWOT分析について図2.7で示している．本研究では，置き配とは玄関先などの場所に荷物をそのまま置くことで配達を完了する方法であると理解し，宅配ボックスへの投函は含んでいない．

Strengths は，玄関先などの場所に荷物をそのまま置くことで配達完了す

ることである。配達先以外の受渡しのための場所を新たに設置したり、そのために新たな配送ルートを構築したりする必要がない。また、置き配とすることにより、ボックスなどの特別な設備が不要であり、サイズにも制約がない。

Opportunities は、不在再配達の初期設定の対策として活用できることである。受取側が新たな設備を必要とせず、自宅以外の場所にとりにいく必要もなく、複雑な手続きも必要としないため、受取のために戸惑うことがなく、容易にサービスを開始できる。宅配便会社も、新たな設備など用意不要で、これまでの対面受取と配達方法を変更する必要がないため導入が容易である。このように、受取側および配達側いずれにも既存の対面受取と大きな変更を強いることがないため、原則非対面受取とした場合に初期設定として導入することが可能である。

一方、Weaknesses は、盗難されるリスクなどがあることである。対面受取でないため、配達後受取までの間に盗難されたり、風などで飛ばされたりして、未達となることである。また、誤配達となるケースもあり、誤って届けられた配達先から宅配便会社に連絡がなされない時は、未配達となる。この点については、第3章で解決策について検討することとする。

Threats は、置き配に関する調査から活用を望んでいるのは60～70%程度であるということである。非対面での配達の初期設定としても、前述の盗難リスクがあることなどから、一定数の者には利用が選択されないということになる。

以上、置き配についてSWOT分析を行った。非対面受取の初期設定としての特性を持っているが、一部の者には選択されない可能性がある。したがって、他の方法と組み合わせていく必要がある。

	<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<b>内部環境</b>	<p>玄関先などの場所に荷物をそのまま置くことで配達を完了する</p>	<p>盗難されるリスクがある (第3章で検討)</p>
	<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
<b>外部環境</b>	<p>不在再配達の初期設定の対策として活用できる (第3章で考察)</p>	<p>活用を望んでいるのは消費者の60~70%</p>

図 2.7 置き配の SWOT 分析

#### 2.4.2 店舗受取の特性

店舗受取の SWOT 分析について図 2.8 で示している。本研究では、店舗受取とはコンビニなどの店舗に荷物を預けて配達を完了する方法であると理解している。

Strengths は、既存の不在再配達対策として利用者に浸透していることである。非対面での受取が主たる受取手段となった場合、利用経験がある者はすぐに受取手段として選択する可能性がある。また、前述のとおり置き配に対してセキュリティの不安を感じるため利用したくない者や利用できない者が代替手段として利用することが想定される。

Opportunities は、既存のコンビニ店舗に加え、ドラッグストアなどでの受取も可能であることである。他業態の店舗も含めるとさらに多くなる。

一方、Weaknesses は、コンビニエンスストアなどの受取店舗への配送が通常の個人向け世帯への配送の隙間に行われている点である。コンビニエンスストアは、当初は集荷拠点としてサービスが提供され、後に受取拠点としての機能も付加されてきた。そのため、受取拠点への配送は宅配便サービス開始時には実施されておらず、後付けで追加されてきたという経緯がある。対面受取の補助的手段である場合には問題はなかったが、取扱量の増加に伴い、捌ききれなくなる可能性がある。対策として、通常の個人向け世帯への配送とは別に店舗向けの配送ネットワークを構築することが望まれる。この点については、第 4 章で検討することとする。

Threats は、近年の取扱店舗数の推移は横ばい、あるいは減少傾向にあることである。



	<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<b>内部環境</b>	既存の不在再配達の対策として利用者に浸透している	店舗への配送が個別世帯への配送の隙間に行われている（第4章で検討）
	<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
<b>外部環境</b>	既存のコンビニ店舗に加え、ドラッグストアなどでの受取も可能である（第4章で考察）	近年の取扱店舗数の推移は横ばい、あるいは減少傾向にある

図 2.8 店舗受取の SWOT 分析

### 2.4.3 宅配ボックスの特性

宅配ボックスの SWOT 分析について図 2.9 で示している。本研究における宅配ボックスへの配達とは、各住戸の玄関前や共同住宅のエントランスに設置された安全な管理及び保管が可能である荷物受渡専用保管庫に荷物を投函して配達を完了する方法であると理解している。なお、宅配ボックスは、折り畳み型（可動式）と設置型に分類される。

Strengths は、玄関先まで非対面で配達してかつセキュリティが十分確保できることである。玄関先まで配達することにより、配達先以外の受渡しのための場所を新たに設置したり、そのために新たな配送ルートを構築したりする必要がない。また、盗難などに対するセキュリティが確保できる。

Opportunities は、共同住宅と郊外型住宅に分けて導入できることである。

一方、Weaknesses は、様々な商品が提供されており、統一基準がないことおよび、導入にコストが発生することである。この点については、第 5 章で検討することとする。

Threats は、共同住宅などの場合、構造によっては設置できないこともあるということである。

		Strengths	Weaknesses
内部環境		非対面でありながら十分なセキュリティが確保できる	宅配ボックスに統一基準がない（第5章で検討）、導入にコストが発生する
	外部環境	Opportunities	Threats
		共同住宅と郊外型住宅に分けて導入できる(第5章で考察)	共同住宅などの場合構造によっては設置できない

図 2.9 宅配ボックス SWOT 分析

#### 2.4.4 宅配ロッカーの特性

宅配ロッカーのSWOT分析について図2.10で示している。本研究における宅配ロッカーへの配達とは、商業施設や公共施設に設置された、宅配便の受取、発送が可能なロッカーに荷物を預けて配達を完了する方法であると理解している。

Strengthsは、設置場所の自由度が高いことである。小さいものでは電話ボックス程度の広さで複数個の設置が可能である。

Opportunitiesは、駅、会社、学校などに設置可能なことである。不在再配達問題への理解からこれらの場所への設置が進展すると考えられる。

一方、Weaknessesは、設置が開始されて日が浅く、普及途中であり設置数が少ないことである。この点については第5章で検討する。

Threatsは、無人で遠隔管理を行うため、情報システムとの連動が必要なことである。

以上、本節では不在再配達を削減するための4つの受取方法についてSWOT分析を行った。このように、不在再配達を削減する受取方法は、いずれも一定程度再配達を削減する効果があるものの、それぞれ課題も有している。表2.2は対面での直接受取と本章で検討した不在再配達削減策の特徴について比較している。各対策の特徴を踏まえて、利用者の特性に合わせ、組み合わせて全体最適を図ることが必要であると考えられる。

	<b>Strengths</b>	<b>Weaknesses</b>
<b>内部環境</b>	設置場所の自由度が高い	設置数が少なく普及途中である（第5章で検討）
	<b>Opportunities</b>	<b>Threats</b>
<b>外部環境</b>	駅、会社、学校などに設置可能である	情報システムとの連動が必要である

図 2.10 宅配ロッカーの SWOT 分析

表 2.2 対面受取と不在再配達削減策の特徴

	直接受取	置き配	店舗受取	宅配ボックス	宅配ロッカー
	対面自宅	非対面自宅	対面自宅外	非対面自宅	非対面自宅外
リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>再配達を誘発する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セキュリティリスクが高い</li> <li>破損・汚損リスクが大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配達プロセスに負荷が大きい（店舗との手続き有）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>収納容量を超えることがある</li> <li>設置スペースが不足する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置コストが高い</li> </ul>
トラブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>再々配達などいつまでも配達終了しない可能性がある</li> <li>平日昼間は配達が困難なため、土日に集中する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配達確認できないケースがある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>店舗での紛失の可能性はある</li> <li>店舗が遠い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>誤配達の可能性はある</li> <li>セキュリティナンバー誤登録の可能性はある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置場所がわからなくなる</li> </ul>
強み	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期設定である</li> <li>最も配達に負荷がかからない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非対面で玄関先まで配達できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の不在再配達対策として利用者に浸透している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非対面でありながら十分なセキュリティが確保できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置場所の自由度が高い</li> </ul>
弱み	<ul style="list-style-type: none"> <li>不在の場合受取れない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>盗難されるリスクがある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>店舗への配送が個別世帯への配達の間に行われている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宅配ボックスに統一基準がない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置数が少なく普及途中である</li> </ul>

## 2.5 考察

本章で示したように、不在再配達を削減するには、荷物の送付時に対面受取を原則としているのを改め、対面受取か非対面受取を選択可能とするのが良いと考えられる。

また、現在では一度再配達になってから非対面受取の指定が可能となっているが、この場合複数回の荷動きが発生する。したがって、初期設定で非対面受取を選択できることで、再配達削減に加え、荷動きの回数削減が可能となり、配送計画も立てやすくなる。

ただし、非対面受取はそれぞれ特徴があり組み合わせる利用することが必要となる。まずは、置き配を初期設定とし、セキュリティに問題があるものは宅配ボックスや店舗受取でカバーするということが想定される。本論文では、第3章以降、個々の回避策について、分析と考察を行っていく。これらを示すと図2.11のようになる。第3章では置き配について、第4章では店舗受取について、取り上げる。第5章では宅配ボックスと宅配ロッカーについてパーセルボックスとして今後の活用方法について検証する。第6章ではタワーマンションへの再配達にドローンを活用することについて検証する。第3章と第4章では既存の受取方法の分析と改善策の提案を行い、第5章と第6章では、今後構築すべき方法について提案する。これらの議論を踏まえて、第7章では受取方法の総検証を行う。第8章は結論とする。

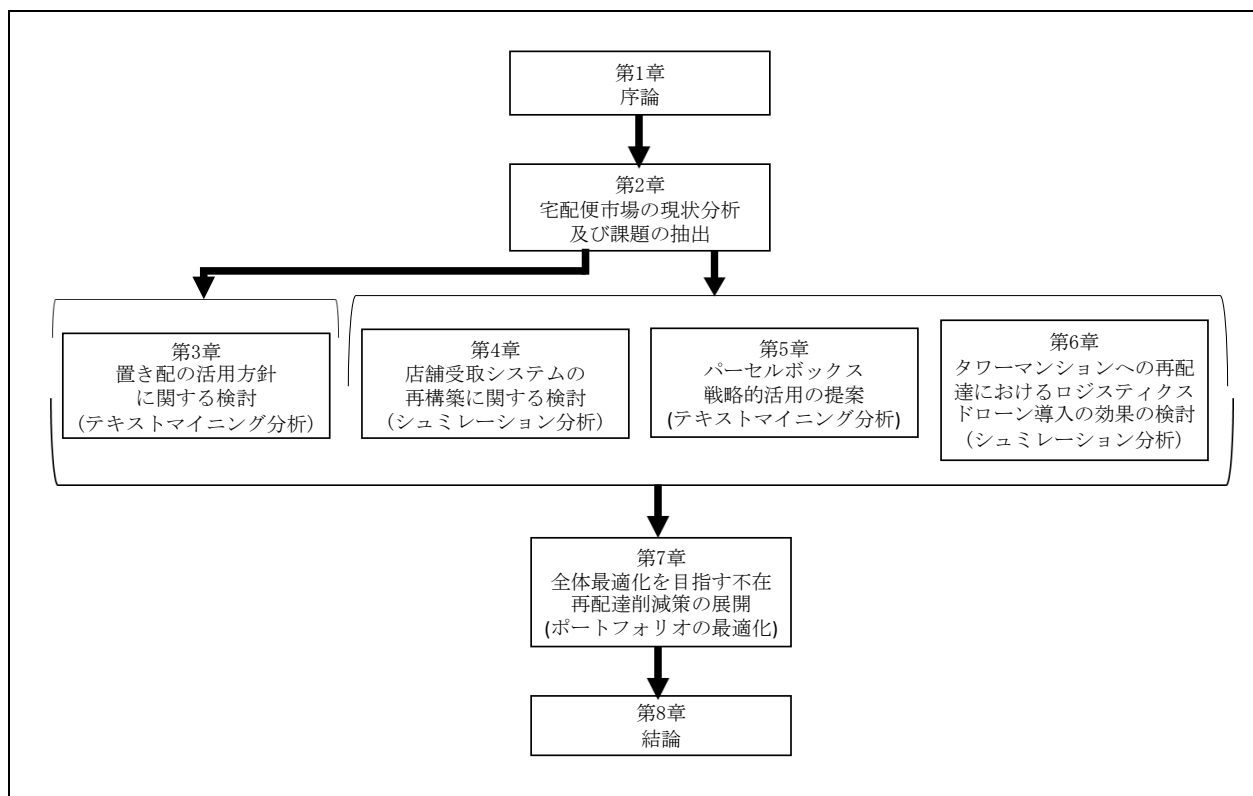


図 2.11 本論文の手順



## 2.6 本章のまとめ

本章の目的は、論文の中心的となる主題である不在再配達削減の提言の方策について考察し、本論分の目的を示すうえでの問題の所在を明らかにし、本論文の仮説と構成を示すことである。

本章では、宅配便の取扱個数、不在再配達の現状と不在再配達削減策について確認した。

次に、不在再配達削減のために、既に行われている置き配、宅配ボックス、店舗受取、宅配ロッカーについて、それぞれ SWOT 分析を行い、その導入の理由と課題について明らかにした。

以上を踏まえて、本論文の仮説として、「不在再配達削減策について、全体最適を行うことにより、削減可能である」ということを示した。

## 参考文献

- [1] Peter F. Drucker, Peter F. Drucker on Technology, Harvard Business School Pr, 2020 年
- [2] Peter F. Drucker, Peter F. Drucker on Technology, Harvard Business School Pr, 2020 年
- [3] Bernard Williams, Descartes: The Project of Pure Enquiry, Routledge, 2014 年
- [4] Frederick Winslow Taylor, The Principles of Scientific Management, Cosimo Inc, 2010 年
- [5]国土交通省自動車貨物局総合政策局物流産業室, 令和 4 年度宅配便取扱実績関係資料, p. 3, 2023 年
- [6]小倉昌男, 経営学, 日経 B P 社, p. 132, 1999 年
- [7]嘉瀬英昭, 1990 年代以降の宅配便市場の動向, 流通システムの国際比較史, 文真堂, pp. 268-284, 2004 年
- [8]林克彦, 根本敏則, ネット通販時代の宅配便, 成山堂書店, p. 39, 2015 年
- [9]嘉瀬英昭, 通信販売業の成長における物流機能の役割について, 企業成長要因に関する日中企業比較, 白桃書房, pp. 40-57, 2007 年
- [10]経済産業省商務情報政策局情報経済課, 令和 4 年度電子商取引に関する市場調査報告書, p. 5, 2023 年
- [11]嘉瀬英昭, 消費者物流の発展分野に関する一考察, 高千穂論叢第 34 巻第 2・3 号, 高千穂大学高千穂学会, pp. 120-135, 1999 年
- [12]国土交通省総合政策局物流政策課, 宅配便再配達率サンプル調査, 宅配便再配達実態調査概要, 2023 年
- [13]我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議, 物流革新に向けた政策パッケージ, 内閣官房, p. 12, 2023 年
- [14]齊藤実, 矢野裕児, 林克彦, 物流論, 中央経済社, p. 146, 2020 年
- [15]林克彦, 宅配便革命: 増大するネット通販の近未来, マイナビ出版, pp. 29-38, 2017 年
- [16]嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便サービスの多様化に関する研究, Hospitality: 日本ホスピタリティ・マネジメント学会誌第 30 号, 日本ホスピタリティ・マネジメント学会, pp. 28-29, 2020 年
- [17]矢野裕児, 宅配の受取システムの構築に向けて, ALIA news156 号, リビングアメニティ協会, p. 21, 2017 年

- [18]角井亮一，物流革命，日本経済新聞出版社，p.17，2018年
- [19]厚生労働省，令和3年版厚生労働白書，p.185，2021年
- [20]村上敏夫，古谷由紀子，相馬隆宏，宅配便の再配達防止 有料化は最終手段 窮状訴えて行動促す，日経エコロジー216号，日経BP社，p.39，2017年
- [21]齊藤実，矢野裕児，林克彦，物流論，中央経済社，p.138，2020年
- [22]松岡真宏，山手剛人，宅配がなくなる日 同時性解消の社会論，日本経済新聞出版社，p.42，2017年
- [23]林克彦他，労働力不足に対応した宅配便ネットワークの構築に関する研究，日本交通政策研究会，p.28，2017年
- [24]ヤマトホールディングス株式会社編集，ヤマトグループ100年史，ヤマトホールディングス，2020年
- [25]向正道，セブン-イレブンとヤマト運輸のIT戦略分析，中央経済社，p.148，2018年
- [26]鈴木邦成，中村康久，スマートサプライチェーンの設計と構築：物流DXが起こす変化をつかむ，白桃書房，p.94，2022年
- [27]手塚貞治，戦略フレームワークの思考法，日本実業出版社，p.64，2008年
- [28]岩尾詠一郎他，ライフスタイルの変化にともなう新たな物流サービスの成立要件に関する研究，日交研シリーズA(694)，日本交通政策研究会，p.49，2017年
- [29]林克彦他，小型貨物輸送におけるフィジカルインターネット概念の適用性に関する研究，日交研シリーズA(818)，日本交通政策研究会，pp.11-23，2021年
- [30]宮谷台香純，谷口綾子，つくば市における宅配便の利用実態と再配達依頼の規定因，実践政策学第6巻第1号，実践政策学エディトリアルボード，p.79，2020年
- [31]林克彦，ネット通販増大に対応した多様な配送方式—欧州主要国の事例を参考にした—考察—，物流問題研究 Logistics Review 第66号，流通経済大学物流科学研究所，pp.42-55，2017年

## 第3章 置き配の活用方針に関する検討

### 3.1 本章の目的

利用者が予め指定する場所（玄関先等）に非対面で配達する置き配に注目が集まってきている[1]。宅配便の配達においても、試験的なサービスや本格的なサービスを導入する企業が現れている。

本章では、置き配について宅配便会社の活用方針について示す。従来から実施されてきた店舗受取や宅配ボックスなどの非対面の受渡しは、セキュリティが担保されているものが主であった。これに対して、置き配は大きく状況が異なるため、従来と同じ方法で活用できない。

この点について、利用者に対して、アンケート調査を実施し、さらにテキストマイニング分析を行うことにより、宅配便会社の置き配の活用方針について示す。

### 3.2 置き配の概要

宅配便はサービス開始以来、荷物の引渡しは、受取人などへ対面で行ってきた。不在の場合は、原則、営業所などへの持ち帰り、隣人などへの委託により、対応してきた[2]。一部の荷物については、共同住宅などに設置された宅配ボックスが利用されてきたが、これらも、安全な管理及び保管が可能なものであった。

これに対して、置き配は、受取人が指定した場所に置くことなどにより、引渡したとみなす方法である。一例として、図 3.1 は玄関前に置き配で配達された荷物を表している。宅配便会社にとって、1度の配達で終了するため、再配達削減に大きな効果があるが、従来の方法と比較してセキュリティに関する課題が存在する[3]。



図 3.1 玄関前に置き配で配達された荷物

### 3.2.1 置き配導入の経緯

わが国では、生活協同組合や一部商品の配送などにより導入されていた。宅配便やネット通販の配達などに一般的に導入が開始されたのは、宅配便会社の人手不足問題が顕在化した後である。宅配便事業では、2018年に実証実験が開始され、2020年以降一部のサービスでオプションとして導入が開始されてきた。また、大手ネット通販事業者は、2019年から一部の地域でサービスを開始し、2020年には全国で置き配を初期設定としている[4]。

宅配便会社は置き配を採用することにより、不在再配達を削減できるだけでなく、対面受取の場合よりも業務プロセスの効率化が可能となる。

対面受取の場合、①インターホンなどによる配達のお知らせ、②玄関までの配達、③引渡し、④受領印またはサインの受取という4段階の手続きを経て、配達完了となる。

一方、置き配の場合、対面受取の時に実施される4つのプロセスのうち、②玄関までの配達のみで配達完了となる。ただし、多くの場合は、対面受取の場合行われない写真撮影などによる記録が別途行われる。

これらを比較すると、置き配の場合は対面受取と比較して引渡しや受領印またはサインの受取という対応する者により必要な時間に大きな差異が生じるプロセスについて省略できることがわかる。つまり、対面受取の場合、在宅の有無により配達完了するかどうかが決まされ、さらに対応する者により1件の配達に必要な時間が大きく異なることになる。一方、置き配の場合は、配達完了が確定し、時間も見積りやすいため、計画どおりに配達を進めることが容易となる。

### 3.2.2 宅配便会社における置き配導入の効果

宅配便会社にとって置き配の強みは第2章で示したとおり、非対面で玄関先まで配達できることである。これにより以下の導入の効果が期待できる。

#### (1) 再配達削減

原則、不在による再配達を回避することが可能となる。第2章で示しているとおり宅配便の不在再配達率は、2021年以降大きく減少していない。再配達となった場合、通常の配達に加え、営業所への持ち帰り、再配達と最低でも通常の配達の3倍の荷動きが生じるため、置き配の導入により配達業務の削減が期待できる。

## (2) 既存システムの活用

置き配は、既存の宅配便のシステムを大きく変更する必要がないため、宅配便会社にとって、負担が少なく、サービスを開始するのが容易である。つまり、既存の配送ルートが使用可能であり、宅配ロッカーや宅配ボックスなどの設備投資も不要なことである。

## (3) 荷物のサイズおよび取扱量に制約されない

置き配の場合、指定場所に置くことが可能であればサイズに制約されない。また、複数個あった場合でも制約を受けることがない。この点についても、既存の宅配便システムと同じでサービスを開始するのが容易である。

## (4) 簡易な利用方法と利用者の理解・支持の進展

利用者にとって、置き配で荷物を受取るために、自宅外の受取拠点に出かけたり、新たに宅配ボックスなどの設備投資が必要となったり、新たな使用方法を理解したりすることなく、容易に始めることが可能である。

また、在宅時でも非対面で受取りたいという一定のニーズもあり、支持されている。

### 3.2.3 置き配の利用状況

置き配に関する調査として、国土交通省は2018年に「通信販売と宅配便の再配達に関する調査」を実施している[5]。同時期は前述のとおり、置き配について本格的に導入していない事業者が多かったため、置き配の利用経験者は8.0%となっている。置き配を利用したいかという点については、利用しても良いという割合は37.0%という結果である。利用している(してみたい)理由として、「配達を待たなくても良いから(不在時でも受取れるから)」が74.9%、「在宅時でも(玄関前に出ることなく)受け取れるため」11.3%、「住居に宅配ボックスがないため仕方なく」が8.6%となっている。利用したことがない・利用してみたいと思わない理由として、「盗難されないか心配だから」が40.9%、「通販サイトや購入商品、宅配事業者などが置き配に対応していないから」が20.9%、「不在であることがわかってしまうから」13.1%、「衛生面で不安だから」8.3%、「オートロック式のマンションなので、利用できないから」7.0%となっている。さらに、どうすればもっと「置き配」を利用できる(利用したい)と思うかと

いう質問（複数回答可）では、1位「盗難等があった場合の事業者側で迅速な対応」、2位「損害保険を利用できること」となっており、盗難に関することが上位を占めている。

以上の調査結果から、置き配を利用してみたいというものは一定数いることが明らかにされた。理由は、不在でも確実に受け取れるからという点を挙げる者が多かった。一方、利用しない理由として、セキュリティに問題があること、使う必要がないまたはできない（不在にしない、宅配ボックスがある、オートロックがあるため）という点を挙げる者が多かったことが示された。

新型コロナウイルス感染症の影響により、非対面で受取可能な置き配の利用が定着した後に実施された「ネット通販の受取り方について（2021）」では、置き配を利用する理由として「受取るために自宅にいる必要がない」、「ネット通販事業者が置き配を標準の受取方法にしたから」、「配送員への感染防止」という順番であったことが示されている。また、置き配を利用したことがない理由として、「現状の自宅での対面受取で対応可能」、「盗難に不安がある」、「家に宅配ボックスがある」、「防犯上不安がある」の順番であったことが示されている。実際に置き配を利用した後でも、盗難などの防犯上の懸念をいただく者が一定の割合いることが理解できる[6]。

利用者側の調査からは、受取のために自宅にいる必要がない、配達員との非接触受取を望むという、置き配により実現できる利便性から利用を希望する者がいる一方、防犯上の不安が利用しない者の大きな要因となっていることが示されている。

これら複数の調査結果から、不在再配達を削減するには置き配を利用したいと思う者は一定数いるが、同時にセキュリティに不安を感じる者も一定数いることが示されている。ただし、これらの調査はいずれも選択式であるため、より利用者側の意向を詳細に把握、分析する必要がある。

### 3.3 置き配に関する調査

前節で指摘したとおり、既存の調査では不在再配達の解消のために置き配を利用したいと考える者が一定数いるものの、セキュリティに対して不安があるため利用したくないと考える者も一定数いることが明らかにされている。しかし、これらの調査はいずれも選択式のため、利用者の置き配に対する意向について詳細まで明らかにされていない。したがって、既存の調査では明らかにされていない置き配に対する利用者側の意向を詳細に把握するため、SNS上での調査と大学生を対象とした調査を実施した。以下、概要と結果である[7]。



### 3.3.1 定量分析（アンケート集計）

#### (1) 調査の概要

一般社団法人日本サプライチェーンマネジメント協会との共同で、SNS(Twitter)を使用し「置き配活用の是非」についてアンケート調査を実施した。調査概要は表3.1で示している。実施日は2019年10月10日～12日である。フォロワー数5,179総リツイート数7,914（回答対象者総計13,093）であった。

国土交通省の調査は2018年に実施されているが、その後置き配が急激に認知されてきたため、改めて調査を実施する必要があると考え再調査を実施した。また、日本サプライチェーンマネジメント協会と実施することにより、置き配のしくみを十分に理解したうえでの回答が期待できると考えた[8]。

前述のとおり、置き配の導入が検討され始めたのは、2018年頃からである。2020年以降は、新型コロナウイルスの感染防止のため在宅率が上昇し不在再配達が一時的に減少したり、非対面での受取が感染防止の観点から推奨されたりするようになった特殊な期間となる。したがって、本調査が実施された2019年は、置き配のサービスが広がり始め、2020年以降の特殊要因の影響を受けていない適切な時期であると考えられる。

表 3.1 定量分析（アンケート）概要

実施時期	2019年10月10日～12日
実施対象	一般社団法人日本サプライチェーンマネジメント協会のSNS(Twitter)フォロワー
実施方法	SNS(Twitter)を使用したアンケート調査を実施
調査数	フォロワー数 5,179 リツイート数 5件[1,798+730+50+249+5,087→7,914] フォロワー+リツイート=13,093
設問内容	置き配活用の是非について
調査目的	置き配について、選択式の調査は実施されているが、より詳細に利用者の意向を把握するための調査を実施する必要があると考えた。また、一般社団法人日本サプライチェーンマネジメント協会と共同で実施することにより、置き配のしくみを十分に理解したうえでの回答が期待できると考えた。

## (2) 定量分析の結果と考察

結果であるが、「置き配を活用したいですか」という質問に対して「活用したい」は71%、「活用したくない」は29%であった（回答数 188）。結果は図 3.2 に示している。

「活用したくない」と回答した者は29%であったが、条件付きでも利用したいものは「活用したい」に含まれること等を鑑みると、筆者の事前の予想以上に拒否感を持っている者の割合は高かった。

一方、「活用したい」と回答した者の主な意見としては、「宅配ボックスがいっぱいになった場合は置き配にしたい」というものがあった。この結果から、置き配を活用したいと考える者は71%にのぼっているが、宅配ボックスの活用がスペース上の問題から限度があることから第2の選択肢として置き配に頼らざるを得ない者が多かったと考えている。

本調査からは、不在時の受取手段としていかなる条件でも置き配を利用したくないと考えている者が30%程度おり、これらの者は対面受取や宅配ボックス等のセキュリティの高い方法しか利用しないと考えていると思われる。一方、利用したいと回答した70%程度の者についても、現状の置き配について満足しているのではなく、予定通り確実に受取りたいというニーズがセキュリティに関連する問題より優っているのではないかと考えられる。

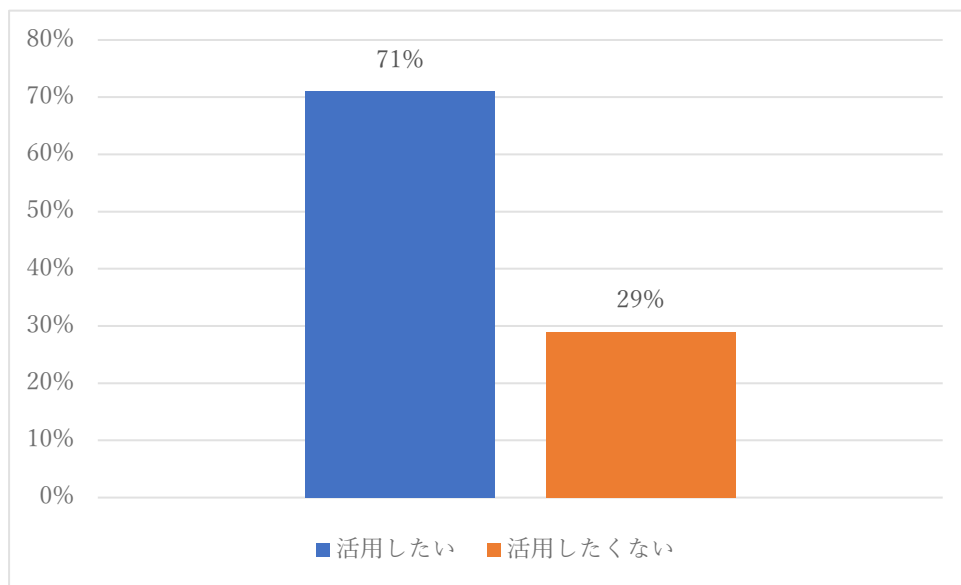


図 3.2 置き配の活用に関する是非について

### 3.3.2 テキストマイニング分析

#### (1) 調査の概要

大学生を対象に「宅配便の不在再配達の問題の解決の手段として『コンビニ受取り』と『置き配』についてどう考えるか。」というテーマで2019年7月に実施した。調査概要については表3.2で表している。

対象は、大学2年生、3年生、4年生で150名が回答した。実施場所は、東京都内の大学の商学部・経営学部である。授業時間内に「宅配便の不在再配達の問題の解決の手段として『コンビニ受取』と『置き配』についてどう考えますか」という設問内容を伝えて、メールにより記述式で回答を求めた。前提として、宅配便会社およびネット通販事業者の自家配達における置き配の事例を説明した。

調査目的は、自宅受取である置き配と自宅外受取であるコンビニ受取とを比較して、置き配がどのように位置づけられているかを明らかにするためである。既存の調査では、置き配に対する是非について問っているだけであり、他の受取手段との比較が行われていない。自宅外での受取手段としてコンビニ受取を比較対象としたのは、営業所、宅配ロッカー、コンビニなどの自宅外受取の中で、圧倒的に利用できる数が多く、利用者にとってなじみがあるからである。また、既存の調査はいずれも選択肢で回答するものであり、理由などを詳細に把握するために記述式の回答形式を採用した。

置き配もコンビニ受取もともに不在でも受取可能な手段であるが、置き配は自宅で利用できるがセキュリティに不安が残り、逆にコンビニ受取は自宅で受取れないがセキュリティに問題はない。このような対局する手段をどのように捉えているかを明らかにする重要性は高いと考えた。また、大学生世代を対象としたのは、ネット通販などで宅配便の利用が多く、またコンビニも日常的に利用するため、両手段を比較検討するのに適切であるとの指摘もあったためである[9]。

表 3.2 テキストマイニング分析の調査概要

実施時期	2019年7月
実施対象	大学2年生, 3年生, 4年生 150名
実施場所	東京都内の大学の商学部・経営学部（筆者が授業を担当）
実施方法	授業時間内に下記の設問内容伝えて, メールにより記述式で回答. 前提として, 宅配便会社およびネット通販事業者の自家配達における置き配の事例を説明した.
設問内容	宅配便の不在再配達の問題の解決の手段として「店舗受取」と「置き配」についてどう考えますか.
調査目的	既存の調査では置き配に対する是非について問っているだけであり, 他の受取手段との比較が行われていない. 本調査の目的は, 自宅受取である置き配と自宅外受取であるコンビニ受取とを比較して, 置き配がどのように位置づけられているかを明らかにすることである. 選択肢ではなく記述式を採用することにより, 詳細まで明らかにできると考えられる.

## (2) 調査の結果と考察

定量的なアンケート結果は置き配は、賛成 28.0%、条件付き賛成 24.0%、反対 35.3%、その他 12.7%となっている。またコンビニ受取は賛成 60.7%、条件付き賛成 16.7%、反対 10.7%、その他 12.0%となっている。これらについては、図 3.3 で示している。

置き配については、条件付きを入れても賛成とするものは 52.0%で想定よりも低い結果となった。これは、置き配について単独で是非を質問したわけではなく、店舗受取と同時に質問したことが要因であると考えられる。

コンビニ受取については、条件付きを含めると 77.4%が賛成している。両者を比較した場合、コンビニ受取のデメリットである自宅までもって帰らなければならないという点と、置き配のデメリットであるセキュリティについて、置き配に関するデメリットのほうが大きいと感じた者が多かったことが要因であると考えられる。

また、調査時点では置き配を実際利用したものが少なく、一方コンビニ受取は利用経験の有無にかかわらずイメージしやすかったことが肯定的に考えられた要因であると推察される。

頻度分布についてはカイ二乗検定により、p 値 0.00000162703(1.62703E-06)と 95%有意が確認されている。

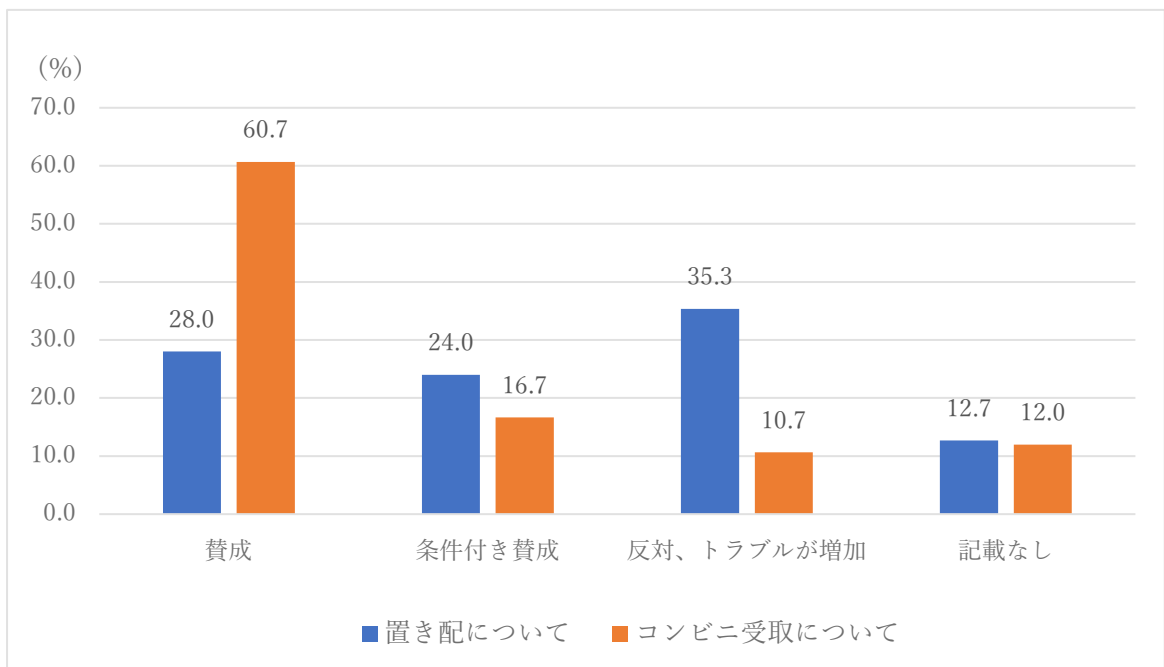


図 3.3 置き配とコンビニ受取の是非について



### (3) テキストマイニング手法

さらに記述式で回答をまとめ、結果については「Text Mining Studio®」を使用してテキストマイニング分析を行った。

テキストマイニングとは、定型化されていない文字情報の集まりについて自然言語解析などにより重要用語を抽出し、それらの関係性を抽出する分析手法である。アンケートや報告書などに含まれる自由記述の文章、電子掲示板(BBS)やSNSの書き込み、ニュース記事など、自然言語の文の蓄積として集められたデータを分析することにより、目的の達成(例えば、業務や製品に役立つ情報)を探し出すことが可能である。これにより、知られていなかった問題点を見出したり、様々な要素や要因の間の結びつきを可視化したり(共起ネットワーク分析)、顧客や消費者の評判(肯定的か否定的か)や時系列の推移を把握したりする(センチメント分析)ことが可能である[10]。テキストデータ  $x^n$  のエントロピーは、式(3.1)で与えられる。

ここで、

$n$  は文章中の文字数、

$x^n$  は  $n$  番目の文字、

$P(x^n)$  は、 $n$  番目の文字の確率

$$H(X) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{x^n} P(x^n) \log P(x^n) \quad (3.1)$$

仮に、テキストデータ  $x^n$  が与えられたときの単語列  $w^m$  への分解の仕方が一意であれば、(3.2)、(3.3)の関係が成り立つ。

$$H(W) = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{1}{m} \sum_{w^m} P(w^m) \log P(w^m) \quad (3.2)$$

$$H(X) = \frac{H(W)}{E[|W|]} \quad (3.3)$$

ここで、

$m$  は文章中の単語数、

$w^m$  は  $m$  番目の単語、

$P(w^m)$  は、 $m$  番目の単語の確率、

$E[|W|]$ は単語の長さの平均値である。

ただし、日本語の文章などの自然言語においては、単語への分割が一意に定まらないことが一般的である。このような情報源モデルについては、明示的なエントロピーの数式は導かれていない。そこで、単語への分割が一意に定まらない場合について、情報源のエントロピーの上限と下限を導出する方法が一般的である。

分析対象である文書集合を  $\Delta = \{d_1, d_2, \dots, d_D\}$  とし、得られる全有効語によってベクトル空間が構成される。この場合、個々の文書  $d_i$  は、式(3.4)で表される。

$$d_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iW})^T \quad (3.4)$$

ここで、 $T$  は転置を表す。

また、全文章中でその単語が現れる割合を考慮した特長量の算出の方法に  $TF \cdot IDF$  法がある。

ここで、 $TF$  は単語の出現頻度を、 $IDF$  は全文書中の単語の出現割合の減少関数を、それぞれ表す。

文書  $d_i$  における単語の出現頻度  $TF$  を  $tf(d_i, w_j)$  とおき、 $IDF$  については単語  $w_j$  を含む文書の数  $df(w_j)$  とすると次の関数で定義される。

$$idf(w_j) = \log \frac{D}{df(w_j)} \quad (3.5)$$

このとき、文書  $d_i$  における単語  $w_j$  の特徴量  $v_{ij}$  は、式(3.6)で与えられる。

$$v_{ij} = tf(d_i, w_j) \cdot idf(w_j) \quad (3.6)$$

各文書の特徴量がベクトルで表現されれば、文書  $d_i$  と文書  $d_k$  の類似度は、それらの距離を使って測ることが可能になる。これらの距離は原点付近の2点が近いものであると判定する。

#### (4) テキストマイニングによる分析と考察

本調査では、「宅配便の不在再配達の問題の解決の手段として『コンビニ受取』と『置き配』についてどう考えますか。」という設問に対して、記述式の回答データを集め分析した。

最初の分析として、当該テキストについて置き配に関する記述部分のみをまとめて、キーワードの出現回数を調べた。結果は、図 3.4 が示すように、配達 (184 回)、置き配 (86 回)、荷物 (50 回)、便利 (43 回)、盗難 (36 回)、手段 (36 回)、利用 (31 回)、必要 (28 回)、解決 (27 回)、不安 (27 回) となっている。ここから置き配について「便利であり、利用したいが盗難などが不安である。ただし解決には必要である」というテキストの骨子が読み取ることができる。

調査結果の一つである共起ネットワークについて図 3.5 で示している。その結果、置き配に対してはポジティブな意見で不在再配達 of 解決策という認識があるものの、時間帯やドライバーとの関係からセキュリティやトラブルが想定され不安を感じているということが示された。

次に、頻出語句による共起ネットワークを示したのが図 3.6 である。置き配は、「不在の解決手段だがリスクもある」、コンビニは「安全だが家から遠いこともあり、コンビニが少ない地域での対応やタイミングなどを合わせることで手間を省くことも大切」ということが明らかになった。

本研究を通して消費者が実際に抱える置き配による盗難のリスクへの危惧、セキュリティへの不安が明らかになったといえよう。

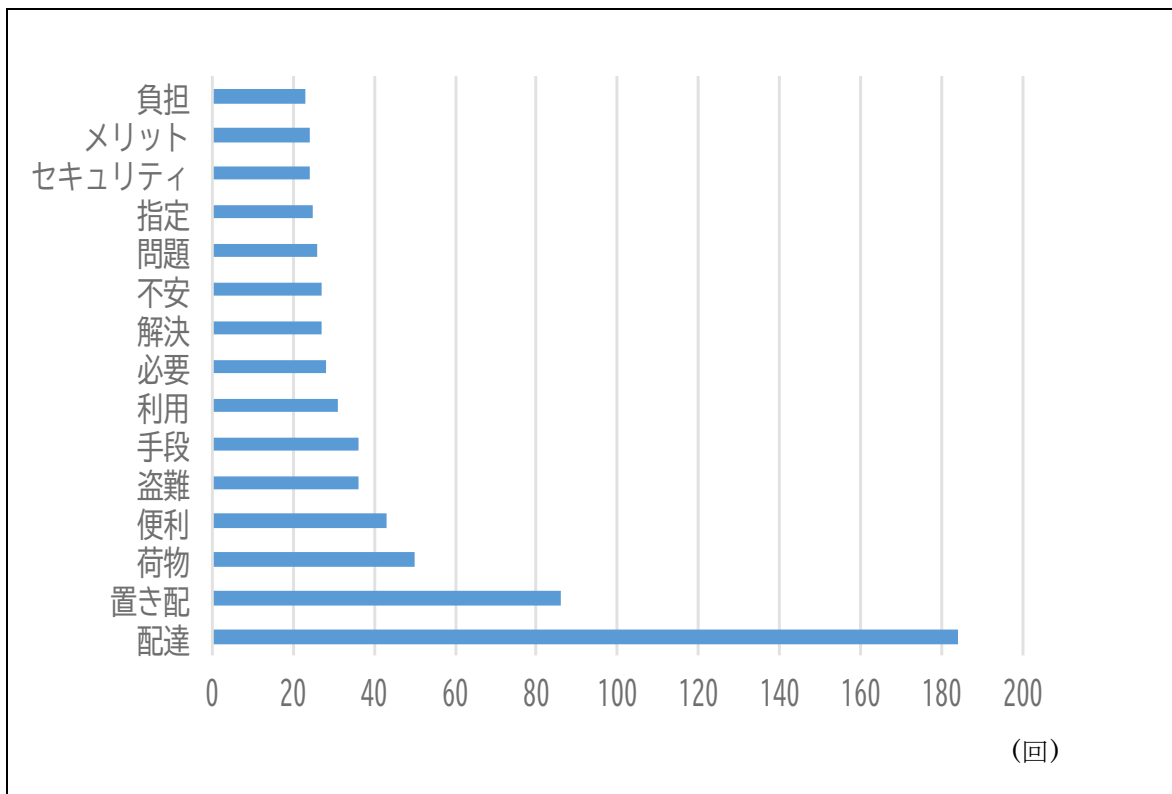


図 3.4 「置き配」の主要キーワードの出現回数

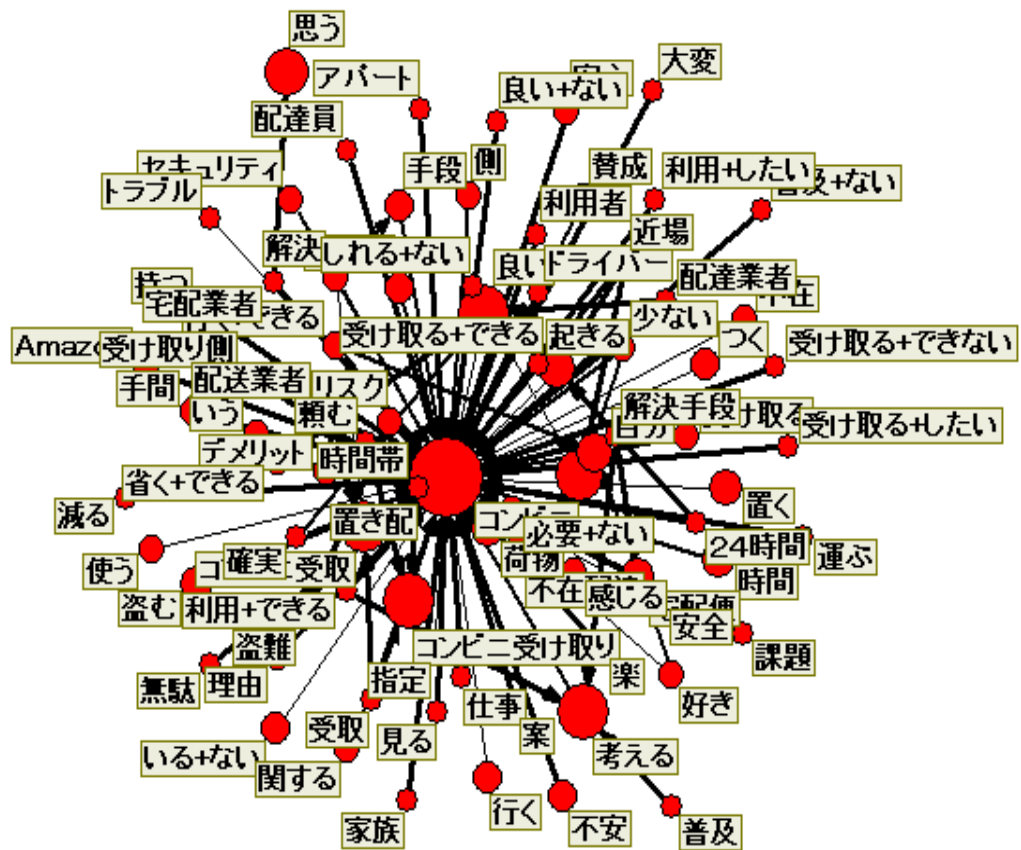


図 3.5 「置き配」についての共起ネットワーク

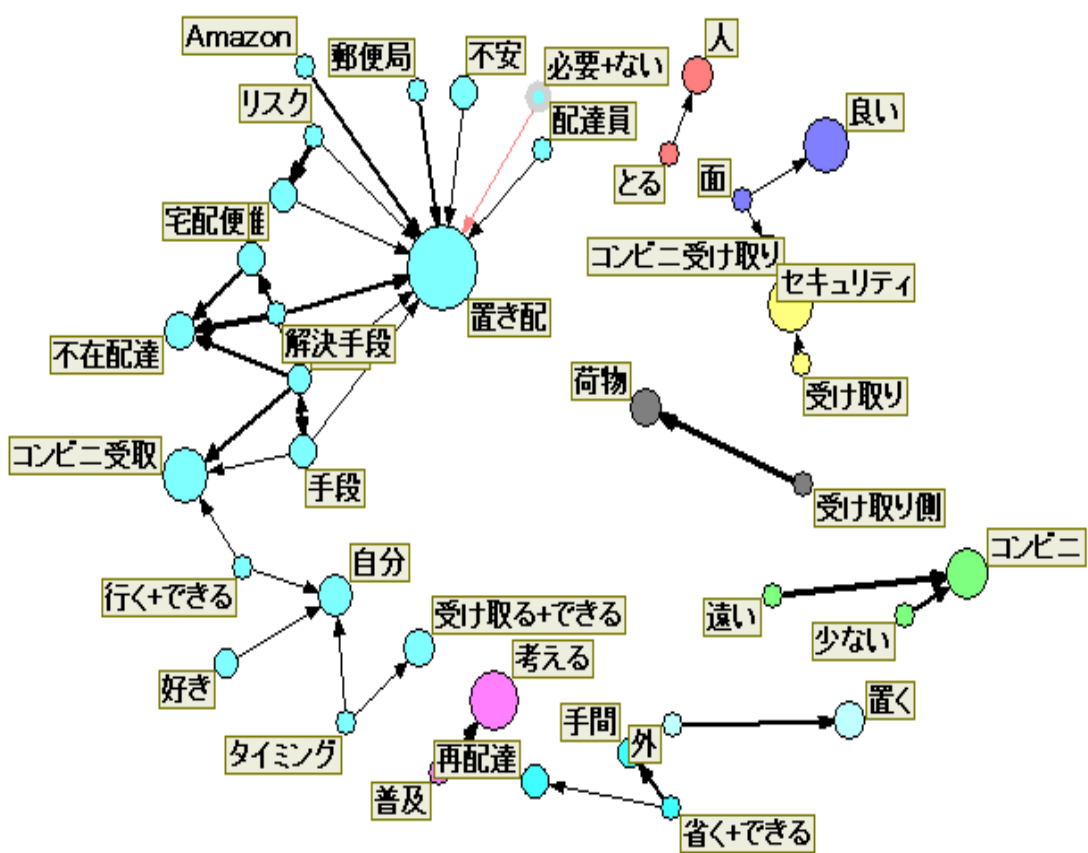


図 3.6 頻出語句による共起ネットワーク

### 3.3.3 調査に関するまとめ

本研究では、一般社団法人日本サプライチェーンマネジメント協会との SNS によるアンケート調査、並びに大学生へのアンケート調査を実施し、不在再配達削減のために置き配を導入することについて、消費者目線から分析を行った。

一般社団法人日本サプライチェーンマネジメント協会の調査からは、置き配を利用してみたいと考えている者は多かったが、宅配ボックスの活用がスペース上の問題から限度があること等の理由から第 2 の選択肢として考えている者も多かったことが消費者目線から明確化された。

一方、大学生を対象とした調査からは、置き配に対してポジティブな意見を持ち不在再配達の解決策という認識があるものの、時間帯やドライバーとの関係からセキュリティやトラブルを想定し不安を感じているということが示された。

また同調査からは、置き配に賛成する者はコンビニ受取に賛成する者よりも少ないことが確認された。

さらに、置き配は通常の対面受取の不在再配達を避ける手段ではなく、独自の利点があると考える者もいることが分かった。「在宅でも受取の対応ができない」、「時間指定していても急な用事で不在になった」などの場合でも、確実に受取ることができるという意見があった。宅配便の受取に際して、不在などが多く受取が困難であったという具体的な経験を記載している者が、置き配について受け入れても良いと考えている例が見受けられた。

### 3.4 本章のまとめ

以上、本章において前半では置き配の現状について検証した。これを踏まえて、不在再配達システム効率化のために期待されている置き配について 2 つのアンケート調査及びテキストマイニング分析を行い、検証した。

分析の結果、置き配については不在再配達を削減する効果があることが明らかになった。しかし全面的に利用するにはセキュリティ面でのリスクを認識しなければならないことがわかった。一方、置き配でしか実現できない利便性はあるものの、セキュリティに対する不安が解消されていないことが明らかになった。

このような状況で、置き配の利用を拡大させるためには、置き配を選択することによる経済的メリットを付加することが考えられる。実際、置き配利用によるポイント付加が検討されている。今後は、料金の割引や再配達の有料化などの議論も始まると考えられる。

本章での議論の結果、置き配は初期設定としては有力視される。宅配ボックスのように新たな設備を用意したり、店舗まで受取に行く必要がなかったりするため、すぐに開始することが可能であることも一因である。しかし、事業者にとっては不安定な対策であり、非対面でも受け取れるという利便性を活かして確実に受取る方法にするためには、次章以降で詳しく検討する宅配ロッカーが有力な選択肢と考える。宅配便会社の置き配の活用方針としては、置き配を初期設定とし、セキュリティなどでの不安定な部分については、宅配ロッカーや店舗受取により補完していくということになる。



## 参考文献

- [1] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便の非対面受取に関する考察, 高千穂論叢第 56 巻第 2 号, 高千穂大学高千穂学会, pp. 7-24, 2021 年
- [2] 長谷川雅行, 「置き配」の光と影, 物流問題研究第 70 号, 流通経済大学物流科学研究所, pp. 124-135, 2021 年
- [3] 長谷川雅行, 「置き配」考 : その進化と普及のシナリオ, Logi biz 第 23 巻第 1 号, ライノス・パブリケーションズ, pp. 48-53, 2023 年
- [4] 宮武宏輔, 日本における置き配の普及課題, 流通経済大学流通情報学部紀要第 27 巻第 1 号, 流通情報学部学術研究委員会編, pp. 21-29, 2022 年
- [5] 国土交通省総合政策局物流政策課, 通信販売と宅配便の再配達に関する調査の結果について (2018 年 12 月調査), 2019 年  
<https://www.mlit.go.jp/monitor/H30-kadai01/9.pdf>  
(2023 年 7 月 1 日確認)
- [6] 宮武宏輔, 新型コロナ禍でのインターネット通信販売の受取方の現状, 日本物流学会誌第 30 号, 日本物流学会, pp. 107-114, 2022 年
- [7] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便における「置き配」の効果とリスクに関する調査及び考察, 日本物流学会誌第 28 号, 日本物流学会, pp. 93-100, 2020 年
- [8] 物流 Weekly, 物流産業新聞社, 2019 年 10 月 28 日号
- [9] 劉亜氷, インターネット通販におけるラストマイル配送—消費者視点による探索的研究, 日本物流学会誌第 27 号, 日本物流学会, pp. 147-154, 2019 年
- [10] 山岡真理, 鈴木邦成, 水上祐治, スカート市場の低迷回復に関する一考察, 第 64 回日本経営システム学会全国研究発表大会予稿集, 日本経営システム学会, 2020 年

## 第4章 店舗受取システムの再構築に関する検討

### 4.1 本章の目的

本章では、宅配便のコンビニエンスストア（以下、コンビニとする）などの店舗受取について改善策の提案を行う。店舗受取方式は不在再配達削減策として一定の効果が確認されているが、店舗受取の効率性については改善の余地が十分にあると考えられる。

従来の宅配便システムでは、宅配便ドライバーが消費者世帯向けの配達とコンビニなどの受取拠点への配送の両方を担当していた。しかし、店舗受取に際しては、店舗側従業員が荷物の受取確認を行う必要があるため、配送完了までに時間がかかる。そこで本章では、受取拠点への配送を別スキームで展開する流れを提案して、改善策について考察を行うこととする。

### 4.2 店舗受取の概要

#### 4.2.1 店舗受取導入の経緯

宅配便のネットワークにおいて小売店等を利用することは、荷物を多く集めるため、サービス開始当初から行われていた。当時は、商店街にある酒店や米店などの個人商店を取扱店(当時は取次店)に指定し、集荷を依頼していた[1]。

コンビニが取扱店となるのは、ヤマト運輸の場合、1987年以降である[2]。コンビニと既存の取扱店である個人商店が競合することが多いためであった。1989年にはコンビニ大手3大チェーンがヤマト運輸の取扱店となり、コンビニが宅配便の集荷拠点として確立された[3]。

宅配便サービスの成長期においては、物流事業者によるシェア争いが激しかった。店舗数が急増していたコンビニは、集荷拠点として重要な意味を持っていた。そのため、宅配便会社は自社の荷物だけを専属的に集荷させることとし、大手コンビニチェーンの囲い込みが激しくなった。これらのチェーンのなかには、宅配便会社の意向などにより集荷する事業者を変更することもあった[4]。

このように、コンビニは宅配便の集荷拠点として利用が開始されたが、その後受取拠点としての機能が付加されることになる。ヤマト運輸の場合、コンビニが受取拠点として利用が開始されるのは、2006年の「宅急便店頭受取りサービス」からである。導入のきっかけは、日中不在のため深夜営業しているコンビニなどで荷物を受取りたいという要望に応えるものであった[5]。このサー

ビスは、一度自宅で不在であったため受け取れなかった場合、再配達を受取場所をコンビニなどへ変更できるというものである。当時は、不在再配達削減より、利用者の利便性を高めるということが主目的であったと考えられる。

2012年には、事前登録された会員を対象に、ネット通販で購入した商品について、受取先としてコンビニを指定することができる「宅急便受取場所選択サービス」が開始された[6]。このサービスでは、荷物の発送時に初期設定でコンビニを受取場所とすることが可能となった。

その後 2015 年頃より、ネット通販貨物の増加やドライバーの人手不足問題が顕在化してきたことにより、コンビニでの受取は不在再配達削減策の主要な方法の一つとして注目度が高まり、宅配便会社や行政などによって利用を推進する動向が見られるようになってきた。

このように、宅配便会社にとってコンビニなどの取扱店は、集荷拠点から、受取の利便性拡充のための拠点、不在再配達削減のための受取拠点と機能が拡充してきた。

ただし、集荷拠点となっている取扱店がすべて受取拠点となっているわけではない。受取拠点としての機能を果たすためには、宅配便会社と情報ネットワークで接続されている必要があり、コンビニなどが中心となっている。図 4.1 は全国のコンビニ店舗数の推移を表している。大手 3 大チェーンがヤマト運輸の取扱店となった 1989 年以降増加傾向が続いていたが、2015 年以降は店舗数が減少する年も見受けられるようになり、店舗数が伸び悩んでいることが示されている[7]。また、将来の見込みについては、指数平滑法による予測値を示している。このまま減少傾向が続けば、2031 年には 48,004 店まで減少する見通しとなっている。

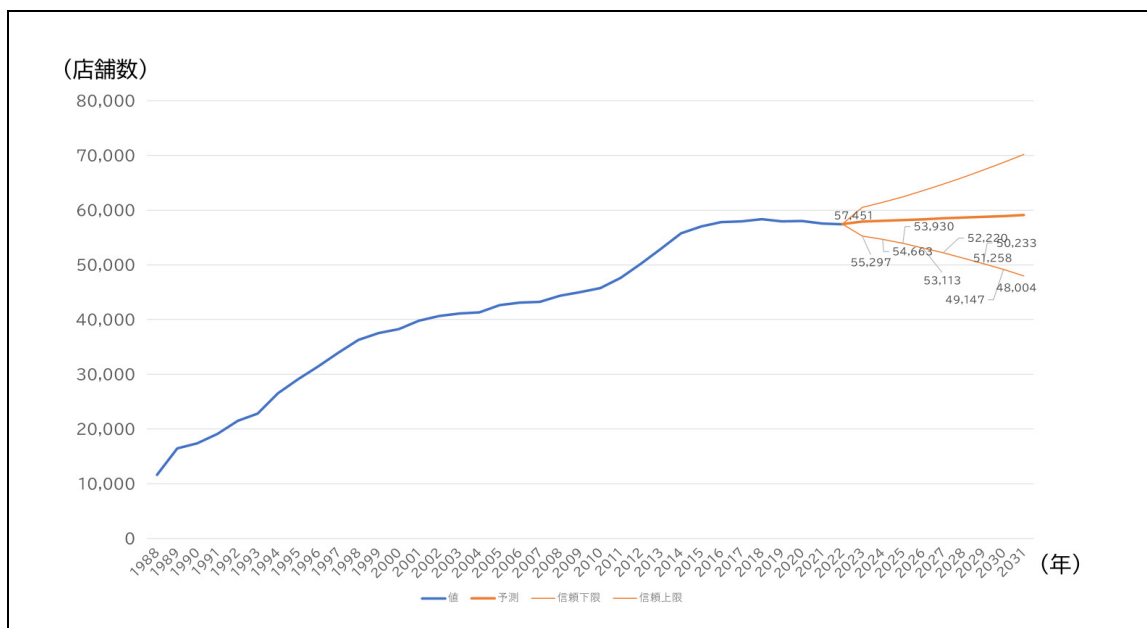


図 4.1 全国のコンビニエンスストアの店舗数の推移

出典：日本フランチャイズチェーン協会「JFA フランチャイズ統計調査」をもとに作成[7]

今後、宅配便の受取拠点としての役割が高まり、取扱件数が増加してくると、既存の店舗だけでは対応できなくなる可能性がある。この点については、本論文の第5章で検討している宅配ロッカーの設置が2016年から開始されており、店舗の不足分を補うことが期待されている。

コンビニでの宅配便受取状況の一例として、ヤマト運輸が2018年に取り扱った宅配便のうち、コンビニも含めた自宅外での受取の割合は6.6%と示されている[8]。また、内閣府(2017年)の調査では、コンビニ受取の利用経験者は11.4%である[9]。さらにインターネット通販商品の受取方法に関する調査ではコンビニ受取の利用経験者は、2019年は23.0%で、2021年は30.3%となっている[10]。

このように店舗受取方式は宅配便の不在再配達削減策として一定の効果が確認されている。

#### 4.2.2 店舗受取方式における情報システム

自宅へ配達予定の荷物をコンビニ受取に変更したり、不在のため再配達となった荷物の受取先をコンビニに変更したりすることは、情報システムにより実現可能となっている。

図4.2は、宅配便におけるクラウド型情報システムについて表している。

APIプラットフォームで、発荷主、着荷主、営業所、トラックドライバーが情報をリアルタイムで共有することが、到着予定時刻の在宅、在宅時間への配達時間の変更、受取場所の変更による再配達の削減などが可能となっている。APIとは、Application Programming Interfaceの略称で、APIを活用することで外部サービスとの連携がスムーズに実行可能となる。

発荷主からの情報(到着先、予定時刻など)をもとに、到着先がすでに登録されている場合、荷物の到着予定日時の情報が通知される。これを基に届け先や日時が変更されることがあり、新たな情報をもとにトラックドライバーが配達時間や場所の変更を行うことになる。コンビニでの受取も、情報システムを活用することにより可能となっている。

もちろん、デジタルを苦手としている消費者は電話による再配達日の設定を行えばよいわけであるが、ネット通販の購入者が主たる顧客層となるならば、かなりの高確率で、事前通知システムは活用されていくことになる。

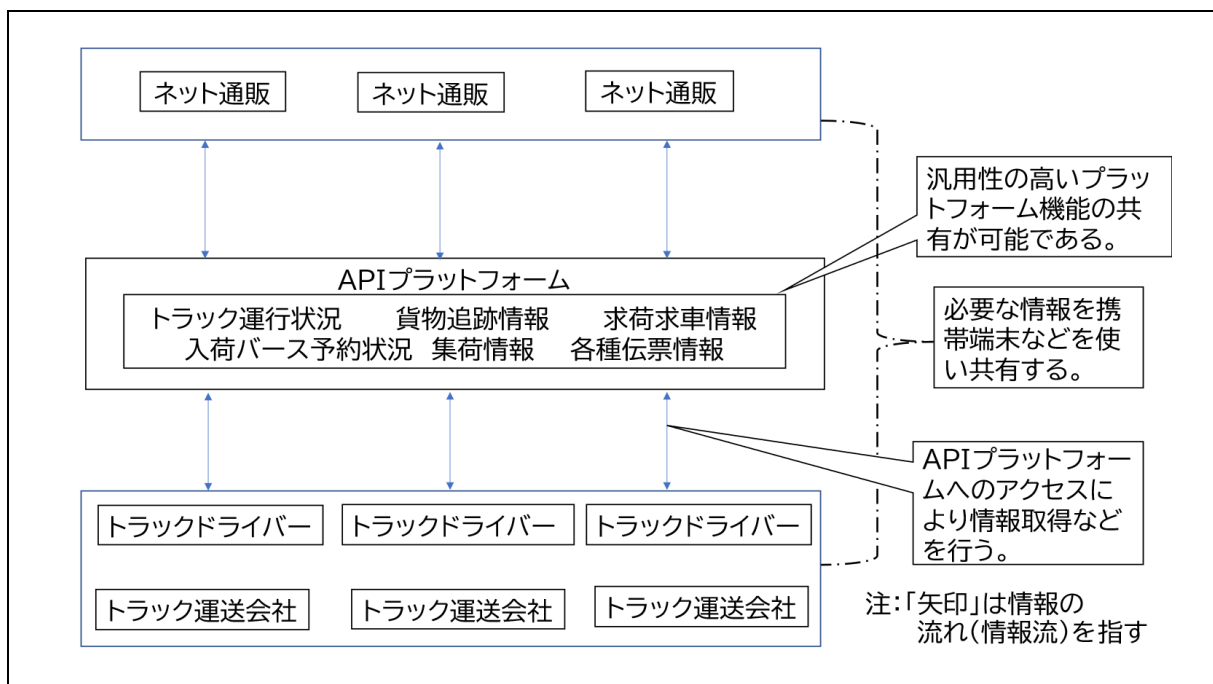


図 4.2 API を活用した宅配便におけるクラウド型情報システム(再掲)

出典：鈴木邦成，中村康久，スマートサプライチェーンの設計と構築：  
物流 DX が起こす変化をつかむ，白桃書房，p. 94，2022 年

### 4.3 先行研究における店舗受取方式の分析

先行研究では、店舗受取について以下のとおり分析されている。

不在再配達が深刻化し始める前段階においても、コンビニ活用の重要性を踏まえたうえで、導入にあたっての課題（保管スペース、再配達の場合との費用負担の大小、法的な問題点）について指摘されている[11]。すなわち店舗受取方式は完成された不在再配達削減策ではなく、課題を抱えつつの導入開始であったことが伺える。

さらに近年は宅配便集配拠点の導入が配送トラックの走行距離にどのような影響があるかという分析も進んでいる[12]。集配拠点の立地、利用率、人口密度により、効率化に影響及ぼすことを明らかにする研究である。言い換えれば店舗受取方式の非効率性をトラックの集荷経路や集荷効率に求める工学的アプローチである。しかし当該研究では店舗受取方式の全体スキームに対しての疑問は呈されていない。

また、宅配便の再配達を避けるためにコンビニ受取を増やすことから生じる負の影響についての指摘もある。宅配便から店舗への業務負荷の移行となりかねない危険性があり、店舗業務作業の軽減が重要になるというものである[13]。この指摘は店舗受取方式における店舗側の負担に焦点を合わせたものである。ただし、宅配便ドライバーの観点からの問題提起は行われていない。そこで本研究では宅配便ドライバーの視点も踏まえて店舗受取方式の改善を提案したい。

なお、店舗受取のみを対象としていないが、ネット通販で購入手続きをする際に、消費者宅以外の場所での受取を増やすためにどのような情報をどのような時期に提供すれば良いかという研究もおこなわれている。商品のサイズや重さ、包装の状態、手持ちでの運搬の可否が重要とされ、これらの情報を商品購入時に提供することが重要であることが指摘されている[14]。実際、店舗受取方式では大きすぎるサイズや冷凍冷蔵の荷物の受渡しは行われていない。他の受取方式にも関係する指摘ではあるが荷物のより綿密な標準化も必要であることは間違いない。

これら先行研究からは、店舗受取は不在再配達削減のために有力な手段であるが、改善すべき点があることを示唆している。つまり、第2章で示した、店舗受取の長所である、既存の不在再配達の対策として利用者に浸透しているということと、短所である、店舗への配送が個別世帯への配達の間隙間に行われているなど効率の悪い点が多いということと合致している。したがって、本研究では、コンビニなどの店舗を本格的な宅配便の受取拠点とするための方法につ

いて検討する。

#### 4.4 店舗受取方式の課題

店舗受取方式の課題として、以下の点が存在する。

まず、受取店舗への荷物の配送は個別世帯への配送の隙間時間に行われることになっているが、実際は店舗への配送時間が決定し、その後個別世帯への配送が行われる。したがって、在宅時間の高い時間帯などに店舗への配送に時間を要することが生じることである。

次に、店舗配送に要する作業時間は店舗側の状況により待ち時間や庭先作業が発生することから、個別世帯への配送に比べて効率が悪い。

また、ネット通販貨物の増加により、集荷より配達プロセスに負荷がかかっているため、効率的な配達網の構築が必要なことである。

#### 4.5 店舗受取方式における改善スキームの提案

先に指摘したように、店舗受取方式の改善策としては配送経路適正化が有力である。

そこで本研究では、宅配便企業の地場の営業所から集荷先店舗への経路適正化を図るのではなく、集荷・配達の併用拠点としての店舗受取方式の強化を念頭に置いた改善策を次のように提案する。

すなわち、解決策として、既存の地場の宅配便センターとは別に、店舗受取専用ベースを新たに設置することを提案する。

図 4.3 は、店舗受取方式の改善スキームについて示している。現状では、仕分けセンターから、営業所、さらに宅配便ドライバーが各世帯への配達とコンビニへの配送の両方を担当している。そこで改善スキームとして、仕分けセンターから、店舗直送と営業所・各世帯への配達のルートを区別して設定する。

まず発荷主が荷物発送の際に、「店舗受取」と「配達希望店舗」を指定する。発送時に店舗受取になっているものは、直接店舗受取専用ベースに配送される。世帯への配達と店舗への配送を分割することにより、トラックの荷物の個人世帯向けと店舗向けの仕分けの解消や、店舗での庭先作業時間の削減、ドライバーの負担軽減を図ることが狙いである。



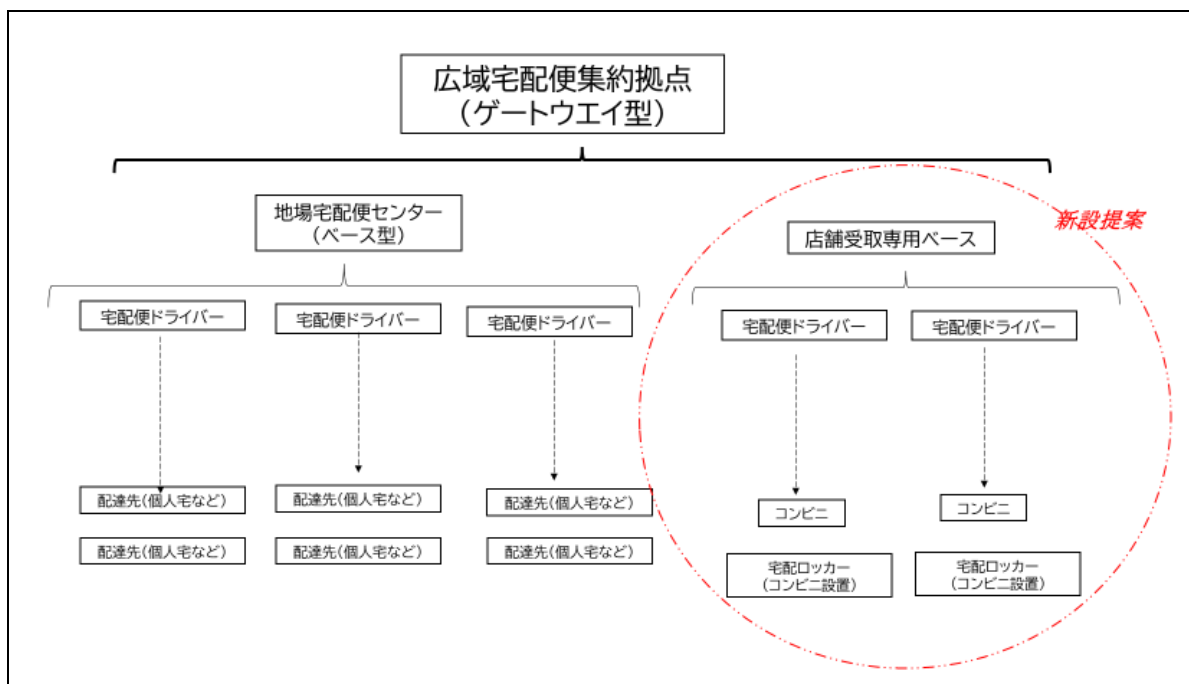


図 4.3 店舗受取方式の改善スキーム

出典：筆者作成

## 4.6 モデル化

改善スキームをモデル化すると、(4.1)–(4.5)の式で説明することができる。

目的関数は全ての個人世帯とコンビニの組み合わせにおける距離、あるいは時間の総和を最小化することを意味している。制約条件は、各個人世帯への供給と店舗への供給、トラックの積載量、二重割り当ての回避を示す。

なお、受取店舗はコンビニが主たる対象となるが、ドラッグストア、ミニスーパーなどでの受取も将来的には増やす必要があると考えられる。したがって、配送エリア内に相当数の店舗配送の対象となる荷物が存在すると考える。

目的関数：

$$\text{Min} \rightarrow \sum_{i \in P} \sum_{j \in C} d_{ij} \cdot x_{ij} \quad (4.1)$$

制約条件：

個人世帯への供給を満たす必要がある

$$\sum_{j \in C} x_{ij} = 1, \forall_i \in P \quad (4.2)$$

コンビニへの供給を満たす必要がある

$$\sum_{j \in P} x_{ij} = 1, \forall_i \in C \quad (4.3)$$

トラックの積載量を超えない

$$\sum_{j \in P} \sum_{j \in C} q_i \cdot x_{ij} \leq Q \quad (4.4)$$

二重割り当て回避

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \forall_i \in P, j \in C \quad (4.5)$$

ここで、

$P$ ：個人世帯の集合

$C$ ：店舗（コンビニ）の集合

$d$ : 個人世帯からコンビニへの距離

$i$ : 任意の個人世帯

$j$ : 任意のコンビニ店舗

$x$ : 0-1 変数

$q \in Q$ : トラックの積載量

#### 4.7 シミュレーションの実施

典型的な宅配便システムにおける個人世帯配達と店舗配送の混合型プロトタイプを図 4.4 の現状モデルケースで示したように想定し，本研究における改善提案における効果についてシミュレーション分析を行った．個人世帯への配達時間を 8 分/世帯，店舗への配送時間を 20 分/店舗とした，担当配達・配送先は 200 と想定した．内訳は，個人世帯数が 190 世帯，担当店舗数が 10 店舗である．この場合，配達・配送に要する総時間は 26 時間 20 分と想定される．

そこで本研究の提案のように個人世帯配達と店舗配送の担当者を分けて，店舗配達については複数エリアを担当する専任宅配便ドライバーを設けることにしてシミュレーションを行った．その結果については図 4.4 の提案シミュレーションで示している．

現状モデルケース

現状	個人世帯配達と 店舗配送の混載トラック
配達時間(個人世帯)	8分/世帯
配送時間(店舗)	20分/店舗
担当個人世帯数	190世帯
担当店舗数	10店舗
合計時間	26時間20分



提案シミュレーション

改善スキーム	個人世帯向けトラック	店舗配送専用トラック
配達・配送時間	5分/世帯	15分/店舗
担当配達・配送先数	190世帯/日	10店舗/日
合計時間	15時間50分	2時間30分

図 4.4 現状と改善スキームのシミュレーション比較

#### 4.8 店舗受取の改善スキームに関するシミュレーションの結果及び考察

シミュレーションの結果、個人世帯への配達時間は5分/世帯、店舗への配達時間は15分/店舗となった。担当個人世帯数が190世帯、担当店舗数が10店舗と現状と同じ場合、個人世帯向けは15時間50分、店舗向けは2時間30分となった。宅配便ドライバーの配達業務の効率化を図ることで、不在再配達にかかる負荷の低減を図ることが可能になる。

すなわち個人世帯向け配達とコンビニ向けの配送を別々に担当するドライバーを専任とすることで、それぞれのニーズに合った効率的な作業プロセスを確立できる。作業効率向上、配達の迅速化や遅延の軽減が期待できるということがわかった。

また、個人世帯向けと店舗向けの需要は異なる可能性が高いため、荷扱いに関わる予測精度が向上する。無論、配達を担当するドライバーの負担が軽減されることで作業の質の向上も可能となる。加えて、ルート管理や配達進捗のモニタリングが容易になる。世帯配達と店舗配送の双方のバランスを鑑みながら、全体最適を念頭に置いたより一層の改善も可能になるといえよう。

さらにいえば、発送伝票の送り先に特定店舗を指定できるようにすると、効果はより一層大きくなると考えられる。不在時の再配達の必要が減少し、受取人の利便性が向上することが期待できる。

ただし、実務的な懸念もある。受取可能な店舗情報を発荷主と着荷主が共有する必要があるが、発送伝票に記載された情報が正確ではない場合、荷物の到着が逆に遅れてしまうリスクが出てくる可能性がある。

また、受取可能な店舗が限られてくる場合、たとえ着荷主が店舗受取を希望しても実際には受取ができないというケースが想定される。

この場合でも、一定の効果があることから、ここで想定される懸念については、クラウド型情報システムの活用を徹底させることで最終的には解決できると考える。すなわち、図4.2をベースとした情報システムの一層の高度化で対応するのである。デジタルデバイドの観点からの懸念もあるが、不在世帯の多くは共働きや単身者世帯であり、多くがウェブサイトなどの利用方法に習熟していると考えられる。

#### 4.9 本章のまとめ

本研究では宅配便システムにおける不在再配達削減策について、店舗受取方式に焦点を合わせて、考察を行った。すなわち宅配便ドライバーが同一の配送

車に個人世帯向けと店舗向けの荷物を混載するのではなく、当該配送エリア内などへの専用配送便を設けることにより、効率化を図るモデルを示した。

コンビニなどの店舗を通した宅配便の取扱いは、宅配便が開発されて間もなく導入された。それゆえ、店舗への配送方法の改善の提案については、先行研究でも触れられることが少なかった。

そこで本研究では、店舗受取について改善スキームを提案し、実務的な懸念にも触れながら、改善の効果を検討した。その結果、店舗受取に特化した拠点を設けて、配送スキームを再構築することにより、店舗における荷物受取のプロセスを効率化し、宅配便ドライバーにかかる負荷を低減できることが明らかになった。

## 参考文献

- [1]小倉昌男, 小倉昌男経営学, 日経 BP 社, pp.75-80, 1999 年
- [2]都築幹彦, どん底から生まれた宅急便, 日本経済新聞出版社, pp.183-184, 2013 年
- [3]ヤマトホールディングス株式会社編集, ヤマトグループ 100 年史, ヤマトホールディングス, p.214, 2020 年
- [4]驚巢力, 宅配便 130 年戦争, 新潮社, p.166, 2006 年
- [5]ヤマトホールディングス株式会社編集, ヤマトグループ 100 年史, ヤマトホールディングス, p.397, 2020 年
- [6]ヤマトホールディングス株式会社編集, ヤマトグループ 100 年史, ヤマトホールディングス, p.471, 2020 年
- [7]日本フランチャイズチェーン協会, JFA フランチャイズ統計各年度
- [8]林克彦, ネット通販急成長に対応したラストマイルの変化, 物流問題研究第 68 号, 流通経済大学物流科学研究所, p.55, 2019 年
- [9]内閣府, 再配達問題に関する世論調査, p.5, 2017 年
- [10]宮武宏輔, 新型コロナ禍でのインターネット通信販売の受取方の現状, 日本物流学会誌第 30 号, 日本物流学会, pp.108-109, 2022 年
- [11]増田悦夫, 宅配便サービスの現状と今後の課題, 流通経済大学流通情報学部紀要第 11 巻第 1 号, 流通経済大学流通情報学部, pp.31-48, 2006 年
- [12]川西勇輔, 鈴木勉, 宅配便の配送方法の改善による配送車の走行距離の削減効果に関する研究, 都市計画論文集第 53 巻第 1 号, 公益社団法人日本都市計画学会, pp.51-56, 2018 年
- [13]神宮貴子, 宅配便の配送効率向上に関する研究 ―群馬県を例として―, 共愛学園前橋国際大学論集第 19 号, 共愛学園前橋国際大学, pp.29-40. 2019 年
- [14]清水真人, 岩尾詠一郎, 土井義夫, 自宅以外の受取場所の利用促進に必要な情報提供時期と内容に関する研究, 日本物流学会誌第 31 号, 日本物流学会, pp.177-184, 2023 年

## 第5章 パーセルボックス戦略的活用の提案

### 5.1 本章の目的

本章では、利用者側が求める宅配ボックスの類型について、SNS レビューをテキストマイニングにより分析することにより検討する。あわせて必要とされる情報システムのアウトラインを示し、より導入しやすいパーセルボックスの全体像の活用方法を提案する。

### 5.2 本研究におけるパーセルボックスの定義

#### 5.2.1 パーセルボックスの定義

本研究では、宅配ボックスと宅配ロッカーの総称としてパーセルボックスを用いる。その理由としては、両者の機能は宅配便の荷物の配達において、受取人が不在の際に郵便受けに入れることができず、再配達や置き配を回避せざるを得ない状況で用いる配達物の保管用の個人的使用のための設置設備であり、その設置場所と配達先世帯との距離が近接している場合には宅配ボックス、適度な距離を有する場合には宅配ロッカーと呼ばれるという違いはあるものの本質的には同等の機能を有すると考えられるからである。また海外でも両者は区別されずに「パーセルボックス」として一般的に扱われている[1]。

#### 5.2.2 先行研究の結果

本研究の分析の対象である宅配ボックスに関する先行研究・調査の結果は以下のとおりである。

実証研究として、つくば市で実施された調査において、不在でも荷物を受取ることができる宅配ボックスがある者の方が不在者より再配達率が低いことが明らかにされている[2]。また、一戸建て住宅を対象に宅配ボックスの設置による不在再配達削減効果を検証した実験では、再配達率が49%から8%へ減少したという結果が示されている[3]。

海外の事例として、再配達が有料の欧州では、郵便受けに入らない大型の荷物を投函できる自宅用ロッカーの設置が一部で進められていることが示されている[4]。

また、内閣府の調査では、再配達削減の取組として「自宅用の宅配ボックス設置の促進」を42.4%の者が挙げており、多くの者が有力な手段として考えて



いることが示されている[5].

しかし、わが国では共同住宅のエントランスなどに共用の宅配ボックスが設置されていることは多いが、共同住宅、一戸建て住宅ともに各住戸専用の宅配ボックスの設置は進んでいない。設置のためのコストは利用者が負担することになるが、利用者がメリットを享受できると考えれば導入が進むと考えられる。

このような状況に対して、一戸建て住宅や共同住宅の各住戸前で使用する宅配ボックスについて、盗難防止機能を付けるなどの研究はあるが、どのような種類のボックスが効果的であり、導入しやすいかという先行研究はない[6]。つまり、宅配ボックスに統一基準がなく、どのようなボックスを設置したら良いかということが不明瞭な点が課題である。そこで、本章では、以下この点について提言することとする。

## 5.3 荷物寸法のパーセルボックスに対する影響

### 5.3.1 荷物サイズの特性

テキストマイニング分析を行うまえに、パーセルボックスに保管する際に念頭に置く必要のある宅配便の荷物サイズについて考察する。パーセルボックスの活用においては宅配便の荷物寸法が重要な役割を担う。寸法によりパーセルボックスの活用度合いが大きな影響を受けるからである。

荷物サイズとしては、表 5.1 の示すようになる[7]。ここで示されている 80, 100, 120 の 3 サイズで全体の 68%を占めると考えられる。それゆえ、120 を超える大きさの荷物については商品化されていないというのが現状である。

したがって、80, 100, 120 の 3 サイズに全体の 68%が網羅されることになる。また、80 以下のサイズについても、80 サイズが収められるパーセルボックスには入ることになるので、120 サイズが入るボックスならば、宅配便の 85%を網羅できると考えられる。ただし、残りの 15%、すなわち、120 サイズを超える場合には、折り畳み式や小型の宅配ボックスではなく、より大型の設置型の一戸建て用宅配ボックスなどでなければ対応できない。宅配ロッカーについても同様な推測が成り立つ。

表 5.1 宅配便サイズの一例

サイズ	荷物の大きさ	重さ
60サイズ	60cm以内	2kgまで
80サイズ	80cm以内	5kgまで
100サイズ	100cm以内	10kgまで
120サイズ	120cm以内	15kgまで
140サイズ	140cm以内	20kgまで
160サイズ	160cm以内	25kgまで
180サイズ	180cm以内	30kgまで
200サイズ	200cm以内	30kgまで

出典：ヤマト運輸「宅急便サイズについて」

<https://www.kuronekoyamato.co.jp/ytc/customer/send/search/payment/size/>(2023年1月5日確認) [7]

宅配便の荷物寸法については、ケリカット式概念をベースに梱包物の周辺長から、定められている。一般に 80 サイズは S (Small) に該当し、100 サイズは M (Medium)、120 サイズは L (Large) にそれぞれ該当する。これら 3 サイズの割合がどの程度となるかは公表されていないが、正規分布が成り立つと仮定すると、図 5.1 のようになると考えられる。

さらに、正規分布においては、

$$Pr[\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma] \approx 0.6827$$

$$Pr[\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma] \approx 0.9545$$

$$Pr[\mu - 3\sigma \leq X \leq \mu + 3\sigma] \approx 0.9973$$

となることが知られている。

ここで、

$Pr$  : 区間に収まる確率

$X$  : 確率変数

$\mu$  : 母平均

$\sigma$  : 確率分布の標準偏差

確率密度

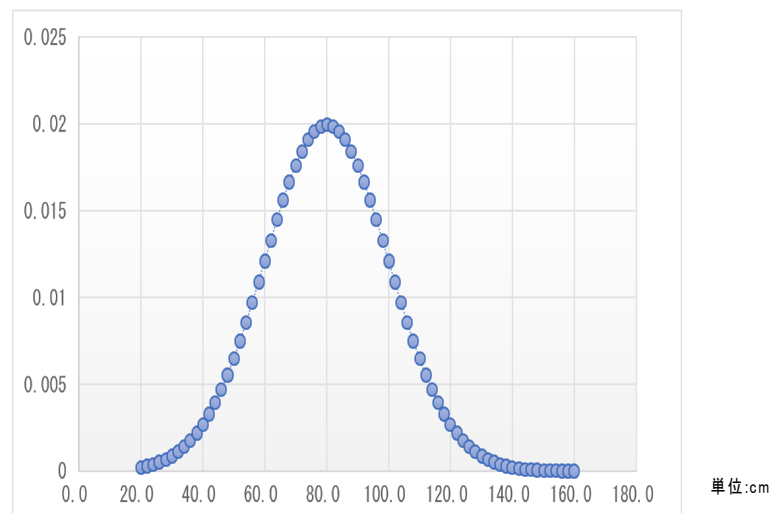


図 5.1 荷物サイズにおける正規分布 (例示)

\*平均値 80, 標準偏差 20 を想定

### 5.3.2 段ボール箱の強度

なお、段ボール箱の強度などに用いられるケリカット式では、圧縮強さ  $P$  は式(5.1)で求められるが、これが構成する圧縮強さの総和にフルート定数と周辺長をかけたものであり、宅配便配送の実務面からも周辺長が把握できれば、その荷物のおおよその強度もわかることになるので取扱いの際に役立つという利点もあると考えられる。

$$P = \beta \times R_x \times Z^{1/3} \quad (5.1)$$

ここで、

$P$ : 圧縮強さ (kN)

$R_x$ : 総合リングクラッシュ値(kN/m)

$\beta$ : フルード定数

$Z$ : 梱包物の周辺長(cm)

## 5.4 テキストマイニング分析

### 5.4.1 研究の方法

本研究では宅配ボックスについて、その特徴と課題を抽出する手段として、近年、効果的と考えられ広く用いられている手法であるテキストマイニングによる分析を行う。テキストマイニングの対象としては、amazon.comの売上ランキングの上位となる宅配ボックス群のうち折り畳み型と設置型のレビューを対象とする。分析の対象期間は、2022年2月1日から8月31日までとする。ユーザーから支持を得ている商品を分析することで、課題、並びに特徴を明らかにするという趣旨である。

そして、テキストマイニング分析を踏まえたうえで改善に向けての考察を行う。そのうえで各住戸に専用の宅配ボックスを設置することを中心とした改善案と推進の方針を提案する[8]。なお、テキストマイニング分析は本論文ではあくまで導入としての位置付けである。

宅配ボックスについては、折り畳み型と設置型があるが、都市部の集合住宅向けと郊外の一戸建て住宅向けの対策をそれぞれ講じる必要がある。

折り畳み型は防水機能の素材などが使用されることが多く、施錠が可能で本体自体も玄関などにワイヤーで結びつけられるようになっているタイプのものが多い。使用するときだけ玄関前などに置けばよく、設置のための工事なども不要なため、

ほとんどの住戸で使用可能である。また、価格も安価なため、導入が容易である。

設置型は、一戸建て住宅の玄関や一定の広さが確保できる共同住宅の各住戸前に設置することを想定して作られている。一定の重量があるので、持ち去られにくい。そのためそのまま置いておくか、またはワイヤーやネジなどで固定可能となっている。この方式の場合、複数個利用可能なものが多い。また、比較的大きなサイズのものまで投函可能である[9]。

なお、テキストマイニングの分析ツールについては、UserLocal AI テキストマイニングを用いた[10]。

#### 5.4.2 折り畳み型宅配ボックスの分析結果

まず、折り畳み型宅配ボックスについての商品レビューについて、ワードクラウドを作成した。

なお、ワードクラウドの作成手順は次のようになる。あわせてプログラムも手順に従い示すことにする。

##### 【手順1】

Python ライブラリの MeCab を使用して対象テキストデータに対して形態素解析をして単語レベルに分割する

##### 【手順1のプログラム】

```
import MeCab
m = MeCab.Tagger()
node = m.parse(text)
```

##### 【手順2】

クリーニングを行い、明らかに不要な語彙を排除する

##### 【手順2のプログラム】

```
word_list = []
for line in node.splitlines():
    word = line.split("¥t")[0]
    criteria = line.split("¥t")[-1]
    if criteria.split(",")[0] in [" "]:
        word_list.append(word)
```

### 【手順3】

Python ライブラリの wordcloud を用いてにワードクラウド化を行う

#### 【手順3のプログラム】

```
from wordcloud import WordCloud
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
Wc=WordCloud().generate(''.join(word_list))
Plt.imshow(wc)
```

図 5.2 のワードクラウドでは頻出語句が大きくクラウド上に表されることになるが、ここでは「組み立てる」「南京錠」「ダイヤル」「ワイヤー」といった語句が特に大きく、目を引く。これは、集合住宅の各戸の玄関前などに折り畳み型の宅配ボックスが必要に応じて置かれて、そのままでは配達物を取り出されたり、宅配ボックス自体が持ち運ばれたりするリスクがあることを懸念し、南京錠、ダイヤルなどで施錠され、リスク回避を行ったり、宅配ボックス自体が持ち運ばれないようにワイヤーで各戸の扉などと結び付けられていることがわかる。最も大きく現された語句ではないが、比較的大きなクラウドで「セキュリティ」「盗難」「扱いやすい」といった語句があることから、南京錠やダイヤル式の施錠などでセキュリティが保たれ、盗難が回避されていることがわかる、それが宅配ボックスの扱いやすさにつながっているわけである。

折り畳み型への商品レビューの頻出名詞は、図 5.3 の示すように組み立て（18回）、簡単（18回）、ワイヤー（16回）が上位を占める。また、雨（10回）、風（9回）、安心（9回）からも、盗難以外の雨や風による荷物の汚損、破損、紛失を回避できる解決策として宅配ボックスが信頼されていることがわかる。

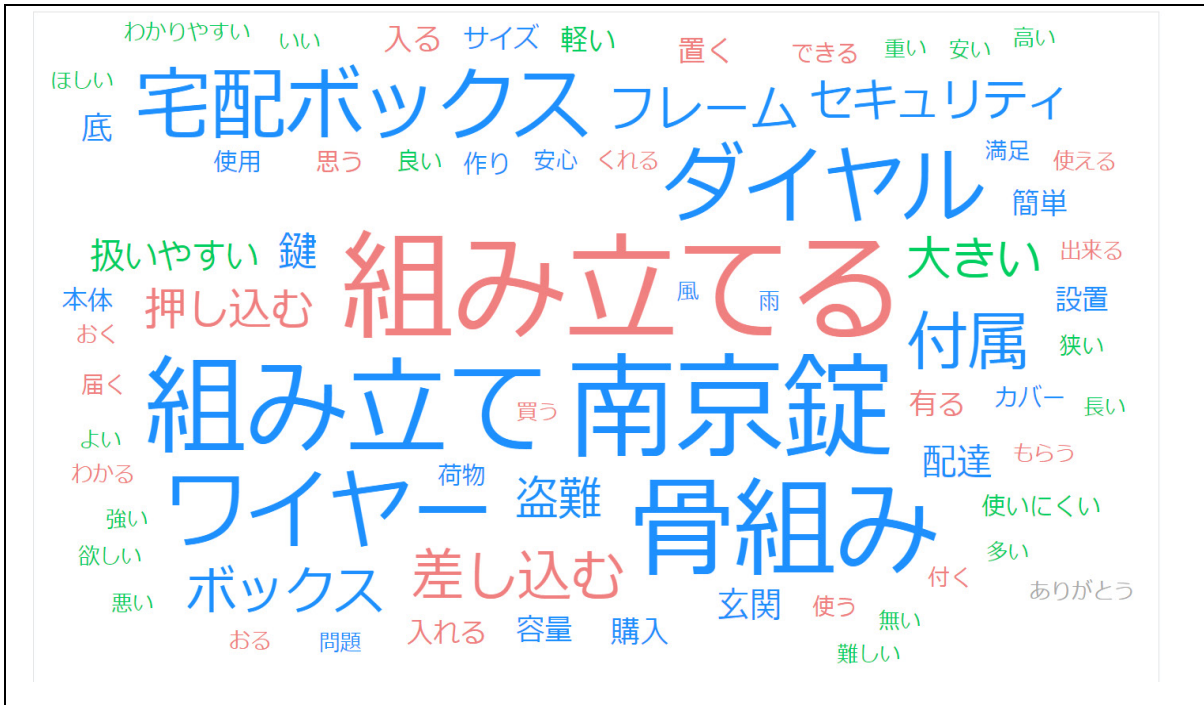


図 5.2 折り畳み型レビューのワードクラウド

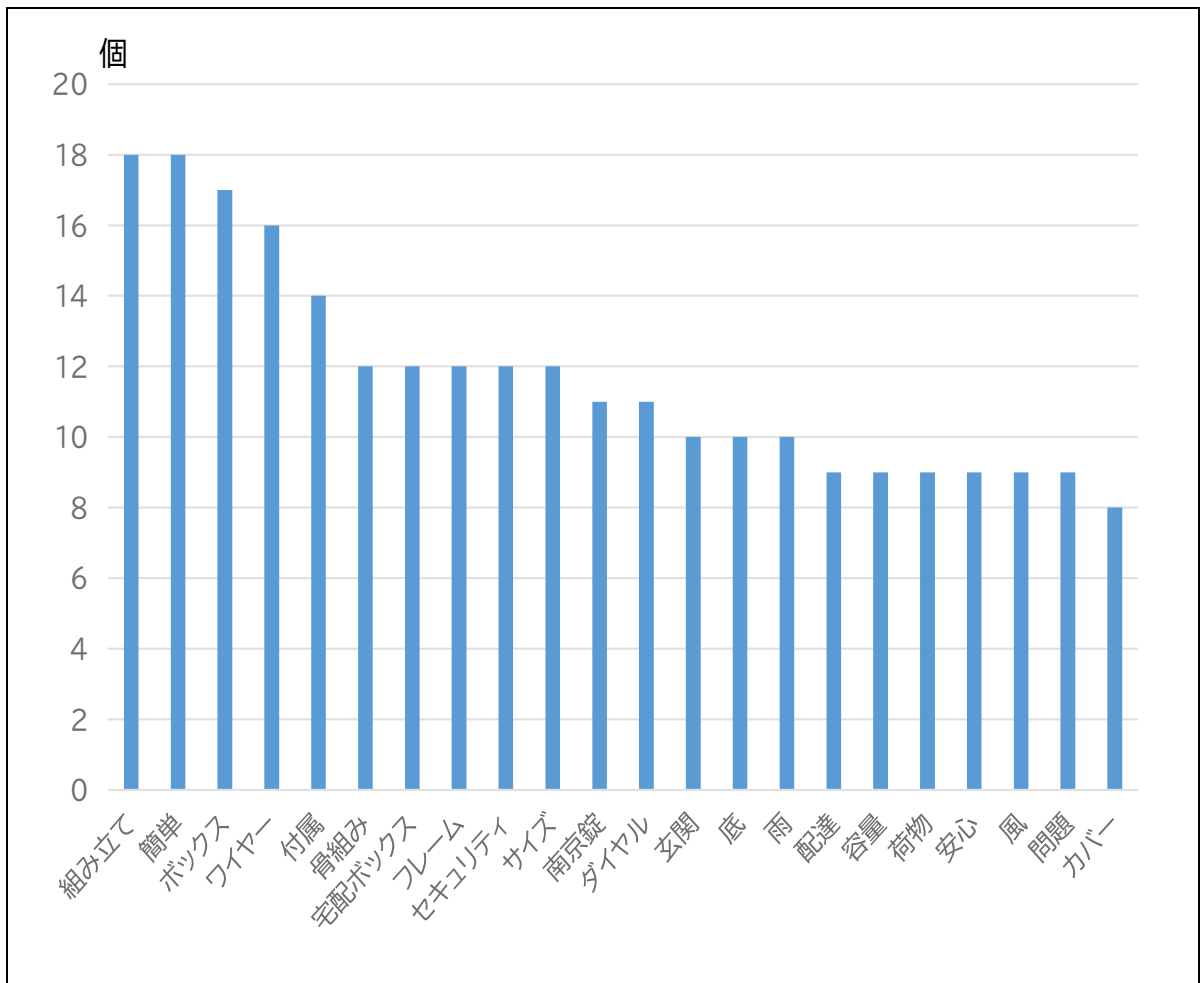


図 5.3 折り畳み型レビューの頻出名詞



図 5.4 の共起ネットワークからも「盗難」「付属」「鍵」「ワイヤー」が連動していることから、盗難対策として鍵を施錠が可能でワイヤーで持ち運ばれないようにできることが折り畳み型宅配ボックスの利点であることが明らかになっている。

「風」についても、「軽い」が風に「強い」という特性が示され、「玄関」に「荷物」として「置く」ことができる。「骨組み」を「組み立てる」ことができ、それが購入者にとっては魅力となっていることなどもわかる。

これら折り畳み型宅配ボックスの特性は、置き配におけるセキュリティの不安、盗難、雨風による紛失や汚損、破損などのリスクを回避するうえで有効性を発揮できることを示している。

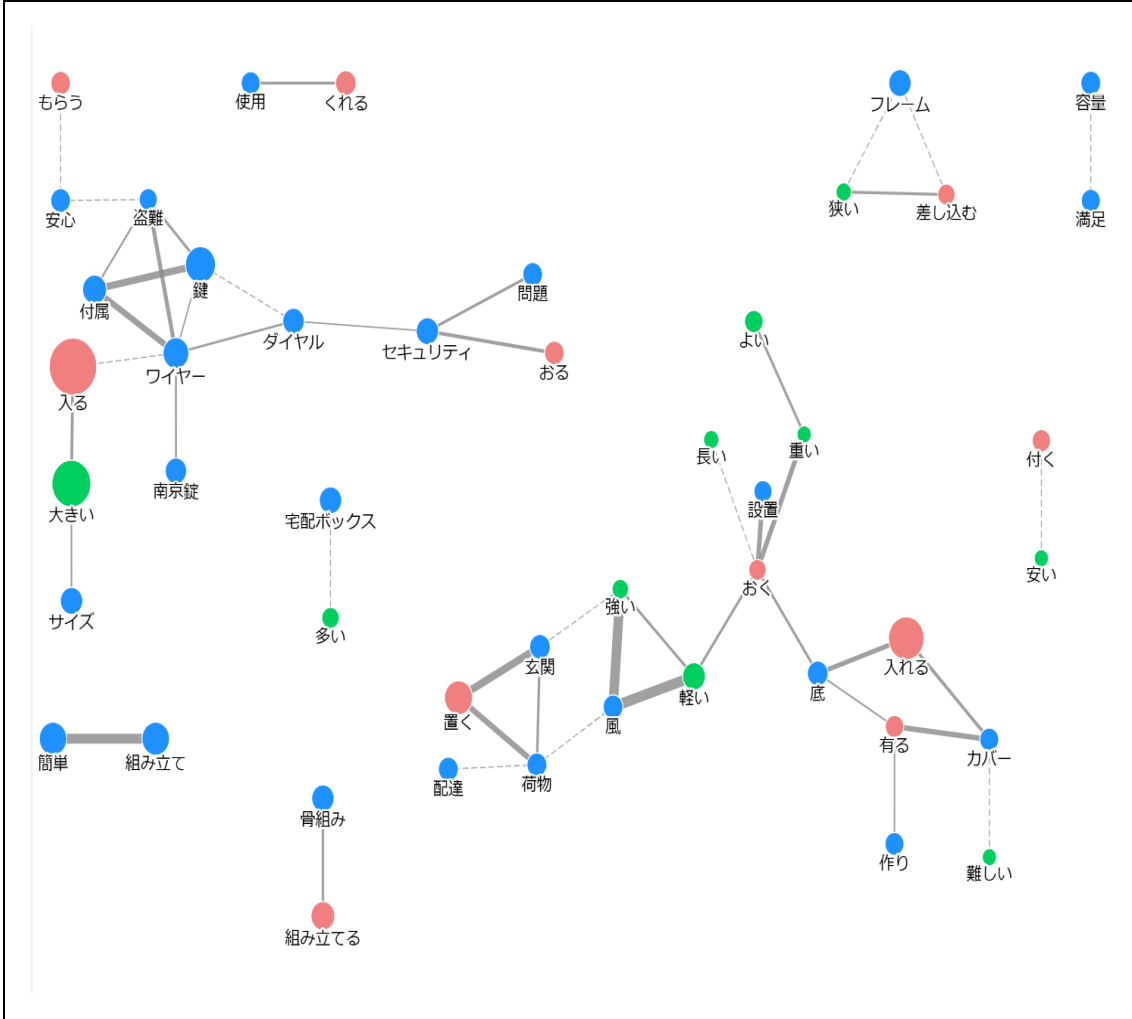


図 5.4 折り畳み型レビューの共起ネットワーク

### 5.4.3 設置型宅配ボックスの分析結果

設置型宅配ボックスとは集合住宅のエントランス、あるいは一戸建て住宅の玄関先などに固定されたうえで設置されている宅配ボックスのことを指し、集合住宅のエントランスにおいては郵便受けには入らない大型の配達物を受け取るために設置されている。また郊外の一戸建て住宅では玄関先に固定設置されているケースが多い。

図 5.5 は設置型のワードクラウドであるが、宅配ボックスを囲むかたちで「解錠」「玄関」「耐水性」「設置」といった語句が並んでいる。「解錠」とあるのは、常時設置型の宅配ボックスの場合、鍵の開け方が容易である点が評価されることを示している。また耐水性は設置型の場合、常に雨風にさらされる可能性があることを購入者が考慮しているためである。

付け替えや設置替えが容易な折り畳み型とは異なり、野外に常時設置されることになる設置型の場合、宅配ボックスが壊れやすかったり、耐水性がなかったりすることが利用者にとっての不安となるわけである。これは将来的には新築時点で設置型宅配ボックスが一戸建て住宅には組み込まれる可能性を示唆しているともいえる。

図 5.6 のように設置型レビューでは「鍵」「扉」「玄関」「固定」など、玄関前などに宅配ボックスを固定して常時設置していることが確認できる。「安心」「使い勝手」といった語句が見られるように野外の玄関前などに設置しやすいものが選ばれている。設置型の共起ネットワークは図 5.7 のようになるが、「簡単」「取り替える」「わかりやすい」や「濡れる」「助かる」や「耐水性」「軽い」「持つ」などが結ばれていることから、設置型とはいえ、設置が簡単で取り替えもでき、軽くて持ち運びやすいタイプが好まれていることがわかる。

また、折り畳み型に頻出した「盗難」「セキュリティ」といった語が頻出名詞の上位に見られず、共起ネットワークにも現れてこないことから、設置型の場合、盗難リスクは低いと購入者が認識していることがわかる。

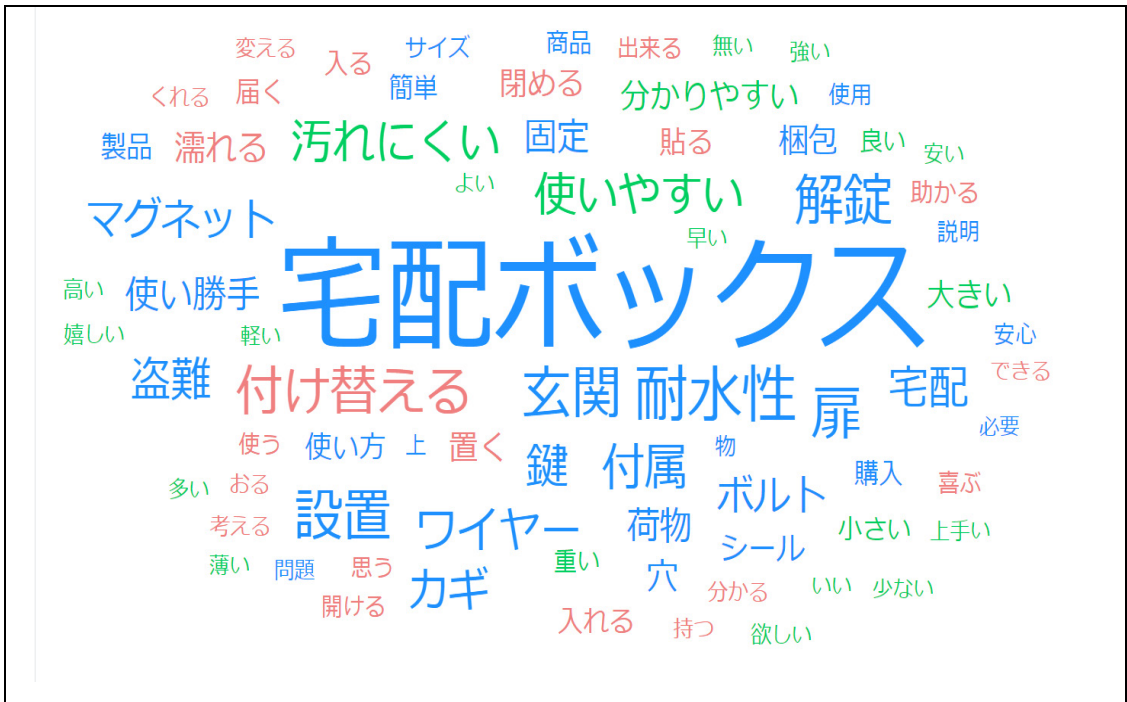


図 5.5 設置型レビューのワードクラウド

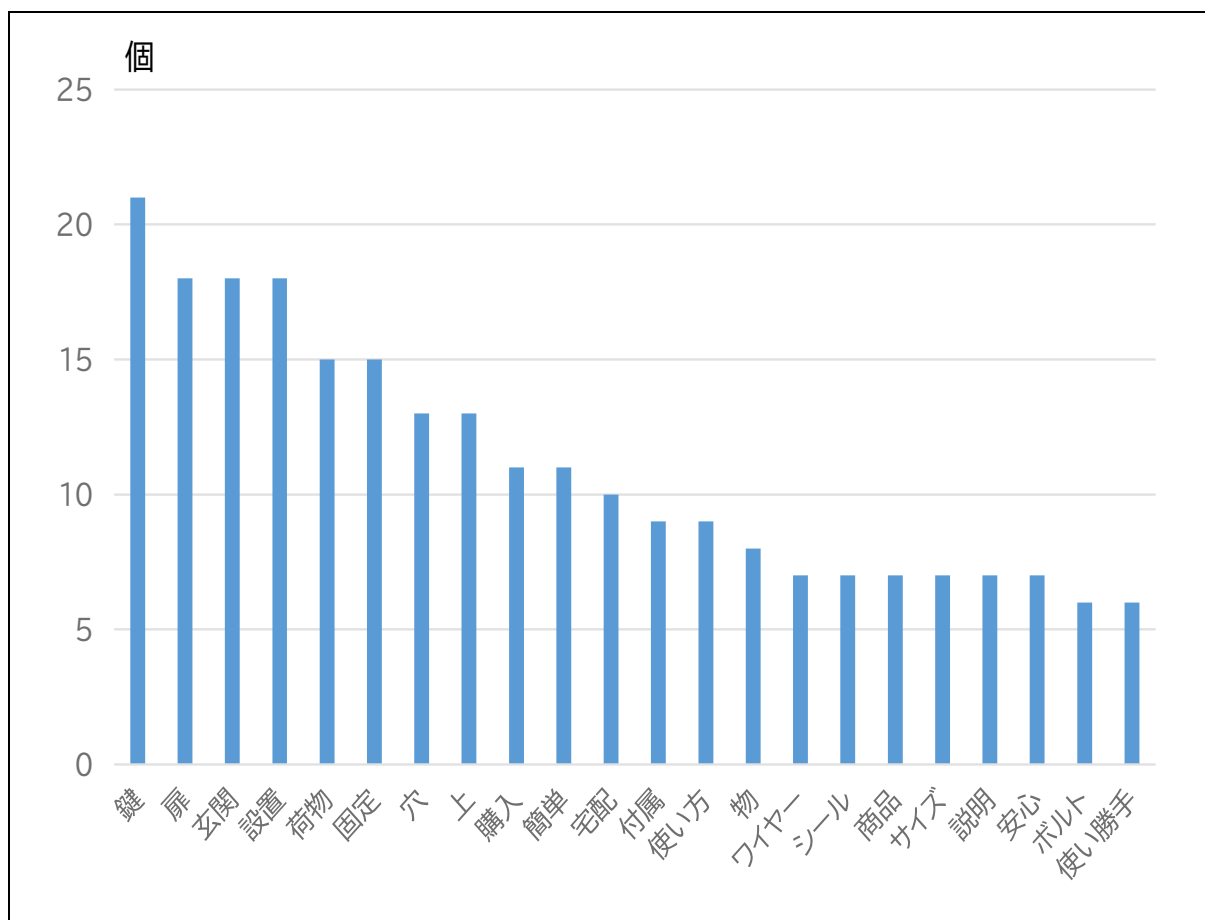


図 5.6 設置型レビューの頻出名詞

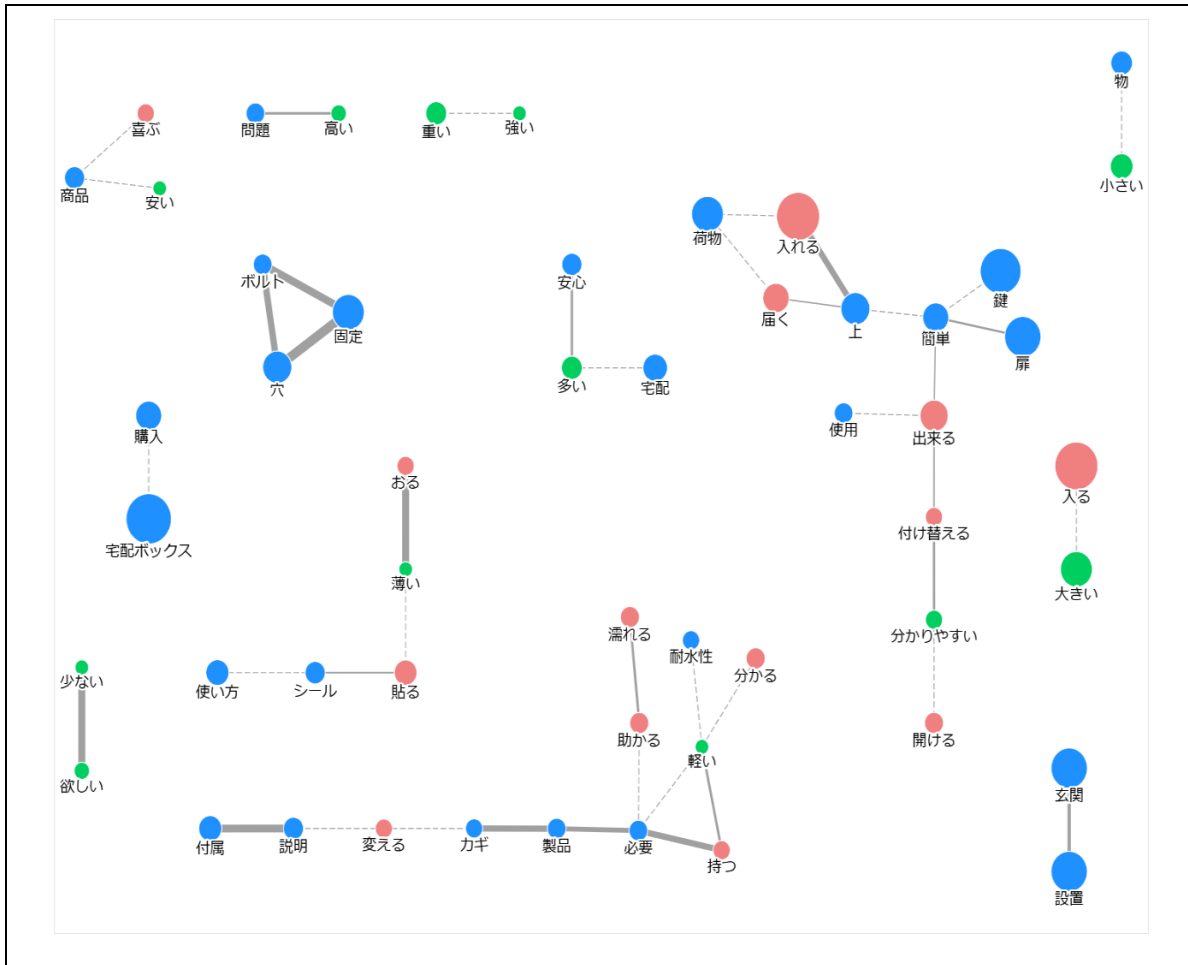


図 5.7 設置型レビューの共起ネットワーク

#### 5.4.4 折り畳み型と設置型の比較考察

テキストマイニングの分析結果をもとに折り畳み型と設置型の類型比較を表5.2のようにまとめた。折り畳み型については安価で取付が容易で盗難リスクをある程度、軽減できることから、置き配と併用することで宅配便の不在再配達率の低下に貢献できると考えられる。集合住宅の玄関先に置くことで不在時の荷物受取環境を整えることができる。

設置型の場合は、より本格的な宅配ボックスということもあり、その機能は高く、置き配の補完に留まらず置き配自体の代替としての機能も期待できる。だが、集合住宅の玄関先に固定させて新たに設置することは物理的な難しさもあることから、郊外などの一戸建て住宅の玄関先、あるいは集合住宅でも共用部分であるエントランスに集合住宅全体の共有物として設置し、共同利用するといった方針で活用することが望ましい。

表 5.2 宅配ボックスの類型比較

	取付	荷物の盗難 リスク ・ セキュリティ	頑丈性 ・ 耐水性	価格	再配達率 低減機能	適正導入 環境
折り畳み型	容易	リスクを南京錠、ワイヤーなどで低減	比較的 低あるいは 中レベル	比較的安価	置き配の 補完	集合住宅 玄関先
設置型	容易なものが好まれる	低リスクと認識	比較的高レベル	比較的高価	置き配の 代替	・戸建て住宅玄関先 ・集合住宅エントランス



## 5.5 パーセルボックスによる不在再配達削減策の総括

これまでの考察を踏まえて、宅配ボックスを利用した不在再配達削減策について、集合住宅と一戸建て住宅に分けて解決策を示す。

### 5.5.1 集合住宅における不在再配達削減策の改善提案

集合住宅において宅配ボックスを利用した解決策について図 5.8 のように提案する。実線が宅配便地域センターから配達先の集合住宅までの荷物の動きを表しており、点線が不在により配達または宅配ボックスに投函することができず、宅配便営業所に持ち帰る荷物の動きを表している。

詳細について示すと、宅配便地域センターから宅配便営業所に荷物が持ち込まれ、その後、受取先に配達される。在宅であった場合配達終了となる。集合住宅に配達され不在であった場合、宅配ボックス利用可能な荷物は不在世帯の玄関前まで運ばれて可動式（折り畳み型）宅配ボックスに投函される。ここでは、原則宅配ボックスを利用するが、すでに利用されていた場合などは置き配も併用する。ここでは、三辺長が 120 cm 以下の荷物は宅配ボックスが利用可能としている。

一方、三辺長が 120 cm 以上の荷物は不在の場合、集合住宅のエントランスなどに設置された大型荷物に対応した宅配ボックスに投函される。

このスキームの活用により、不在再配達となるのは、三辺長 120 cm 以内のチルド・生鮮品、三辺長 120 cm 超のチルド・生鮮品、大型宅配ボックスにも入らないサイズの荷物、置き配ができないものに限られる。

三辺長 120 cm 以内の荷物を各住戸の可動式宅配ボックスまたは置き配とすることにより、前述のとおり大半の荷物の不在再配達を削減できる。可動式の宅配ボックスはサイズの的に多くの場所で利用でき、また導入コストも安価である。

また、三辺長 120 cm 以上の荷物は宅配便全体に占める個数が少ないため、集合住宅のエントランスに設置された共用の宅配ボックスで対応可能である。

このような制度を活用しても、宅配ボックスが設置できない場合は、集合住宅から最寄りの宅配ロッカーを副次的に使用することにより、不在再配達を削減することが可能である。

このスキームにより、温度管理が必要な荷物以外を再配達不要とすることが可能である。

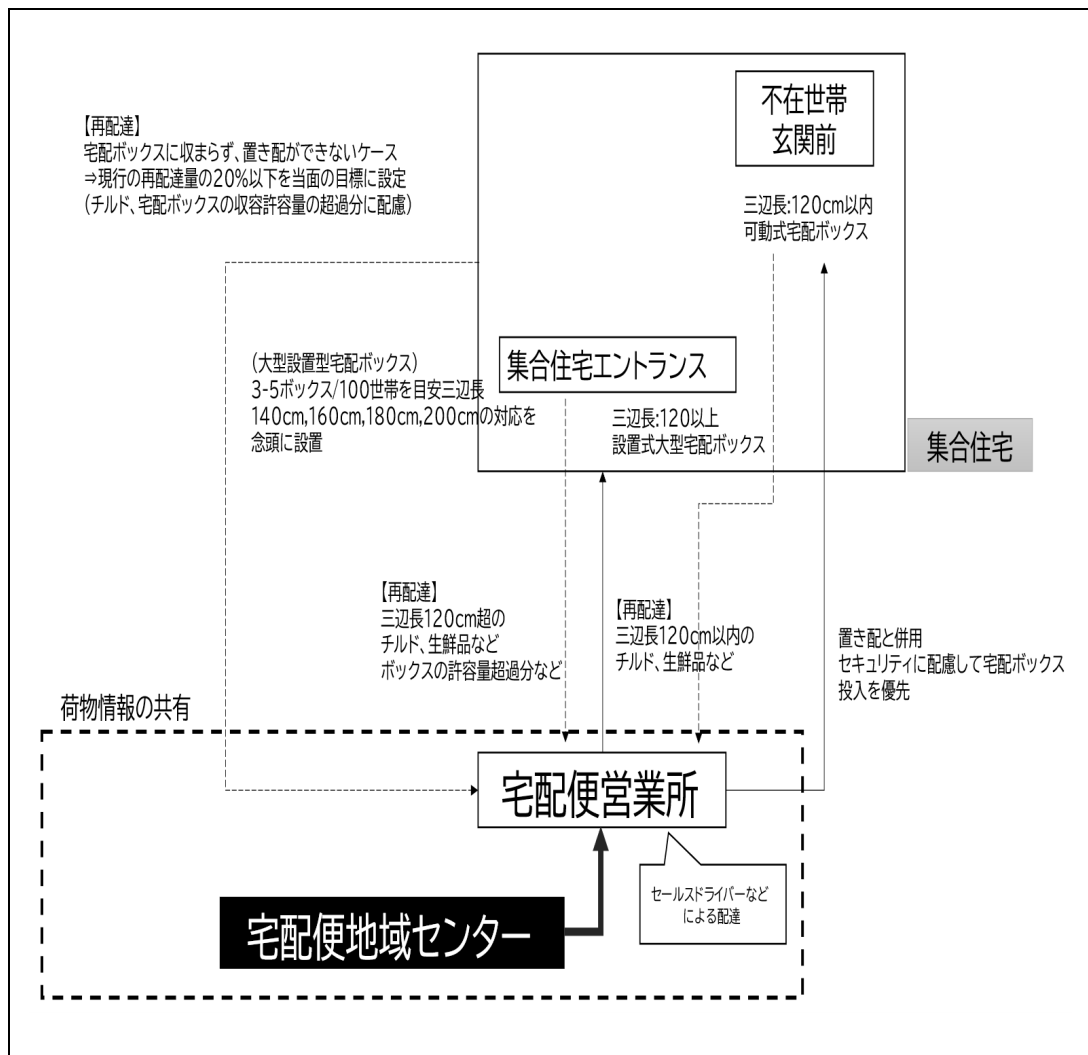


図 5.8 集合住宅における宅配ボックスを利用した不在再配達削減策の提案  
 (宅配便荷物の三辺長の使い分けによる設置スキーム)

### 5.5.2 一戸建て住宅の解決策

一戸建て住宅の解決策として、設置型の宅配ボックスを原則設置することにより、不在再配達削減を目指すことが想定される。共同住宅と異なり大型のサイズや複数個の利用に対応したものを設置することにより、不在再配達を大幅に削減することが可能となる。新築住宅の場合は、標準装備にすることにより対応可能であるが、既存の住居の場合、設置場所がない場合は、折り畳み型を利用することが考えられる。どちらも設置できない場合、置き配が可能な荷物は置き配とし、セキュリティが必要とされるものは宅配ロッカーの利用が想定される。

これらの対策により、再配達となるのは温度管理が必要な荷物か、宅配ボックスが満杯で利用できない場合などに限定されることとなる。

### 5.5.3 補完としての宅配ロッカー

宅配ロッカーは自宅に宅配ボックスを設置できない場合に、同じ役割を果たす機能を有している。つまり、不在時でも受取り可能で、24時間取り出すことが可能であり、置き配の場合に生じるリスクも少ない。第2章で示したとおり、同じ自宅外での受取である店舗受取と比較した場合、設置場所の自由度が大きく、設置後も人手が不要なことから、拡充の余地が大きいのが強みである。図5.9は、小売店の店頭設置された宅配ロッカーである。店頭のわずかなスペースに設置可能なことが示されている。ただし、設置数が少なく普及途中である。また、使い慣れない等の理由から利用したまらない消費者の方が多いという調査結果も示されている[11]。

一方、新型コロナ禍の前後で宅配ロッカーの利用経験者が5.9%(2019年)から16.7%(2021年)へと大幅に増加していることが示されていることから、今後も増加が期待される[12]。また、海外では先行して宅配ロッカー設置の動きが広がっている。シンガポールでは政府主導によりオープン型の受取ロッカーの設置が進められている[13]。中国では、再配達原則実施されないため、公共の宅配ロッカーが幅広く利用されている[14]。

このような点から、宅配ボックスを主たる手段として位置づけ、利用できない場合に宅配ロッカーを副次的に利用することが想定される。



図 5.9 小売店の店頭に設置された宅配ロッカー

## 5.6 パーセルボックスの効果的活用のための情報システムとのリンク

宅配便会社は、図 5.10 のような物流デジタルプラットフォームとしての情報システムを構築することにより、輸送効率を向上させ、不在再配達を削減してきた。

デジタルプラットフォームを宅配便会社などのトラック運送会社やネット通販事業者などの荷主とリンクさせるうえで大きな役割を担っているのが API である。API とは、Application Programming Interface の略称で、API を活用することで外部サービスとの連携がスムーズに実行可能となる。

着荷主の会員登録をすすめ、出荷データについてはネット通販事業者などの情報を取り込むことにより、配達予定を着荷主である会員に事前通知し、また、直前まで受取の日時・場所を変更可能とすることにより不在再配達削減に寄与してきた。

さらに、既存の着荷主の情報に、宅配ボックスに関する情報を付加することにより、さらなる効率化と不在再配達の削減が期待できる。例えば、配達先の会員情報に宅配ボックス利用の有無を付け加えることにより、宅配便会社は事前に宅配ボックス利用の可否について確認可能となる。また、受取側が折り畳み型の宅配ボックスを利用している場合は、事前に提供された配達予定の情報により宅配ボックスの準備が可能となる。

また、宅配ボックスについては各ボックスに番号を付して登録制とすることにより、誤配達を削減することが可能となる。宅配ボックスへの投函は、受取者に直接手渡さないために誤配達が発生することがあるが、着荷主と使用する宅配ボックスの番号を紐づけることにより防ぐことが可能となる。

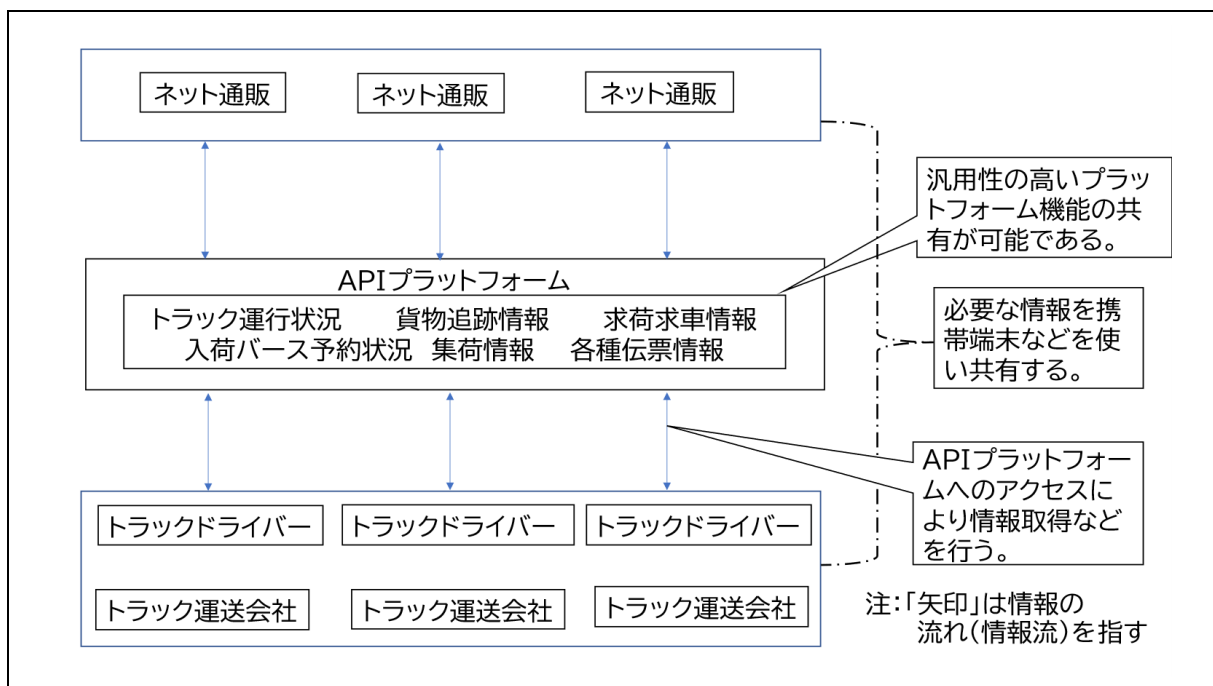


図 5.10 API を活用したデジタルプラットフォームのイメージ(再掲)

出典：鈴木邦成，中村康久，スマートサプライチェーンの設計と構築：

物流 DX が起こす変化をつかむ，白桃書房，p. 94，2022 年

## 5.7 考察

再配達が発生しない置き配を初期設定とした時に、生じる盗難などのリスクへの対応として有力な手段と考えられるのが宅配ボックスである。ただし、宅配ボックスは利用者側がコストを負担して設置しなければならない。再配達が無料である場合でも、早く確実に受取りたいニーズや、すでに置き配を初期設定としているネット通販事業者がいることから、コストを負担しても設置したいというニーズは十分にあると考えられる。また、今後ポイントが付与される受取方法が導入されたり、設置に補助金が付与されたりすることになれば、導入を検討しようとする者が増加すると考えられ、本章で示した結果が参考になると考えられる。

## 5.8 本章のまとめ

本研究では、不在再配達削減のためにパーセルボックスを導入することについて検討した[15][16][17]。

テキストマイニングの分析結果をもとに折り畳み型と設置型の類型比較を行ったところ、折り畳み型については安価で取付が容易で盗難リスクをある程度軽減できることから、置き配と併用することで宅配便の不在再配達率の低下に貢献できるということがわかった。

また、設置型の場合は、より本格的なボックスということもあり、その機能は高く、置き配の補完に留まらず置き配自体の代替としての機能も期待できるが、集合住宅の玄関先に固定させて新たに設置することは物理的な難しさもある。したがって、共用部分であるエントランスに集合住宅全体の共有物として設置し、共同利用するといった方針で活用することが望ましい。

これらのスキームの導入後に不在再配達となるのは、温度管理が必要なもの、宅配ボックスがすでに利用中などのため利用できないものである。

また三辺長 120 cm 以内の荷物を各住戸の可動式宅配ボックスまたは置き配とすることにより、大半の荷物の不在再配達を削減できることもわかった。可動式の宅配ボックスはサイズの的に多くの場所で利用でき、導入コストも安価である。三辺長 120 cm 以上の荷物は宅配便全体に占める個数が少ないため、集合住宅のエントランスに設置された共用の宅配ボックスで対応可能である。情報システムとのリンクでさらに効果向上を実現できる可能性もある。

## 参考文献

- [1] オーストラリアのパーセルボックス販売会社「My Parcel Box」ホームページ,  
The future of the parcel letterbox is here - My Parcel Box - it's in  
when you're out...,  
<https://myparcelbox.au/> (2023年3月1日確認)
- [2] 宮谷台香純, 谷口綾子, つくば市における宅配便の利用実態と再配達依頼の規定  
因-配達人とのコミュニケーションに着目して, 実践政策学第6巻第1号, 実践  
政策学エディトリアルボード, pp.79-86, 2020年
- [3] 林伸昭, 戸建住宅用宅配ボックス実証実験について, ALIA news156号, リ  
ビングアメニティ協会, p.22, 2017年
- [4] 林克彦, ネット通販増大に対応した多様な配送方式:欧州主要国の事例を参  
考にした一考察, 物流問題研究第66号, 流通経済大学物流科学研究所,  
pp.42-55, 2017年
- [5] 内閣府, 再配達問題に関する世論調査, 2017年
- [6] 岡田大輝, 鈴木邦成, 宅配便における置き配の効果の検討及び改善策に関する一  
考察, 第25回情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, 情報ディレク  
トリ学会, pp.5-10, 2022年
- [7] ヤマト運輸, 宅急便サイズについて  
[https://www.kuronekoyamato.co.jp/ytc/customer/send/search/payment/  
size/](https://www.kuronekoyamato.co.jp/ytc/customer/send/search/payment/size/)(2023年1月5日確認)
- [8] 嘉瀬英昭, 村山要司, 鈴木邦成, パーセルボックスの類型比較による宅配便  
の不在対策の改善に関する研究, 日本情報ディレクトリ学会誌第21巻, 日  
本情報ディレクトリ学会, pp.108-118, 2023年
- [9] 戸建てでも宅配ボックスが当たり前の時代に:安全性, 利便性, デザイン性  
など加速する製品開発競争, Housing tribune563号, pp.36-39, 2018年
- [10] User Local, AI テキストマイニング  
<https://textmining.userlocal.jp/>(2023年1月5日確認)
- [11] 林克彦, 小型貨物を対象とした物流プラットフォーム構築に関する研究, 日交  
研シリーズ A (793), 日本交通政策研究会, pp.33, 2020年
- [12] 宮武宏輔, 新型コロナ禍でのインターネット通信販売の受取方の現状, 日本物  
流学会誌第30号, 日本物流学会編集委員会編, pp.107-114, 2022年
- [13] 須藤貞明, シンガポールにおけるネット通販の成長と宅配便の現状ならびに課  
題に関する研究, 流通経済大学大学院物流情報学研究科論集第15号, 流通経済



大学大学院編, pp. 27-48, 2017 年

- [14] 林克彦, 消費者向け小口貨物輸送における「ラストマイル」の多様化に関する研究, 日交研シリーズ A(762), 日本交通政策研究会, pp. 52-58, 2019 年
- [15] 嘉瀬英昭, 消費者物流としての宅配ロッカー事業の検討, 流通情報第 392 号, pp. 28-29, 流通経済研究所, 2002 年
- [16] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便の非対面受取に関する考察, 高千穂論叢第 56 巻第 2 号, pp. 12-13, 2021 年
- [17] 嘉瀬英昭, 村山要司, 鈴木邦成, パーセルボックスの類型比較による宅配便の不在対策の改善に関する研究, 日本情報ディレクトリ学会誌第 21 巻, 日本情報ディレクトリ学会, pp. 108-118, 2023 年

## 第6章 タワーマンションへの再配達におけるロジスティクスドローン導入の 効果の検討

### 6.1 本章の目的

本章の目的は、20階建て以上の集合住宅（以下、タワーマンションとする）への宅配便の不在再配達を選択肢として、ロジスティクスドローンの活用を検討することである。

タワーマンションへの不在再配達は、通常よりも多くの時間を要する。タワーマンションは、2000年代以降急増しており、宅配便サービス開始時には存在しなかった新たな課題である。前章までの不在再配達削減策に加えて、タワーマンションには独自の不在再配達削減策が必要になると考えられる。本章では、ロジスティクスドローンを宅配便の再配達に使用した場合の効率化について検討する。

### 6.2 ロジスティクスドローンの活用

#### 6.2.1 タワーマンションへの再配達

タワーマンションは、1990年には全国に約40棟しかなく、新規竣工棟数が大幅に増加するのは2000年代以降である。2021年末の累積棟数は約1,400棟に上る。2022年以降も173棟が計画されている[1]。

宅配便のサービスが開始されたときには存在しなかったタワーマンションへの再配達は多くの時間を要する。タワーマンションは1棟で500世帯を超える居住者を抱えている場合もあり、十分な宅配ボックスが設置されていないことも多い。加えて各世帯への配達にはインターホンの解除が必要であり、原則的に台車での搬入が禁止されているケースが多い。また、駐車場、駐車スペースの確保が困難であったり、搬入口や搬出口へのトラックの接車が大掛かりになったりすることで、時間がかかる。しかも不在ということになれば少数世帯のために再び出向き、駐車スペースを確保しなければならない。このようにタワーマンションへの配達も宅配便会社にとっても大きな負担となることがわかる[2]。

宅配ドライバーの集配作業時間を分析した研究では、集配車両を運転している時間より、集配先で荷物の集配を行う時間の方が長いこと、集配1回当たりの作業時間は裾が厚い分布であることが示されている[3]。つまり、集配1回当

たりの作業時間が長いタワーマンションへの配達を効率化することにより、宅配ドライバーの集配作業時間の削減にも貢献可能になるのである。

### 6.2.2 ロジスティクスドローンの活用の進捗

わが国では、実用化に向けた取り組みが企業や地方自治体により進められてきている[4]。タワーマンションについては、市川市の物流施設の駐車場から、東京湾海上や公道上空を含む片道約12kmを経て、千葉市内のタワーマンションの屋上にあるヘリポートまで配送する実証実験が成功している[5]。また、ドローン宅配が実用化可能となる制度も整えられてきている[6]。

ドローンを利用した輸送に関する先行研究も増えてきている。特に、需要が高い場面で限定的に利用することについて現実的な検証が行われている。一例として、災害時にドローンを支援物資輸送などに使用するケース、離島で観光客が必要とする物資をドローンにより輸送するケース、定期連絡船を基地として発着する自律制御ドローンにより物品を配送し回収するケースなどがある[7][8][9]。

ドローンの物流分野への導入の可能性として、限られた条件下での早期実現は可能性が高いと指摘されている[10]。また、当面は他の方法と組み合わせられる形で適応性が高い地域で用いられるにとどまると指摘されている[11]。このような点からも、タワーマンションの再配達に既存の配達方法と組み合わせ導入するという本研究での提案は妥当性があるものと考えられる。

### 6.2.3 本研究における仮説と提案

本研究ではタワーマンションの再配達に限定したロジスティクスドローンの活用を提案する。ドローンをラストワンマイルで使用する場合、遠隔地あるいは過疎地、離島などの効率的な配送が困難な場所での活用が多く、不在再配達率低減のためには直接結びつかないと考えられている。しかし、タワーマンションへの宅配へ導入することにより大きな効果が期待できると考えられる。

図6.1はタワーマンションへの宅配の課題と現状、提案ソリューションについて示している。

事例として紹介したようにロジスティクスドローンの導入に向けての実証実験や規制緩和はわが国においても進められているが、①機体の性能、②ドローンを使った配達方法、③費用対効果の観点からすぐにドローンを使用した配達の実用化は困難であると指摘されている[12]。しかし、用途をタワーマンシ

ン専用とし、敷地内などから不在世帯向けの貨物を再配達することによりロジスティクスドローンを有効活用することが可能となる。すなわち貨物の流れをまとめると、「宅配便エリアセンターから地域営業所まで4tトラックで輸送、地域営業所から宅配便配送用の2tトラック（貨物の積載量は1t程度）に貨物とドローンを積み込み、タワーマンション付近まで移動、そこからドローンをタワーマンション向けに飛ばす」というフローになる。

タワーマンションの場合、不在者の再配達1軒のみの場合に再び、トラックドライバーが来ることになると、駐車場の確保、配達に至るセキュリティ通過、待ち時間などで、2時間～4時間程度かかるというケースもあり、そのため、他の配送機会を失うことになるが、ドローン配送ならば、マンションの敷地内から屋上あるいはベランダのドローンポートにダイレクトで運べば、30分以内に配送作業が終わると考えられる[13]。現状では首都圏のタワーマンション(2021年度：939棟)において、再配達に宅配便ドライバーが半日以上を費やすことも多く、その人件費が大幅に削減できると考えられる。

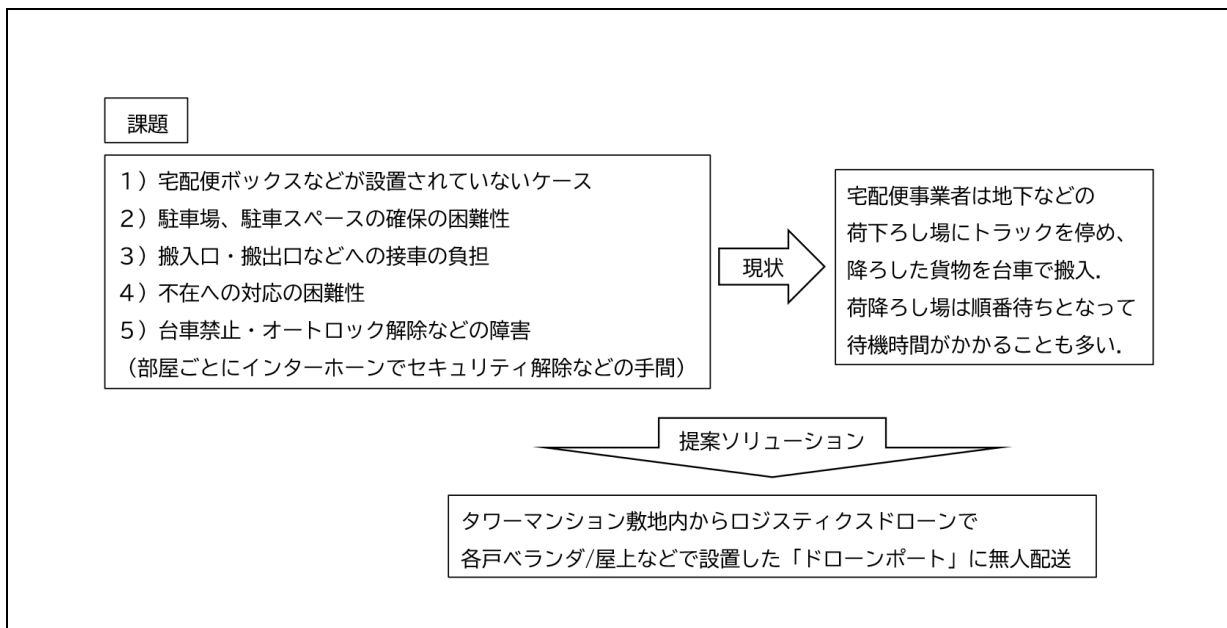


図 6.1 タワーマンションにおけるロジスティクスドローンの活用スキーム

### 6.3 宅配コストの定式化

ドローン宅配の徒歩宅配に対する長所として、宅配先が在宅であることを必要としないため再配達率がゼロとなることが挙げられている。一方、ドローン宅配は天候状態の影響を受けドローンの航行が出来ない場合（欠航）があり最大の短所となっている。

ドローン宅配方式には、ドローン航行不能日の対応の方法に関して幾つかのビジネスモデルが考えられるが、ここでは、最も単純なモデルとして航行不能日は、従来方式である徒歩による戸別宅配とする方法について検討する。この場合、航行不能日には従来と同様に留守宅に対して再配達が発生する。

以下では、ドローン宅配の宅配コストを、徒歩宅配での再配達率  $\alpha$  とドローンの稼働率  $\beta$ 、ドローン宅配の徒歩宅配に対する宅配能率（単位時間当りの宅配可能個数） $\gamma$  を変数として宅配コストを求め、ドローン宅配コストが徒歩宅配コストを下回りコストメリットが発現する限界を調べる。なお、徒歩宅配の宅配コストは、ドローンの稼働率がゼロの場合として求められる。

#### 6.3.1 コスト試算に用いるパラメータ

宅配コストの定式化にあたりコストに及ぼす主要なパラメータを以下のよう

##### ① 宅配個数関係パラメータ

タワーマンションの棟数； $N_M$ （棟）

1 棟当り戸数； $N_m$ （戸）

1 日の配達回数； $N_{dd}$ （回/日）

1 棟への 1 回の新規宅配個数； $n_d$ （個/回）

宅配品の平均重量； $w_{av}$ （kg/個）

宅配品の平均容量； $v_{av}$ （ $m^3$ /個）

タワーマンション内への時間当り宅配可能個数 $n_{dh}$ （個/時）

再配達率； $\alpha$

##### ② 宅配能力関係パラメータ

地域営業所からタワーマンションまでの片道距離； $L_T$

平均走行速度； $V_{av}$

地域営業所からタワーマンションまでの輸送車の必要台数； $n_T$

輸送車の積載能力；重量  $w_{max}$  (kg), 容量  $v_{max}$  ( $m^3$ ), 面積  $a_{max}$

輸送補助具搭載等を考慮した積載率； $r_{LD}$

宅配車駐車位置から宅配先までの平均所要時間（往復）；

徒歩宅配； $t_{DW}$ （分/往復）

ドローン宅配； $t_{DD}$ （分/往復）

宅配車駐車位置から宅配先までの1往復当り平均宅配個数として、

徒歩宅配； $m_W$ （個/往復）

ドローン宅配； $m_D$ （個/往復）

ドローンの基本特性値として、

重量； $w_D$  (kg), 容量； $v_D$  ( $m^3$ ), 占有面積； $a_D$

最大積載重量； $w_{DL}$  (kg), 最大積載容量； $v_{DL}$  ( $m^3$ )

最大航行距離； $L_{cr}$  (m), ドローン稼働率； $\beta$

### ③ 宅配コスト関係パラメータ

宅配車1台/月当り費用  $c_{Tr}$ （円/台/月）

ドローン1機/月当りリース料  $c_{Dl}$ （円/機/月）

宅配車ドライバー1人/時間当り労務費  $c_{LTh}$ （円/人/時）

ドローン操縦免許加算費用  $c_{Dop}$ （円/月/人）

### 6.3.2 ドローン方式の月間宅配コスト： $C_D$

$$C_D = c_{DT} + c_{DL} + c_{DD} \quad (6.1)$$

ここに、 $c_{DT}$ は輸送トラック費用、 $c_{DL}$ は宅配（運転手、運転助手兼務）の人員費、 $c_{DD}$ はドローンの使用コストを表す。

#### ① 輸送トラック費用： $c_{DT}$

輸送トラック費用： $c_{DT}$ は次式で求められる。

$$c_{DT} = c_{Tl} \times n_T \quad (6.2)$$

$c_{Tl}$ は、トラック1台の賃借料（円/台/月）を表す。地域営業所からタワーマンションまでの輸送車の必要台数； $n_T$ は、輸送車の積載能力；重量  $w_{max}$  (kg), 容量  $v_{max}$  ( $m^3$ ), 面積  $a_{max}$ , 1回の宅配個数； $n_{d1}$ および宅配品の平均重量； $w_{av}$  (kg/個), 平均容量； $v_{av}$  ( $m^3$ /個)に依存し、次式で与えられる。

$$n_T = \max \left\{ \left\lceil \frac{n_{d1} \times w_{av}}{r_{LD} \times w_{max}} \right\rceil, \left\lceil \frac{n_{d1} \times v_{av}}{r_{LD} \times v_{max}} \right\rceil \right\} \quad (6.3)$$

ここで、 $[\cdot]$  は天井関数を、 $r_{LD}$  はドローン搭載宅配車の積載率を表し、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} r_{LD} &= \min\{r_{LDw}, r_{LDa}\} & ; & & r_{LDw} &= (w_{max} - w_D)/w_{max}, \\ r_{LDa} &= (a_{max} - a_D)/a_{max} \end{aligned} \quad (6.4)$$

## ② 宅配員（運転手、運転助手兼務）の person cost: $c_{DL}$

宅配員の person cost:  $c_{DL}$  は次式で求められる。

$$c_{DL} = c_{LTh} \times T_L \quad (6.5)$$

$c_{LTh}$ : 宅配員の時間当り労務費 (円/時/人)

$T_L$ : 宅配員の就労時間 (時/月) を表し次式で与えられる。

$$T_L = T_{LT} + T_{LD} \quad (6.6)$$

$T_{LT}$ : 営業所からマンションまでの往復時間

(荷捌時間;  $T_{Lds}$  含む)

$$T_L = T_{Lds} + 2L_T/V_{av} \quad (6.7)$$

$T_{LD}$ : 駐車場からマンション内宅配先までの宅配時間 (時間/月) で

$$T_{LD} = 30 \times [\beta \cdot T_{LDD} + (1 - \beta)T_{LDW}] \quad (6.8)$$

ここに、 $T_{LDD}$  はドローン宅配時間を表す。ドローン宅配では再配達が発生しないことから次式で与えられる。

$$T_{LDD} = n_{dd}/m_D \quad (\text{時/往復}) \quad (6.9)$$

$T_{LDW}$  は、徒歩宅配時間を表す。

徒歩宅配では、当日の新配達個数  $n_{dd}$  と前日の再配達個数  $\alpha \cdot n_{dd}$  の合計個数となることから、次式で与えられる。

$$T_{LDW} = (1 + \alpha) \cdot n_{dd}/m_W \quad (\text{時/往復}) \quad (6.10)$$

$n_{dd}$  はタワーマンション 1 棟、1 日当り新規宅配個数を、 $m_L$  は徒歩宅配における駐車位置から宅配先までの 1 往復当り平均宅配個数 (個/往復) を、 $m_T$  はドローン宅配における駐車位置から宅配先までの 1 往復当り平均宅配個数 (個/往復) を表す。

$n_{dd}$  は、1 棟当りの戸数;  $N_m$  と宅配便会社のシェアに依存し日変動する確率変数である。



### ③ドローン使用コスト： $C_{DD}$

ドローンを用いるために発生するコスト： $C_{DD}$ は、次式で表される.

$$C_{DD} = C_{Dl} + C_{Dop} + C_{Dm} \quad (6.11)$$

$C_{Dl}$ ：ドローンのリース料（円/機/月）

$C_{Dop}$ ：ドローン操縦有資格者コスト（円/人/月）

$C_{Di}$ ：保険料（円/年）

$C_{Dm}$ ：ドローン宅配のためのマンション荷受設備コスト（円/月）

### 6.3.3 従来方式の月間宅配コスト： $C_W$

$$C_W = C_{DT} + C_{DL} \quad (6.12)$$

ここに、 $C_{DT}$ は輸送トラック費用、 $C_{DL}$ は宅配員（運転手、運転助手兼務）の  
人件費を表す.

式(6.12)は、式(6.1)におけるドローン使用コスト $C_{DD} = 0$ 、式(6.8)における  
ドローン稼働率； $\beta = 0$ の場合を与えることに相当する.

### 6.4 ドローン宅配コストが徒歩宅配コストを下回る限界

(コストメリットが発現する限界)

ドローン宅配が徒歩宅配より低コストで行える条件は次式で表される.

$$C_D - C_W \leq 0 \quad (6.13)$$

ドローン宅配コストが徒歩宅配コストを下回るためのドローン稼働率の限界  
値： $\beta_{cr}$ を求めるために、式(6.13)の等号部について考える. 営業所からタワー  
マンションまでの輸送コストは宅配方法に関わらず同じであることから、式  
(6.13)はマンション近くの駐車場から宅配先までの宅配コストの差、すなわち  
宅配員の  
人件費とドローン使用コストとして次式で与えられる.

$$C_D - C_W = c_{LTh} \times (T_{LD} - T_{LW}) + C_{DD} = 0 \quad (6.14)$$

$T_{LD}$ ：駐車場からマンション内宅配先までのドローン宅配時間（時間/月）、

$T_{LW}$ ：駐車場からマンション内宅配先までの徒歩宅配時間（時間/月）

$$T_{LD} - T_{LW} = 30 \times \{[\beta_{cr} \cdot T_{LDD} + (1 - \beta_{cr})T_{LDW}] - T_{LDW}\} = 30 \times \beta_{cr}(T_{LDD} - T_{LDW}) \quad (6.15)$$

$T_{LD}$ 、 $T_{LW}$ は、式(9)、(10)で与えられることから、最終的に式(6.14)は次式で

表される。

$$\beta_{cr} \cdot n_{dd} \left\{ \frac{1}{m_D} - \frac{1+\alpha}{m_W} \right\} + C_{DD} = 0 \quad (6.16)$$

$$\beta_{cr} = \frac{m_D \cdot m_W}{n_{dd}} \cdot \frac{C_{DD}}{\{m_D(1+\alpha) - m_W\}} \quad (6.17)$$

一方，単位時間当り宅配個数  $m_D$ ， $m_W$  が異なり，ドローン宅配個数  $m_D$ ，が徒歩宅配個数の  $\gamma$  倍であると仮定すると次式で与えられ，

$$\gamma = \frac{m_D}{m_W}$$

パラメータとなり，式(6.17)は次式のように書き換えることができる

$$\beta_{cr} = \frac{\gamma m_W \cdot m_W}{n_{dd}} \cdot \frac{C_{DD}}{\{\gamma \cdot m_W(1+\alpha) - m_W\}} = \frac{\gamma m_W}{n_{dd}} \cdot \frac{C_{DD}}{\gamma \cdot (1+\alpha) - 1} = \frac{m_W \cdot C_{DD}}{n_{dd}} \cdot \frac{\gamma}{\gamma(1+\alpha) - 1} \quad (6.18)$$

上式は，ドローン宅配の徒歩宅配に対する効率を表すパラメータ  $\gamma$  に対して，ドローン限界稼働率  $\beta_{cr}$  と再配達率  $\alpha$  とが，単位時間当り宅配個数（宅配能率） $m_W$ ，1日の新規宅配個数  $n_{dd}$ ，ドローン使用コスト  $C_{DD}$  の関数  $m_W \cdot C_{DD}/n_{dd}$  を定数として反比例の関係を有することを示している。

さらに，単位時間当り宅配個数  $m_L$ ， $m_W$  が等しい場合，上式において  $m_D = m_W = m$  とすると，式(6.18)は以下のように簡単な関係式で表される。

$$\beta_{cr} = \frac{m \cdot C_{DD}}{n_{dd}} \cdot \frac{1}{\alpha} \quad (6.19)$$

上式は，再配達率  $\alpha$  とドローン限界稼働率  $\beta_{cr}$  は，単位時間当り宅配個数（宅配能率） $m$ ，1日の新規宅配個数  $n_{dd}$ ，ドローン使用コスト  $C_{DD}$  の関数  $m \cdot C_{DD}/n_{dd}$  を定数として反比例の関係を有することを示している。

## 6.5 ドローン宅配コスト試算の試算条件と試算結果

### 6.5.1 コスト試算条件

前章で定式化した宅配コスト計算式を用いて，標準的規模を有するタワーマンションに対してドローン宅配を適用した場合の直接コストを以下の条件で試算する。

なお，研究開発コストについては既存の汎用性の高い設備を使用すること，特許については現状ではドローン関連の特許はまだ少ないことを鑑み，他社特許は使用しないという前提で，また，運用前の調査コストやトレーニングコス

ト、減価償却費などについては企業特性や規模により大きく異なることからモデルを単純化するという前提で今回の研究では考慮しないこととする。

宅配対象タワーマンションの棟数； $N_M$  は、議論を簡単にするため  $N_M = 1$  (棟) とする。

タワーマンション 1 棟当りの戸数； $N_m$  は、首都圏のタワーマンションの平均値として  $N_m = 245$  (戸) とすると、タワーマンション 1 棟、1 日当り新規宅配個数、 $n_{dd}$  は平均的な宅配個数として全戸数の 30% ( $r_{Np} = 0.25$ ) と仮定する。タワーマンション 1 棟、1 日当り新規宅配個数； $n_{dd}$  は次式で与えられる。

$$n_{dd} = r_{Np} \times N_m = 0.3N_m \cong 74 \quad (\text{個})$$

1 日の配達回数は、ネット通販等の時間指定宅配の影響により増加傾向にあるが、 $N_{dd} = 2$  (午前、午後) と仮定すると、1 回の宅配での宅配個数は 37 個となる。徒歩による従来方式の宅配コストを増加させている再配達の数に関して、再配達率  $\alpha$  は 2018 年度 15% 程度に低下しているが、最近の平均値として 20% ( $\alpha = 0.2$ ) を中心に  $\alpha = 15\%$ , 20%, 25%, 30% と変化させて再配達率がドローン宅配コストに及ぼす影響を調べる。本検討では、ドローン宅配では指定届け場所へ移送するだけと仮定するため再配達は発生しない。一方、天候不良のため、ドローンの航行が出来ない日には、徒歩宅配に切り替える必要があるため再配達が発生すると考える。

タワーマンション内への時間当り宅配可能個数； $n_{dh}$  は、宅配 1 往復に要する時間と 1 回の宅配時に持込める最大個数に依存する。従来型マンションでは 30 個/時から 60 個/時とされているが、タワーマンションの特殊性を考慮するとともに、問題をシンプル化するため  $t_{DD} = t_{DW} = 20$  (分/回),  $m_D = m_W = 4$  (個/回) とする。

### 6.5.2 試算結果

図 6.2 から図 6.5 には、ドローン宅配と徒歩宅配の宅配能率 (単位時間当り宅配可能個数) が等しい場合 ( $\gamma = 1$ ) について、再配達率  $\alpha$  が 15%, 20%, 25%, 30% の場合のドローン稼働率  $\beta$  と 1 月当たり配送コストおよび配送個数の関係 (赤線) を示す。同図には、従来方式の徒歩宅配コストと配送個数 (青線) を比較して示す。前述したとおり、これらはドローンの稼働率をゼロとした場合に相当する。

ドローン宅配ではドローンの稼働率が高くなるにつれて配送コストは減少し、再配達率  $\alpha$  に応じて徒歩宅配コストを下回る限界稼働率  $\beta$  が存在する。ただし、

本試算例では，図 6.2 に示すように再配達率が 15%まで低下すると，限界稼働率は 80%を越え現実的ではなく，コストメリットは無くなる．一方，図 6.3 から図 6.5 から分かるように再配達率  $\alpha$  が増加するにつれ，新規配達個数と再配達個数の和が増加することからドローン宅配のコストメリットは顕著に現れ，ドローン宅配コストが徒歩コストを下回る限界のドローン稼働率  $\beta_{cr}$  が 60%程度以下に下がり現実的な値となる．言い換えれば，再配達率がある程度大きいマンションほど，ドローンの稼働率が低い場合でもドローン宅配のコストメリットが出やすくなることを示している．

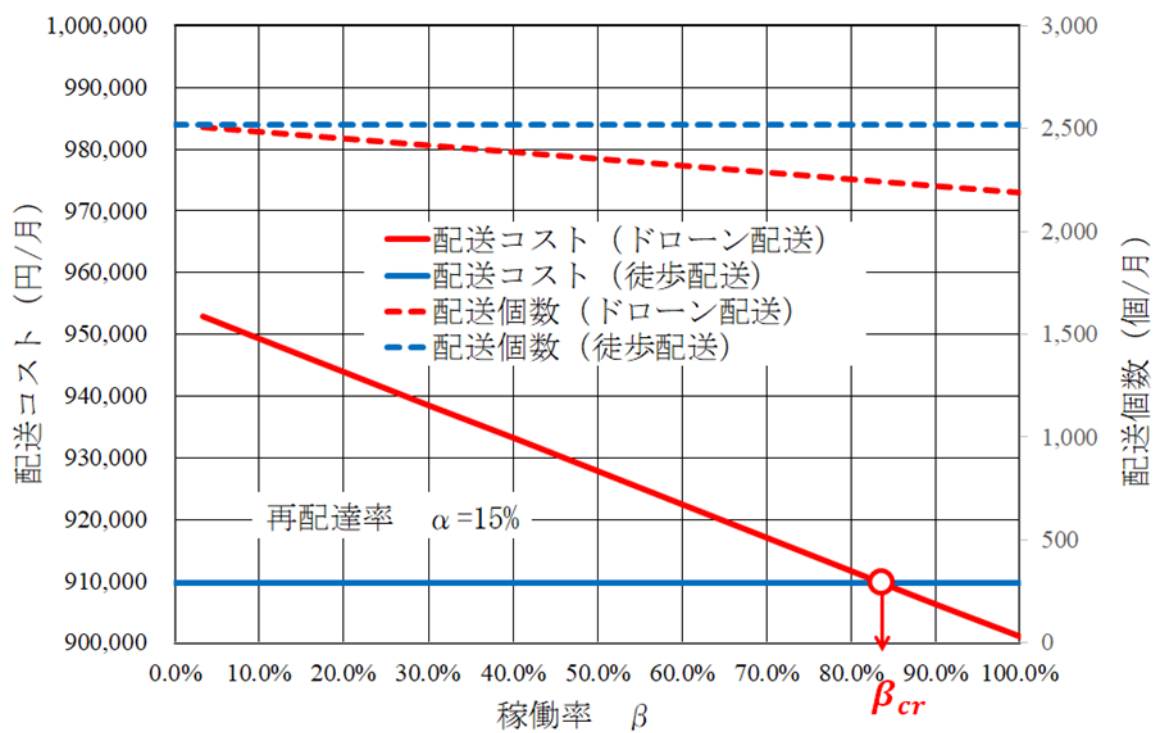


図 6.2 ドローン宅配のドローン稼働率と配送コストの関係  
(再配達率  $\alpha = 15\%$ )

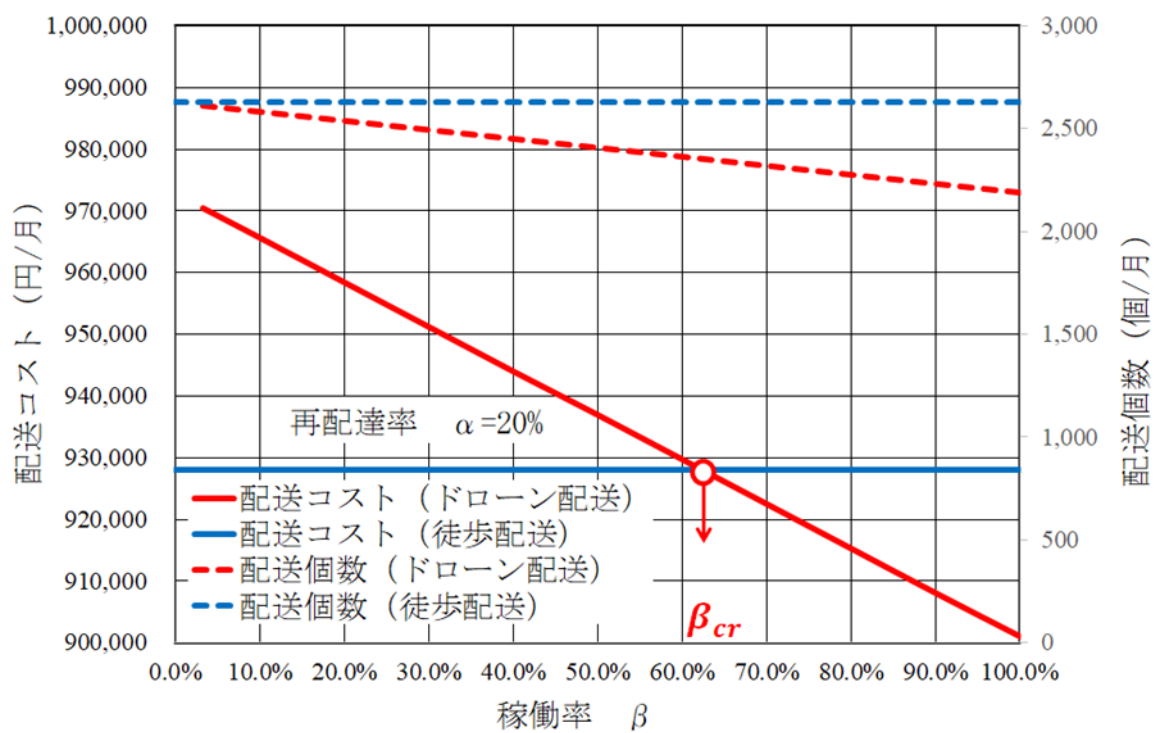


図 6.3 ドローン宅配のドローン稼働率と配送コストの関係  
(再配達率  $\alpha = 20\%$ )

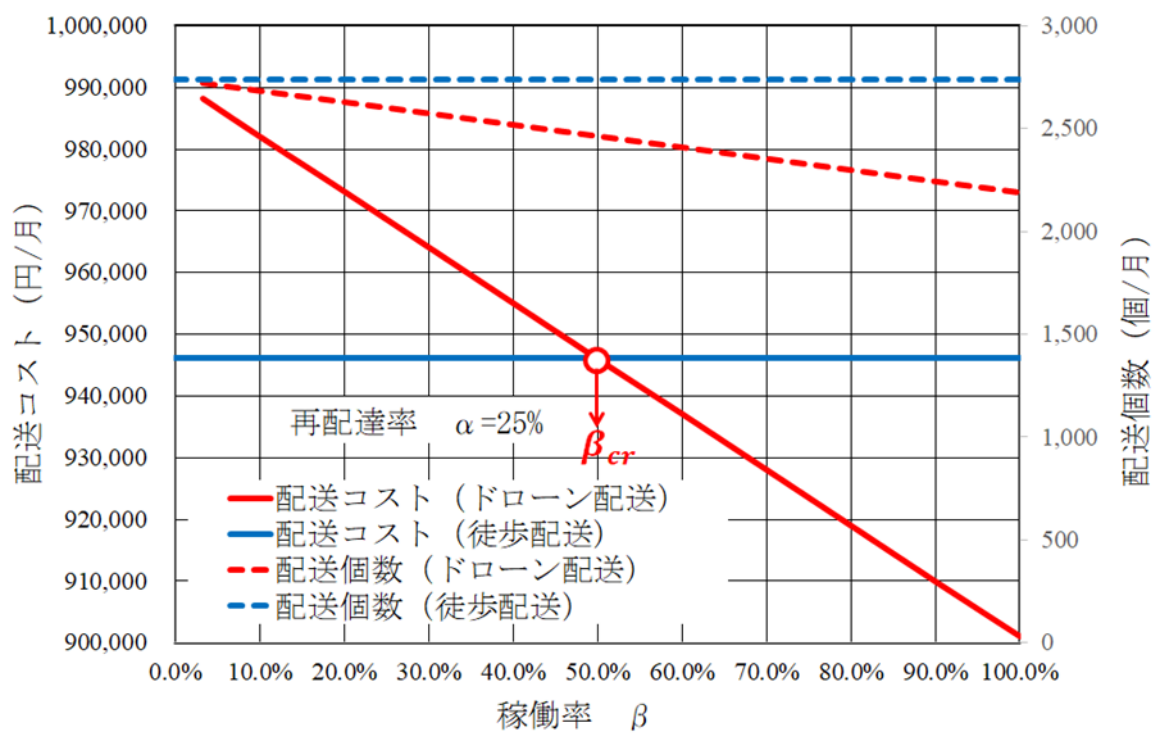


図 6.4 ドローン宅配のドローン稼働率と配送コストの関係  
(再配達率  $\alpha = 25\%$ )

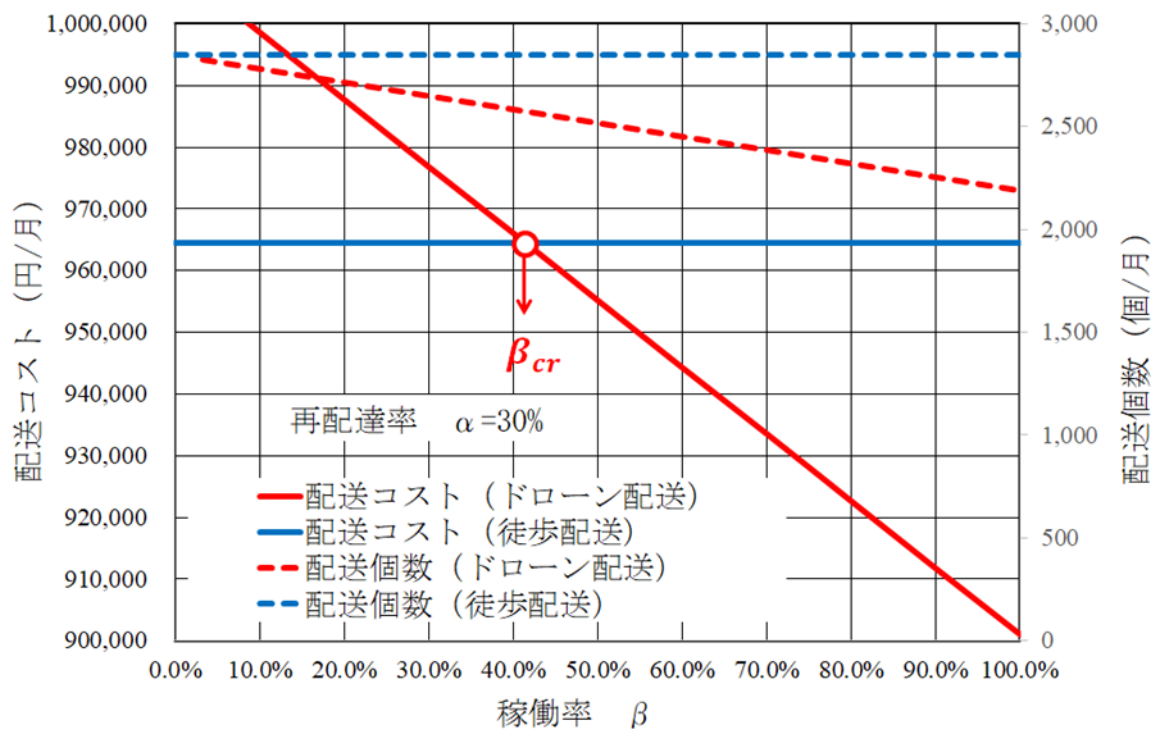


図 6.5 ドローン宅配のドローン稼働率と配送コストの関係  
(再配達率  $\alpha = 30\%$ )



図 6.6 には、試算に用いた数値例の場合について式(6.18)を用いてドローン宅配の宅配能率パラメータ  $\gamma$  を 0.9 から 1.2 まで変化させて得られるドローン限界稼働率  $\beta_{cr}$  と再配達率  $\alpha$  との関係を示す。同図には、 $\gamma = 1$  として計算して得られた図 6.2 から図 6.5 をもとに読み取った限界稼働率  $\beta_{cr}$  をプロットしたが、式(6.18)の曲線と一致していることが分かる。図 6.6 から、ドローンの宅配能率が徒歩宅配能率を上回れば限界稼働率は顕著に下がり、低い稼働率でもドローン宅配のコストメリットが出せることが分かる。逆に、ドローン宅配能率が徒歩宅配能率を下回ると ( $\gamma < 1.0$ ) 限界稼働率は急激に上昇しコストメリットを出すのが容易でなくなると言えよう。

ドローン限界稼働率  $\beta_{cr}$  と再配達率  $\alpha$  との関係を表す式(6.18)において、単位時間当り宅配個数 (宅配能率)  $m_w$ 、1日の新規宅配個数  $n_{dd}$ 、ドローン使用コスト  $C_{DD}$  の関数  $m_w \cdot C_{DD} / n_{dd}$  は反比例関係の定数となる。これらのうち、単位時間当り宅配個数 (宅配能率)  $m_w$ 、1日の新規宅配個数  $n_{dd}$  は所与の条件として与えられると考えると、ドローン使用コスト  $C_{DD}$  が反比例関係に影響を及ぼす変数となる。図 6.7 は試算例に用いたドローン使用コストを 10%削減した場合について式(6.18)の関係を計算したものであり、削減前 (図 6.6) の限界稼働率と再配達率の関係 (破線) を比較して示した。図 6.7 から、ドローンの使用コストを 10%削減することにより、限界稼働率  $\beta_{cr}$  を 10% ( $\gamma = 0.9$ ) から 5% ( $\gamma = 1.2$ ) 低下させる効果があることが分かる。

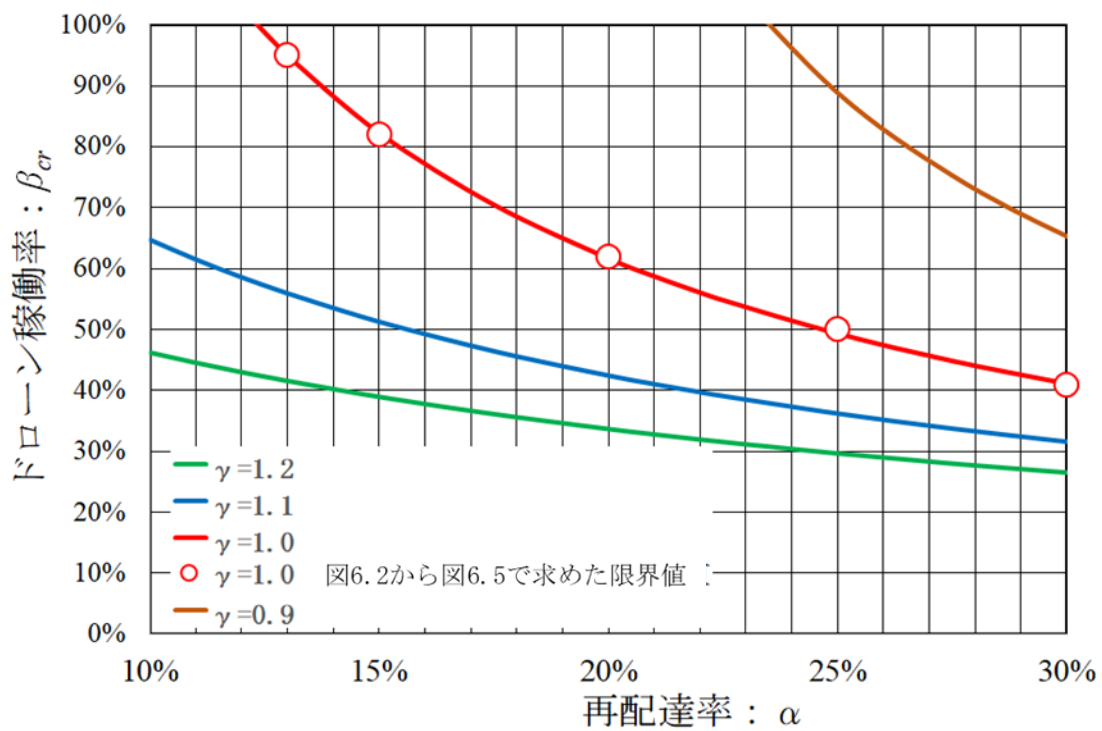


図 6.6 徒歩宅配の再配達率とドローン宅配におけるドローン稼働率の限界値の関係

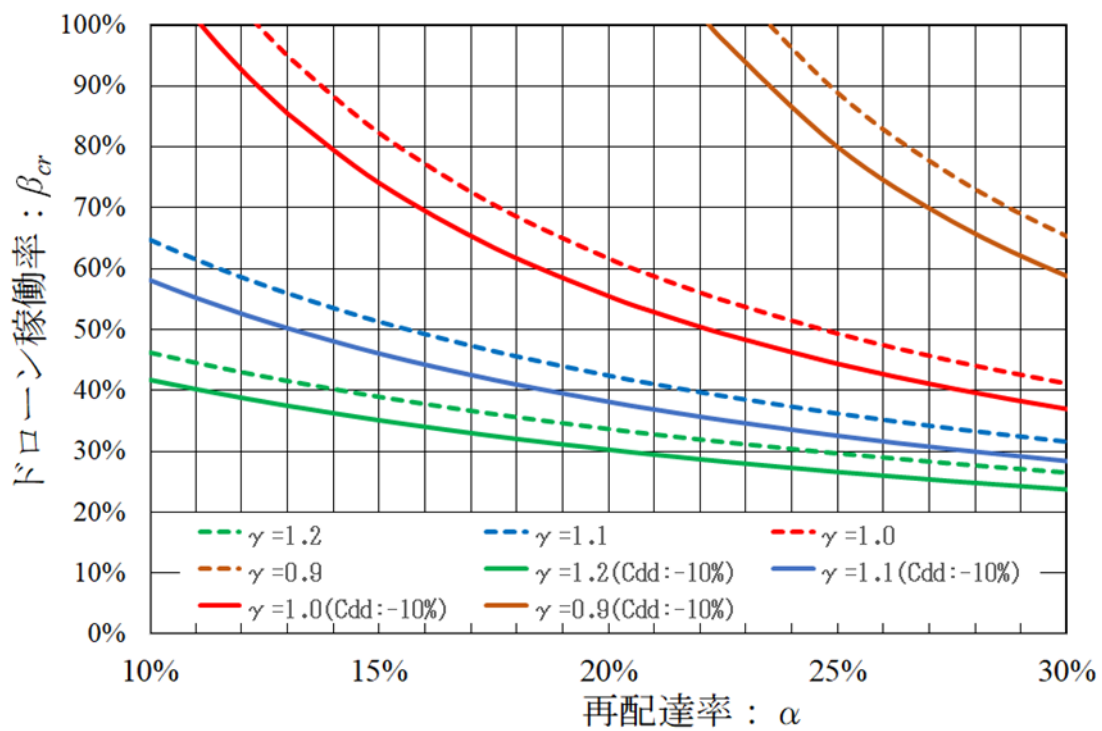


図 6.7 徒歩宅配の再配達率とドローン宅配におけるドローン稼働率の限界値の  
 関係に及ぼすドローン導入コスト  $C_{DD}$  の影響

## 6.6 本章のまとめ

本章では、タワーマンションへの宅配便の再配達においてドローンを導入するコストメリット並びに効果を検証した。

タワーマンションの場合、不在再配達が発生したら一件の場合でも、再びトラックでドライバーが来ることになり、駐車場の確保、配達に至るセキュリティ通過、待ち時間などで、2時間～4時間程度かかるというケースもある。その結果、他への配送機会を失うことになる。しかし、ドローン配送ならば、マンションの入り口から屋上あるいはベランダのドローンポートにダイレクトで運ぶことにより、30分以内に配送作業が終わると考えられる。現状では首都圏のタワーマンションにおいて再配達にドライバーが半日以上を費やすこともあるが、その人件費が大幅に削減できると考えられる。

効果測定の手法として、ドローン宅配と徒歩宅配におけるドローンの稼働率、並びにドローンの導入コストについてモデル化を行い、検討した。

その結果、ドローン宅配ではドローンの稼働率が高くなるにつれて配送コストは減少し、再配達率に応じて徒歩宅配コストを下回る限界稼働が存在することが示された。つまり、再配達率がある程度大きいマンションほど、ドローンの稼働率が低い場合でもドローン宅配のコストメリットが出やすくなるのである。

ドローンの宅配能率が徒歩宅配能率を上回れば限界稼働率は顕著に下がり、低い稼働率でもドローン宅配のコストメリットが出せる。逆に、ドローン宅配能率が徒歩宅配能率を下回ると、限界稼働率は急激に上昇しコストメリットを出すのが容易でなくなる。

ドローンの使用コストを10%削減することにより、限界稼働率を10%から5%へ低下させる効果があることが知見として得られた。

ロジスティクスドローンの実用化、並びに今後の発展については、さらなる性能面の向上を進めていく必要があるが、タワーマンションにおける再配達に導入することで大きな効果が期待できる可能性があると考えられる。

また、本研究から再配達削減における、AI、DXの可能性が示されたとも考えられる。

## 参考文献

- [1] 不動産経済研究所, 不動産経済・マンションデータ・ニュース, 2022年4月27日
- [2] 鈴木邦成, 中村康久, スマートサプライチェーンの設計と構築:物流DXが起こす変化をつかむ, 白桃書房, pp.51-54, 2022年
- [3] 吉田孝志, 村上久治, 宅配ドライバーの集配作業時間の分析, オペレーションズ・リサーチ:経営の科学第64巻第12号, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, pp.761-766, 2019年
- [4] 鈴木真二, 中村裕子(編集), ドローン活用入門:レベル4時代の社会実装ハンドブック, 東京大学出版会, pp.60-62, 2022年
- [5] 野波健蔵, ドローン技術の現状と課題およびビジネス最前線, 情報管理, 国立研究開発法人科学技術振興機構, 第59巻第11号, pp.755-763, 2017年
- [6] 兵藤哲朗, ドローン物流の現状と展開可能性, 国際交通安全学会誌 第44巻第2号, 公益財団法人国際交通安全学会, pp.132-139, 2019年
- [7] 小原崇矢, 伊呂原隆, 大規模災害発生時における支援物資輸送と情報収集を同時に考慮したドローンオペレーション, 日本経営工学会論文誌第72巻第1号, 公益社団法人日本経営工学会, pp.24-36, 2021年
- [8] 朝日亮太, 離島交通・物流の課題に関する基礎的考察:ドローン輸送の現状と観光等の多様な分野への導入時の課題整理, 商経論叢第61巻第3号, 九州産業大学商学会, pp.25-34, 2021年
- [9] 栗田治, 定期連絡船に配備するドローンによる沿岸地域ならびに島嶼部の集配送システム, 都市計画論文集第56巻第3号, 公益社団法人日本都市計画学会, pp.1160-1167, 2021年
- [10] 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, 生活協同組合研究第505巻, 生協総合研究所, pp.36-41, 2018年
- [11] 矢野裕児, AI、IoT等の新技術がもたらすロジスティクス改革と課題, 物流問題研究第68号, 流通経済大学物流科学研究所, pp.2-5, 2019年
- [12] 吉藤智一, ドローン物流の最新事例と社会実装の展望, 計画行政第43巻第2号, 日本計画行政学会, pp.15-20, 2020年
- [13] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 若林敬造, ロジスティクスドローンの導入による宅配便システムの効率化の研究—タワーマンションにおける再配達

への活用の検討一，日本情報ディレクトリ学会誌第 18 巻，pp. 14-21，  
2020 年

## 第7章 全体最適化を目指す不在再配達削減策の展開

### 7.1 本章の目的

本研究では不在世帯への再配達削減策として、置き配（玄関先）、店舗受取、パーセルボックス、及びドローン配送について、各章で検討してきた。

そこで各章における検討を踏まえて、不在再配達削減の選択予測モデルを構築し、不在再配達削減の方策について検討する。

### 7.2 不在再配達削減策における選択モデル

本論文で繰り返し述べてきたようにコロナ禍以降、ネット通販事業者の配送において、置き配が初期設定となっているケースが増えている[1]。置き配の場合は対面受取と比較して多くのプロセスが省略でき、終了までの時間が見積りやすく、計画どおりに配達可能である。ただし、置き配については、盗難や破損・汚損のリスクもあり、クール便の利用ができないなどの制約もある。

不在再配達削減策はこれまで検討と考察を行ってきたように、複数あり、その状況に応じてどのような選択肢が最善かを場合分けしておく必要もある[2]。不在再配達削減策ごとの特徴や効果、注意点などを踏まえて、それぞれの削減策の長所を生かしていくのである。

#### 7.2.1 店舗受取の活用

当初は集荷のための設定で、不在再配達削減のための受取機能は後付けのために、スペース、安全性の問題などで宅配ロッカーに比べて機能が低い。ただし、受取方法が宅配ロッカーより単純であるため、高齢者にとっては利用しやすいと考えられる。クール便は利用できず、サイズの制限もある。保管期間は3日程度である。一部コンビニエンスストアではバックヤードが圧迫されることを懸念して店舗受取を受け付けていない。

宅配便ドライバーが世帯への配達を行う隙間の時間に受取場所である店舗に持ち込むというしくみとなっている。そのため、宅配便ドライバーの業務が煩雑になったり、店舗側のスタッフとの作業に時間を割かれたりするため、大きな負担となっている。

そこで、効率化を推進するスキームとして、図7.1のように世帯向けの配達とは異なる店舗受取向けのスキームを構築することを提案する。

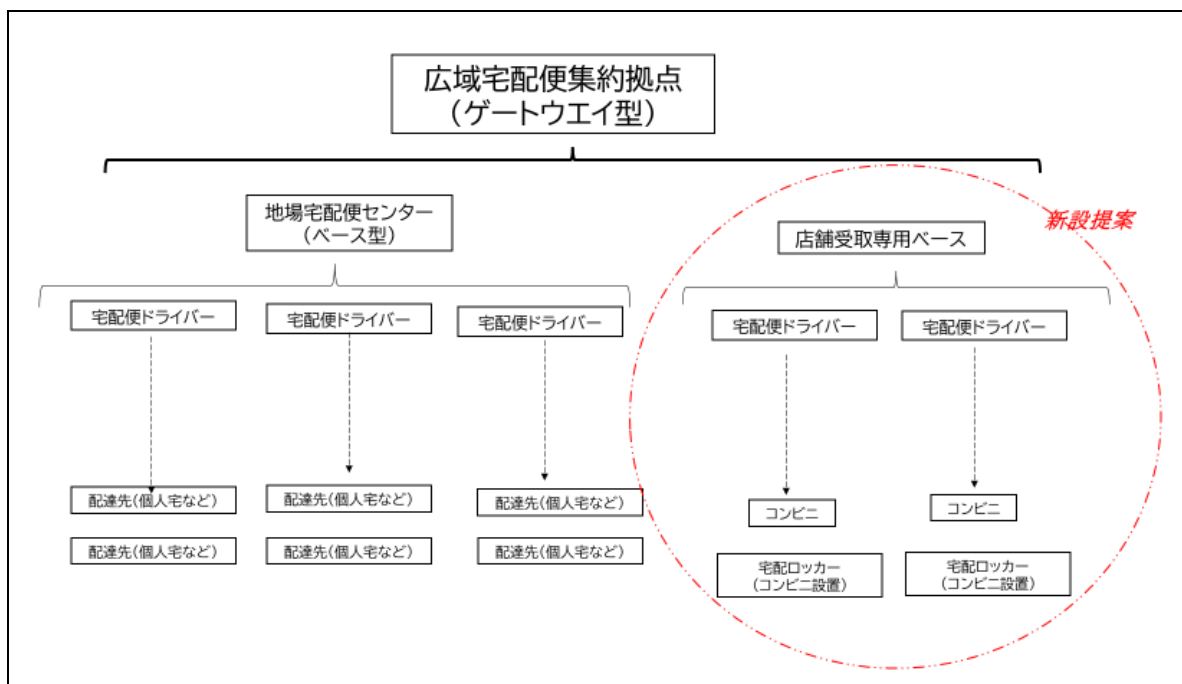


図 7.1 店舗受取方式の改善スキーム(再掲)

出典：筆者作成



すなわち、ゲートウェイ型の大規模集約拠点から地域配達を行うベース型の拠点を経て、宅配便ドライバーは各世帯に配達するのだが、その合間にコンビニなどに、店舗受取分の配達物を届けるという従来のスキームについて、新たに店舗配達向けの専用ベースを設置し、ドミナント方式により立地が近接している複数のコンビニ店舗を巡回配達するのである。なお、店舗巡回配達において、宅配便ドライバーが、直接、店舗スタッフと対面して伝票などのやり取りをすることで滞店が長期時間化することを回避するため、コンビニ店舗内外のスペースに宅配ロッカーを設置し、非対面での対応も可能にする。

このように、従来の宅配便のネットワークとは異なるネットワークを構築し、サービス水準が異なる受取方法を提供することが重要になると考えられる[3]。

### 7.2.2 パーセルボックスの活用

宅配ボックスを設置して、置き配における盗難や汚損・破損のリスクを回避するという対策が有力となる。クール便の配達に関する問題は解決できないものの、盗難や汚損・破損のリスクについては大きく低減できる。

ただし、宅配ボックスのスムーズな設置については条件分けを行い検討する。すなわち、郊外などに多い一戸建て住宅と都心部に多いマンションなどの集合住宅では宅配ボックスの設置に関わる難易度が異なることになるからである。

#### (7.1) 折り畳み型宅配ボックス

集合住宅などで導入が相次いでいる小型の可動型の宅配ボックスは玄関先に置き、ワイヤーなどを用いて紐付けすることで容易に設置することが可能である。

ただし、小型であるがゆえに、受け入れられる宅配便のサイズは120サイズまでのものに限られる。また、集合住宅の場合、玄関先が共有部分の回廊に該当し、宅配ボックス設置が消防法などの制約を受けて、自由に行えないという事態も想定される。それでも盗難や汚損・破損リスクを低減できることと、購入にかかる費用が比較的安価なことが利点となっている。郊外型の一戸建て住宅でも設置コストの節約の観点から導入されることも多い。

なお、集合住宅における改善策としては、玄関先や別途、設置可能なスペースがあればそのスペースに120サイズまで受取可能な宅配ボックスを設置する。加えて、集合住宅のエントランス付近などに200サイズまで受取可能な住民による共同利用可能な設置型の宅配ボックスを複数設置する。

## (7.2) 設置型宅配ボックス

郊外型の一戸建て住宅の場合、比較的大型の設置型宅配ボックスの設置が可能になり、宅配便の 200 サイズという最も大きなサイズについても、受け入れることが可能となる。したがって、設置型の宅配ボックスを設置すれば、置き配の代替としての有力な不在再配達削減策となる。

## (7.3) 宅配ロッカー

玄関先などに置き配、宅配ボックスの設置などを行わない削減策として、宅配ロッカーの活用があげられる。宅配ロッカーの利用者は、宅配便会社などのサービスに登録したうえで荷物の受取場所となる宅配ロッカーを指定して、そこから荷物を受け取る。設置スペースの自由度は大きく、複数の荷物を同時に受取ることも可能となる反面、受取先までの距離が長くなったり、会員としてのネット登録を行ったりするなど、高齢者や情報弱者にとっては不向きな面もある[4]。またクール便には対応していない。サイズについても 120 までの制限があるケースが多いので設置場所の周知徹底、大型ボックスの設置による宅配ボックスとの併用などを推進させる必要がある。

### 7.2.3 ロジスティクスドローンの活用

宅配ボックスが十分に設置されていないタワーマンションなどにはロジスティクスドローンの活用を図る。すなわち宅配便の流れをまとめると、地域営業所から宅配便配送用の 2t トラックに貨物とドローンを積み込み、タワーマンション付近まで移動。そこからドローンをタワーマンション向けに飛ばす。ドローン配送ならば、マンション入り口から屋上あるいはベランダのドローンポートにダイレクトで運べば、30 分以内に配送作業が終わると考えられる。第 6 章で考察したように宅配便ドライバーの人件費の大幅な削減が可能になる[5]。

### 7.2.4 再配達有償化の検討

再配達有償化については現状では導入の必要性は低いかもしれないが、再配達率が上昇した場合に導入の可能性はある[6]。たとえばクール便と 140 以上のサイズについての導入がまずは有力と考えられる。ただし、消費者側からの反発やクレームなどが出てくる恐れもある。

この点について、政府は宅配便の再配達率が高止まりして、事業者への負担

が増えていることから、「再配達削減に向けた消費者の行動変容を促すインセンティブの付与に向けて調整するなど、宅配事業者の負担軽減に資する取組を進める」としている[7]。不在再配達が発生しない置き配やコンビニ受取を利用者が選択した場合にポイントを還元する事業が予定されている。

今後わが国でも、サービスと価格のバランスの調整が必要になることも想定される。

### 7.3 不在再配達削減策の選択モデルに関する検証

これまで検討と考察を行ってきたように、不在再配達削減策は複数あり、その状況に応じてどのような選択肢が採用されるかは不確実である。

そこで、数理モデルを構築し、不在再配達削減策ごとの特徴や効果、注意点などを踏まえて、それぞれの削減策の長所を生かしていく必要がある。

#### 7.3.1 シミュレーションの目的及び方法

不在再配達削減策として考えられる、置き配（玄関先）、宅配ボックス、店舗受取、宅配ロッカーについて受取方法の選択のモデル化を行う。利用者の住まいや職業、サイズや冷凍・冷蔵便といった配送方法によって、どの方法で受取るかが異なる。あらかじめどれくらいの量、それぞれの選択肢が出てくるかを予測して、実務に備えた準備を行うため、属性や配送方法を説明変数とし、受取方法を目的変数として、受取方法選択のモデル化を行った。

予測や分類モデル（規則）を作るには、機械学習を用いることが考えられる。しかし、データからそのパターンを学習し、それを用いた予測を行うには、膨大なデータを要する。また、どのようなロジックで、受取方法が選択されたのか、どの変数が効いているかなどは、個票データが必要であり、インターネットで公開されている一般的なアンケートの集計データからでは推測できない。そこで、本研究は、まず、利用者の属性や条件を基に、数理モデルによる定式化を行い、「社員が宅配ロッカーを選ぶ確率」などを、数理最適化で求め、その結果を用いてシミュレーションを行うこととする。

#### 7.3.2 拘束条件

対面以外の受取方法は、「置き配（玄関先）」、「宅配ボックス」、「店舗受取」、「宅配ロッカー」、「その他」の5種類とし、数理モデルに用いる利用者の属性と、その水準（バリエーション）を表7.1に示した。

また、モデル化にあたり、受取方法は、次のように決定されるものとする。

- 1) 一戸建ては、「宅配ボックス」を利用できない。
- 2) サイズが 140 以上のものは、「宅配ボックス」、「店舗受取」、「宅配ロッカー」、「その他」、いずれも利用できない。（「置き配（玄関先）」のみ）
- 3) 冷凍・冷蔵便は、「宅配ボックス」、「店舗受取」、「宅配ロッカー」、「その他」、いずれも利用できない。（「置き配（玄関先）」のみ）
- 4) 集合住宅のうち、宅配ボックスが設置されている場合は、2)、3)の場合を除き、「宅配ボックス」を利用する。
- 5) 会社員は、「宅配ボックス」を利用できない場合、「宅配ロッカー」、「店舗受取」、「置き配（玄関先）」、「その他」のいずれかを利用する。
- 6) 主婦・主夫は、「宅配ボックス」を利用できない場合、「店舗受取」、「置き配（玄関先）」のいずれかを利用する。

表 7.1 利用者の属性と水準

属性	水準	
住まい	一戸建て	集合住宅
職業	会社員	主婦・主夫
サイズ	120 cm以下 (60 cm, 80 cm, 100 cm, 120 cm)	140 cm以上 (140 cm, 160 cm, 180 cm, 200 cm)
冷凍 ・ 冷蔵	冷凍・冷蔵便を利用	冷凍・冷蔵便を利用しない

出典：筆者作成

### 7.3.3 定式化

条件 2), 3) の場合を除いて, 「宅配ボックス」が利用できない場合の計算式は, 住まいが一戸建てである割合を  $p_1$ , 住まいが集合住宅のうち, 宅配ボックスを希望する割合, つまり, 宅配ボックスが設置してある割合を  $c_1$  とすると, 次のように表すことができる.

$$N = (1 - p_1)(1 - c_1) + p_1 \quad (7.1)$$

「宅配ボックス」を利用できる場合は,

$$M = (1 - p_1)c_1 \quad (7.2)$$

となる.

「置き配 (玄関先)」を利用する割合を  $y_0$ , 「宅配ボックス」を利用する割合を  $y_1$ , 「店舗受取」を利用する割合を  $y_2$ , 「宅配ロッカー」を利用する割合を  $y_3$ , 「その他」を利用する割合を  $y_4$  とすると, 次に示す式で表すことができる.

$$y_0 = \{p_2c_4 + (1 - p_2)c_7\}N + n(p_3 + p_4)[M + \{p_2c_2 + p_2c_3 + p_2c_5 + (1 - p_2)c_6\}N] \quad (7.3)$$

$$y_1 = (1 - p_3 - p_4)M \quad (7.4)$$

$$y_2 = (1 - p_3 - p_4)\{p_2c_3 + (1 - p_2)c_6\}N \quad (7.5)$$

$$y_3 = p_2c_2(1 - p_3 - p_4)N \quad (7.6)$$

$$y_4 = p_2c_5(1 - p_3 - p_4)N \quad (7.7)$$

$$\sum y_i = 1 \quad (i = 0, 1, 2, 3, 4) \quad (7.8)$$

$$c_2 + c_3 + c_4 + c_5 = 1.0 \quad (7.9)$$

$$c_6 + c_7 = 1.0 \quad (7.10)$$

$$c_i \geq 0.0 \quad (i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) \quad (7.11)$$

ここで,  $p_2$  は, 職業が会社員である割合,  $p_3$  は, サイズが 140 以上である割合,  $p_4$  は, 冷凍・冷蔵便である割合であり, 集計データから推測できる値である.

$c_2, c_3, c_4, c_5$  は, 条件 e において, 会社員が, それぞれ, 「宅配ロッカー」, 「店舗受取」, 「置き配 (玄関先)」, 「その他」を選択する割合,  $c_6, c_7$  は, 条件 f において, 主婦・主夫が, それぞれ, 「店舗受取」, 「置き配 (玄関先)」を選択する割合である. この選択は, 受取方法の決定にはならず, 条件 2), 3) により, 「置き配 (玄関先)」に代わる場合がある. 例えば, 式 (7.1) は, 「置き配 (玄関先)」の受取を決定しているが, 「宅配ボックス」が利用できない場合で, 「置き

配（玄関先）」を選択すると、「宅配ボックス」を含む他の配送方法を選択しながらも、サイズや配送方法により利用できない人との合算になっている。

それぞれの受取方法の割合 $y_0 \sim y_4$ の数値が与えられたとき、式(7.3)～式(7.7)の計算結果との差異をペナルティと呼び、 $z_i$  ( $i = 0, 1, 2, 3, 4$ )で表すと、式(7.3)～式(7.7)は、次式となる。

$$y_0 = z_0 + \{p_2c_4 + (1 - p_2)c_7\}N + (p_3 + p_4)[M + \{p_2c_2 + p_2c_3 + p_2c_5 + (1 - p_2)c_6\}N] \quad (7.3)'$$

$$y_1 = z_1 + (1 - p_3 - p_4)M \quad (7.4)'$$

$$y_2 = z_2 + (1 - p_3 - p_4)\{p_2c_3 + (1 - p_2)c_6\}N \quad (7.5)'$$

$$y_3 = z_3 + p_2c_2(1 - p_3 - p_4)N \quad (7.6)'$$

$$y_4 = z_4 + p_2c_5(1 - p_3 - p_4)N \quad (7.7)'$$

目的関数は、(7.3)'～(7.7)'で表される拘束条件に対するペナルティ（差異）の総和とし、これを最小化する。

$$\min z_0 + z_1 + z_2 + z_3 + z_4 \quad (7.12)$$

$c_1 \sim c_7$ が変数であり、このままでは、変数同士の積（ $c_1$ と他変数との掛け算）が含まれ、非線形となり、線形計画問題として計算できない。しかし、 $c_1$ は、(7.2)、式(7.4)により、一意に定まるので、変数ではなく、計算では、定数として扱うこととする。したがって、決定変数は、 $c_2 \sim c_7$ である。

### 7.3.4 数値実験

受取方法の割合 $y_0 \sim y_4$ が表7.2の数値になるような、 $c_1 \sim c_7$ を線形計画法により求めた。

また、 $p_1 \sim p_4$ は、表7.3に示す値を用いた。

解法には、メタヒューリスティクスの一つで、解探索性能が優れているArtificial Bee Colony (ABC) アルゴリズムを用いた。得られた結果を表7.4に示す。すべての拘束条件を満たした解を得ることができた。ペナルティの総和も0であった。

表 7.2 受取方法の割合

受取方法		割合 (%)
置き配 (玄関先)	$y_0$	60.0
宅配ボックス	$y_1$	18.0
店舗受取	$y_2$	15.0
宅配ロッカー	$y_3$	5.0
その他	$y_4$	2.0

表 7.3 拘束条件

データ		割合 (%)
住まいが一戸建て	$p_1$	58.0
職業が会社員	$p_2$	67.8
サイズが 140 以上	$p_3$	15.0
冷凍・冷蔵便	$p_4$	5.0

表 7.4 結果

変数		結果
「宅配ボックス」を選択	$c_1$	0.53
会社員が「宅配ロッカー」を選択	$c_2$	0.11
会社員が「店舗受取」を選択	$c_3$	0.35
会社員が「置き配 (玄関先)」を選択	$c_4$	0.47
会社員が「その他」を選択	$c_5$	0.04
主婦・主夫が「店舗受取」を選択	$c_6$	0.00
主婦・主夫が「置き配 (玄関先)」を選択	$c_7$	1.00



### 7.3.5 シミュレーションによる数理モデルの検証

一様乱数を発生させ、 $p_1 \sim p_4$ それぞれの割合に従って 10,000 件のデータを作成し、それを条件  $a \sim f$  に当てはめて、それぞれのデータ毎に受取方法を決定した。決定に際し、一様乱数を発生させ、線形計画法で求めた変数  $c_1 \sim c_7$  を使い、その割合に従って、条件に応じた受取方法を割り振った。

集計結果を表 7.5, 表 7.6 に示す。

シミュレーションの結果で得られた受取方法は、変数  $c_1 \sim c_7$  を求める際に用いたものに近い値になっており、数理モデルは妥当であると判断できる。このモデルにより、受取方法を予測（算出）し、あらかじめどれくらいの量、それぞれの選択肢が出てくるかを予測して、実務に備えた準備を行うことができる。

シミュレーションの結果、玄関先への置き配が 60.0% の場合、宅配ボックスが 17.8%、店舗受取が 15.1% であり、両者がほぼ同じくらいの比率で、その補完として 5.1% の採用率となっている宅配ロッカーが使われることが明らかになった。その他とは、たとえば置き配における玄関以外の受取（ガスメーター、車庫など）やロジスティクスドロンの活用を意味している。宅配ロッカーの使用率が宅配ボックスや店舗受取に比べて低くなっているため、宅配ロッカーを増やすことで再配達率をさらに削減できる可能性があることがシミュレーションの結果からも明らかになった。

以上をまとめたものが図 7.2 である。不在再配達削減を進めるには、全体最適を念頭に、置き配のみ、あるいは宅配ボックスのみといった特定の対策に依存するのではなく、一長一短のある複数の選択肢を状況に応じて戦略的に活用していくことが重要になってくるといえる。

表 7.5 集計結果(1)

住まい	一戸建て	集合住宅	計
	5,847	4,153	10,000
職業	会社員	主婦・主夫	
	6,743	3,257	10,000
サイズ	140 以上	140 未満	
	1,461	8,539	10,000
冷凍・ 冷蔵	冷凍・冷蔵便	冷凍・冷蔵便でない	
	497	9,503	10,000

表 7.6 集計結果(2)

受取方法	宅配 ボックス	店舗受取	宅配 ロッカー	置き配 (玄関先)	その他
件数	1,781	1,513	505	6,003	198
割合	17.8%	15.1%	5.1%	60.0%	2.0%

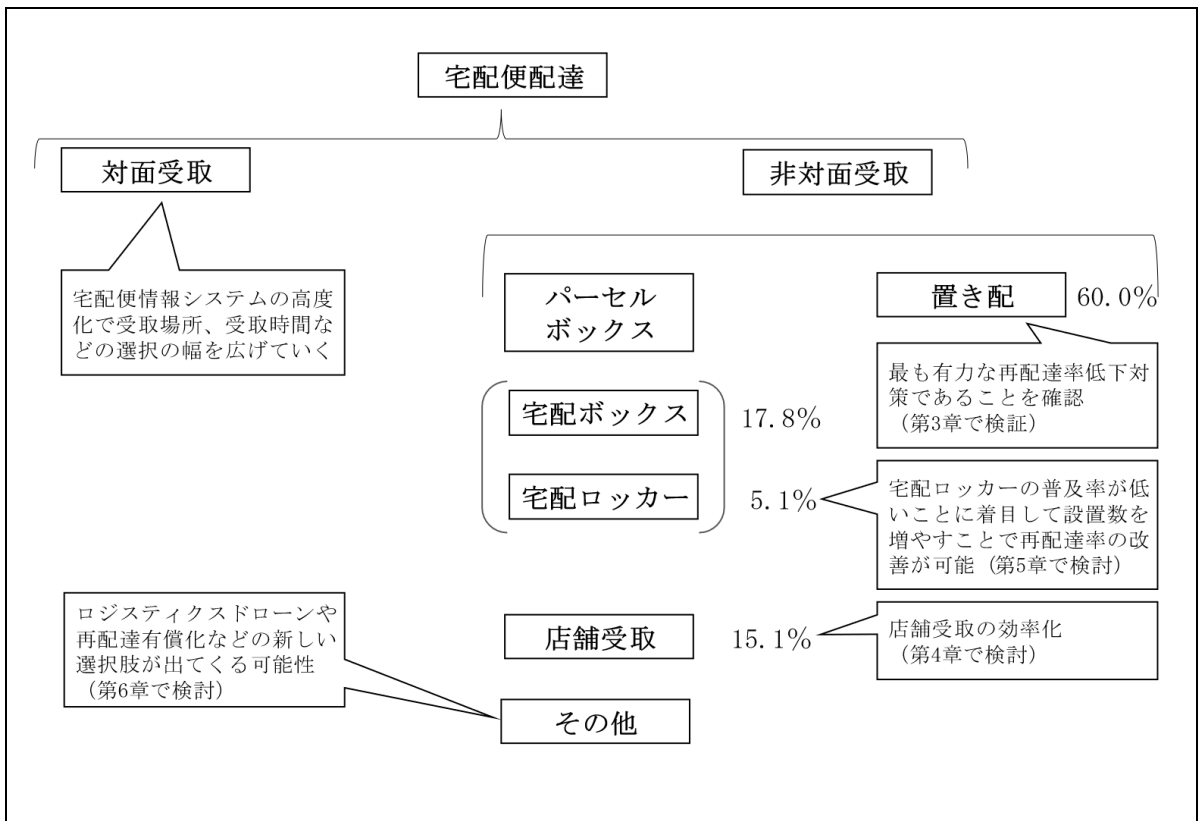


図 7.2 全体最適を念頭においた再配達ポートフォリオ

## 7.4 考察

以上、本章で作成したモデルから、不在再配達削減のためには、初期設定として置き配が最も相応しく多く利用される。置き配の導入には宅配便会社、利用者側共に新たな設備等が不要でスムーズな導入が可能である。ただし、セキュリティに関する問題があることから60.0%の利用となり、他の手段で補完することが必要となる。宅配ボックスの設置や既存の対策である店舗受取が有力な手段となる。自宅で不在時でも受取れるという置き配の利便性を保持しつつ、セキュリティに関するリスクを低減させたい者にとっては宅配ボックスの設置が望ましく、17.8%の利用となる。ただし、宅配ボックスの設置ができない場合も想定される。このように自宅に宅配ボックスの設置ができない者や、受取可能な店舗が近くにある者、店舗受取に慣れている者は、店舗受取の利用が想定され、15.1%の使用となっている。

置き配を宅配ボックスと店舗受取で補完することにより、全体の92.9%の対応が可能となる。ただし、第4章で指摘したように、店舗受取の主たる拠点であるコンビニの店舗は減少が予想される。そのため、5.1%の利用である宅配ロッカーを増設することにより補っていくことが重要であると考えられる。宅配ボックスの利用に抵抗がある者にとって、既存のコンビニなどに併設された宅配ボックスの使用などから推奨することが考えられる。

## 7.5 本章のまとめ

本章では不在再配達削減を前提に本研究で検討を続けてきた不在再配達削減策の選択枝の特性をフィードバックし、再配達削減の選択予測モデルを構築し、図7.2で基本的な枠組みを示した。

すなわち、不在再配達削減策としては、置き配、宅配ボックス、店舗受取、宅配ロッカー、その他に分けられる。本章でのシミュレーションの結果、玄関先への置き配が60.0%の場合、宅配ボックスが17.8%、店舗受取が15.1%であり、両者がほぼ同じくらいの比率で、その補完として5.1%の採用率となっている宅配ロッカーが使われることが明らかになった。その他とは、置き配における玄関以外の受取やロジスティクスドロンの活用などである。

なお、宅配ロッカーの使用率が宅配ボックスや店舗受取に比べて低くなっているため、宅配ロッカーを増やすことで再配達率をさらに削減できる可能性があることがシミュレーションの結果からも明らかになった。

## 参考文献

- [1] 林克彦, 現代物流産業論:ロジスティクス・プラットフォーム革新, 流通経済大学出版会, p.124, 2022年
- [2] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便の非対面受取に関する考察, 高千穂論叢第56巻第2号, pp.20-24, 2021年
- [3] 嘉瀬英昭, 鈴木邦成, 宅配便サービスの多様化に関する研究, 日本ホスピタリティ・マネジメント学会誌第30号, 日本ホスピタリティ・マネジメント学会学術・論文委員会編, pp.31-32, 2020年
- [4] 林克彦, 小型貨物を対象とした物流プラットフォーム構築に関する研究, 日交研シリーズ A (793), 日本交通政策研究会, pp.33, 2020年
- [5] 鈴木邦成, 中村康久, スマートサプライチェーンの設計と構築: 物流DXが起こす変化をつかむ, 白桃書房, pp.51-54, 2022年
- [6] 塚原康博, インターネット通販の拡大と宅配クライシス:再配達の有料化の実現可能性に関する調査研究, 情報通信学会誌第38巻第3号, 情報通信学会, pp.6-10, 2020年
- [7] 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議, 物流革新に向けた政策パッケージ, 内閣官房, p.12, 2023年

## 第 8 章 結論

### 8.1 本論文の結論

本研究では、宅配便システムの全体最適を念頭にこれまで補完的に考えられてきた不在再配達削減策について、現状策を見直し、効率化の検討を行った。

第 1 章は序論であり、本論文の目的と全体の構成を示した。

第 2 章では、最初に宅配便の不在再配達の問題の所在について明らかにした。これを踏まえて、再配達対策をモデル化し、実現のための工程と宅配便プロセス全体の見直しについて示した。その上で、不在再配達削減策である、置き配、宅配ボックス、店舗受取、宅配ロッカーについて、SWOT 分析を行い、その導入の理由と課題について明らかにした。以上を踏まえて、本論文の仮説を示した。

第 3 章では、宅配便の利用者に対して、置き配に関するアンケート調査およびテキストマイニング分析を行った。分析の結果、置き配は不在再配達削減効果があるが、全面的に利用するにはセキュリティ面でのリスクを認識しなければならないことが明らかになった。また、置き配でしか実現できない利便性も存在するが、この点についてもセキュリティに対する不安が解消されていないことが示された。これらを踏まえた宅配便会社の置き配の活用方針について検証した。置き配は初期設定としては有力視されているが、事業者にとっては不安定な対策であり、非対面でも配達できるという利便性を活かしてかつ確実な配達方法とするためには、宅配ボックスなどの他の方法と併せて利用する必要があることが示された。

第 4 章では、宅配便の店舗受取方式について、既存の方法について分析と考察を行い、改善スキームを提案した。通常の配送ネットワークとは別に、店舗配達専用のベースと配送網を設けることにより、効率的かつ計画的に配送可能となることを提案した。

第 5 章では、不在再配達の削減において一層の設置が必要とされるパーセルボックスについて、利用者側が求める類型を検討した。宅配便の荷姿寸法を踏まえ、利用者が購入したパーセルボックスの SNS レビューをテキストマイニングで分析した。この結果から、折り畳み型と設置型の宅配ボックスの効果的な設置スキームを示した。これらを踏まえて、より導入しやすいパーセルボックスの全体像を提案した。

第 6 章では、通常よりも多くの時間を要するタワーマンションへの不在再配

達について、ロジスティクスドローンを使用した場合のコストメリット並びに効果について検証した。効果測定の手法として、徒歩宅配と比較した場合のドローン宅配の稼働率、ドローンの導入コストについてモデル化を行った。その結果、ドローン宅配ではドローンの稼働率が高くなるにつれて配送コストは減少し、再配達率に応じて徒歩宅配コストを下回る限界稼働が存在することが示された。

第7章では、本論文で考察した一連の不在再配達削減策の改善について、考察と検証を総括し、再配達削減の選択予測モデルを構築し、基本的な枠組みを示した。すなわち、置き配の活用を基礎とし、宅配ボックス、店舗受取を筆頭的な補完手段として重視し、さらに宅配ロッカーがカバーするという構図を示した。また、タワーマンションへの再配達には、ドローンを導入することにより効率化できることを示した。

第8章では、本論文の結論として、宅配便の不在再配達削減のための受取方法について、置き配を主たる手段とし、宅配ボックス、店舗受取、宅配ロッカーなどを併せて活用することが必要であることを示した。不在再配達削減策の効率化を図るための全体最適化としては不在再配達削減策の割合を置き配を60.0%とし、宅配ボックスを17.8%、店舗受取を15.1%とし、さらにその補完として宅配ロッカーの採択率を5.1%とすることを示した。

ロジスティクスドローンでは再配達率が増加するにつれ、新規配達個数と再配達個数の和が増加することからロジスティクスドローンのコストメリットは顕著に現れ、再配達率がある程度大きいマンションほど、ドローンの稼働率が低い場合でもロジスティクスドローンのコストメリットが出やすくなる。

宅配ロッカーは将来的な設置増加が見込めることから再配達率のより一層の低下を推進するうえでは大きな役割を担う。