

# スマートシティ機能設計の模索について

～選果物流通を事例として～

山 本 裕\*  
諸 國 敬\*\*

## Abstract

This paper presents a comprehensive overview of a study focused on minimizing food loss and optimizing logistics in the agricultural supply chain, particularly in the context of smart city development. The study examines the challenges and opportunities associated with reducing food waste and improving distribution efficiency. It explores the lack of standardized data attributes to directly assess food loss conditions and highlights the need for a cross-domain data integration framework, such as the SIP Inter-Field Data Collaboration Platform, to enhance information sharing and utilization. The proposed framework aims to create tools that optimize information flow across various sectors, benefiting data providers, users, and market operators. The study reflects on the results and limitations of the research, emphasizing the importance of defining attribute data related to food loss factors. The study also suggests the potential benefits of leveraging technologies like blockchain and plasma sterilization to address challenges in the agricultural sector. Referenced literature and resources contribute to a holistic understanding of smart city development and logistics optimization. Moving forward, the study proposes a focus on optimizing peak shipment periods in the context of smart ports and highlights the potential economic benefits of peak shifting. The research underscores the significance of a connected ecosystem and the role of standardized data in advancing sustainable and efficient agricultural practices.

キーワード：スマートシティ、属性情報、選果、物流、食品ロス、流通ロス

Key Words : Smart city, attribute information, fruit selection, logistics, food loss,

---

\* 長崎県立大学経営学部教授 yamamoto@sun.ac.jp

\*\*長崎県立大学大学院学生・佐世安市役所 mr121008@sun.ac.jp

distribution loss

## はじめに

日本の将来の人口推計では、2020年の国勢調査によれば、50年後に現在の人口が約70%に減少し、65歳以上の人口が全体の約40%を占めると予測されている。この傾向は、長崎県立大学佐世保校の所在地である佐世保市においても見受けられ、2060年には現在の人口約25万人が15万人にまで減少すると予測されている。これに関連して、確認している影響は、中小企業等の事業継承ができず、廃業する中小企業が発生している等である。そのため人手不足に対応する社会経済活動の変化が必要と考えている。

社会機能の変革と維持<sup>1</sup>については、スマートシティ基盤の利用がデジタル田園都市国家構想等で提案されている [Pham, 2023]。スマートシティは、省エネルギー、生存基盤の最適化、省力化<sup>2</sup>、日常的な不満や生存基盤の持続可能化、新たなビジネス<sup>3</sup>を目指し、電気通信技術・情報通信技術を活用する2008年から提案されてきたコンセプトである [河野, 2019] [Francesco, 2020] [Shuyi, 2020]。これらの基盤を活用するためには課題があり、現在の社会全体の課題は、次の内容である。

「様々な情報について、紙媒体やPDFなど、人間には読みやすいが機械には読み取りづらい情報の流通を行い社会活動について実施している点があるため、それ相応の人間の介在を必要としている。この人間の介在そのものが今後の人口減少の社会において課題である。」

これを解決するためには、機械が読み取れる情報の把握と変換が必要である。これにより、情報の流通は人間の介在なしに行われ、人口減少の中でも社会機能の維持の可能性が生まれる。これが実現すれば、多くの社会プロセスで人間の思考や労力が大幅に省かれ、新たな社会が到来すると期待されている。

---

<sup>1</sup> Developing a smart port architecture and essential elements in the era of Industry 4.0: 港湾は環境への影響を最小限に抑えつつ効率を上げる必要性が増し、第4次産業革命の技術を取り入れたスマートポートが持続可能な方向性として注目されている。Web of Science からのデータを元にスマートポートの研究動向を分析し、デジタル化とその適用が主要なテーマであることを明らかにし、これによりスマートポートの将来的な研究方向に洞察を書いている。 <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2023.06.005> (2023/03/10アクセス)

<sup>2</sup> Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework: ブロックチェーン技術が海運業界を変革する兆しがある。競争優位を保つため海運企業が採用増している。しかし海運業界のブロックチェーン応用研究は限られ、特定セクターに偏っている。異なる視点から分析し、業界全体の採用を促進する新たな枠組み提案する研究。 <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1825855> (2023/03/12アクセス)

<sup>3</sup> Digital technologies and business opportunities for logistics centers in maritime supply chains: 新興デジタル技術の採用が、海上供給チェーンの物流センターに有益なビジネス機会をもたらすかを探究。 <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1802784> (2023/03/11アクセス)

また、長崎県では、さまざまな社会問題を解決するために、「スマートシティ基盤<sup>4</sup>」というスマートシティ用のコアシステムを日本で初めて「長崎県庁・長崎県内の全市町村などの全ての長崎県内地方公共団体での共同で利用」を開始した<sup>5</sup>。現在は各政府機関や市町村のオープンデータと連携し運用を行っている。また主な内容として各市町村が共通の課題<sup>6</sup>と感じている内容について先行し防災や観光産業振興に向けた機能拡充を進めている。今後は現場レベルの課題に合わせた機能拡充が期待されている。

本研究では、現場レベルの課題を「スマートシティ基盤」を利用し解決する一例を検討するため、どの様な情報を把握すればよいのか考察し提案を行っていく。具体的には、SDGsの観点より、フードロス削減を行うため、日本で最も出荷量が多い果物「みかん」を一例にとり考察する。みかんの生産や流通におけるスマートシティ機能を利用し社会変革に適応するために管理を必要とするデータ項目（変数）である「属性情報の定義」に焦点を当てる。スマートシティの実現は、我々の生活や働き方、経済活動全体に変革をもたらし、人口減少と高齢化が進む日本社会において、持続可能な未来を切り開く重要な要素となる。この研究は、その一端を担うものとして、具体的な実践と理論の提供に寄与することを目指す。

## 1. スマートシティ機能の模索について

### 1.1 本研究の背景と目的

20世紀初頭から、「持続可能な発展」や「持続可能な開発目標（SDGs）」などの持続性戦略が重視され、人類と自然環境が共存する社会のあり方が追求されてきた。この社会的な流れにおいて、電気通信や情報通信技術を利用した、エネルギー利用の効率化、個々の人々の生活基盤の最適化、日常生活の課題の解決など、様々な持続可能性を維持するための提案が行われている。また、スマートシティ機能が各地域で具体的に実装される際には、地域住民、企業、学校などといった様々なステークホルダーと開かれた関係を構築する必要がある。具体的には、どのような機能が必要なのか、その機能を実現するための管理情報をどのように定義するのか、スマートシティ・システム・インフラにどのような情報を持たせるかなど、各地域の特性に応じて検討する必要がある。また、スマートシティの構築において重要な課

<sup>4</sup> 自由にデータを交換するブローカー機能等を持ち接続が容易な基盤

<sup>5</sup> 全国で初めて都道府県単位で取り組んだことが新聞で紹介されている

<sup>6</sup> 令和4年度の取り組みとして観光分野については、「人流データ」、「県観光統計データ」、防災分野については、「各種センサーデータ（雨量、河川水位等）」等の取り組みを行うか否かの検討資料。

題の一つはデータの流通であり、データの流通を増やし、人手を介さずに簡単なデータの中継を可能にする仕組みを作ることが喫緊の課題である。

本研究の目的は、具体的なフィールドワークから特定の地域における必要性の高い社会機能を維持するための具体的なツール「スマートシティ基盤」の使用法に貢献する属性情報の整理と提案を明確に行うことである。ここでの「属性情報」は、「管理データ」、「システムデータ項目」、「変数」、「データセット中の各属性」、「意思決定要素」を意味する。情報システム上での社会活動の自動駆動を可能にするために必要な情報の定義について、まず現状管理している情報の把握を行い、流通情報の流れをデザインしなおす考察をすることで、社会機能の維持可能性を高める提案を行う。

## 1.2 地域の人口減に伴う社会サービス維持の検討方法

地域の人口減少が進行する中で、維持すべき社会機能が存在する。流通データ量、物流、持続可能性、広域での利用可能性、現場からのフィードバックの量など、多角的な視点からその機能を検討する必要がある。以下に、長崎県佐世保市のみかん産業を事例として、具体的な検討ポイント、どのような「属性情報」が社会基盤維持に関係性があるか説明する。これらのポイントは、今回の場合考慮すべき要素であり、多くのステークホルダーにとって検討方法の流れを確認できるものとする。

①データ流通と互換性のある物流等に関与していること<sup>7</sup> [澤沼徹, H19]。

※物流との連携があるため、データの定義について具体的に検討が可能である。また、現状把握しているデータについて、他の基準等と比較し差異を確認できる理由もある。提案された情報がシステム上でどの程度有効に機能するのかを評価するため、様々な場所で検討されている推奨データセットとも差異を確認する。

②「持続可能な開発目標（SDGs）」の視点から、食品ロスや流通ロスの削減に寄与すること。

※今回は、農林水産省が発表した2019年（令和元年）の全国の出荷量が最も多い果物であるみかんに焦点を当てる。また、長崎県はみかんの出荷量が全国5位である。

③データ属性の定義を行った場合、広域での利用可能性があること。

※長崎県では、日本国内で初めてスマートシティ用の「スマートシティ基盤」を県庁及び県内の全ての市町村で広域に利用しているため、本研究では長崎県に焦点を

<sup>7</sup> 物流改善データベースの構築と活用に関する研究：企業の物流改善成果は報告されるものの、整理されていない。改善事例からデータを抽出し、データベースを構築。このリレーショナル型データベースは事例検索など基本機能に加え、改善手法の把握や具体的なアイデアの発見が可能。また、データ項目間の関係から視野拡大や柔軟な発想を支援するツールとしても利用可能で、物流改善に効果的。

当てる。

④「スマートシティ基盤」との相互性が高く、オープンデータの取り組みにおけるデータ公開数が多い地域に焦点を当てる。

※今回の場合、長崎県下で最もオープンデータの公開数が多い佐世保市に焦点を当てる。

⑤ヒアリングなどを通じて具体的な管理情報を確認できること。

※本研究では、佐世保市果物場従事者等からヒアリングを実施し、実際の現場で必要とされる情報を収集する。

以上の事から、本研究では、長崎県佐世保市のみかんの流通に焦点を当て、具体的にはフードロス・流通ロス等の削減による社会基盤維持に必要な「属性情報」を検討する。

流通については、2020年の農林業センサスによれば、佐世保市のみかん産業は地域経済と雇用創出に重要な役割を果たしており、取引先は全国に広がっている。また、物流の観点から、選別、梱包、配送などの情報がデータ流通と高い互換性を持つと考えられる。

広域性の観点では佐世保市以外の長崎県内でもみかん栽培が盛んで、地域間の機能の相互利用広がりが見込める。現地調査は、佐世保市のみかん選果所を中心に行うこととする。属性情報の提案については、政府のウェブサイトや研究論文、報告書、ヒアリングからの情報を組み合わせ、省力化等の状況に関する改善提案を検討する。

## 2. 先行研究の紹介及び本研究の位置付け

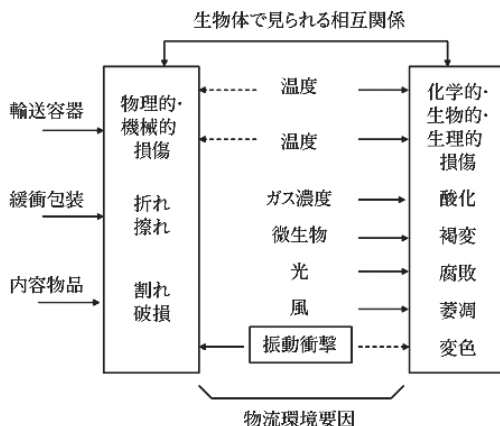
### 2.1 先行研究レビューと公的機関資料について

検索データベースを用い、検索期間を設定せず。検索キーワードは流通ロス、果実、データで設定し、複数のワードをいずれも満たすものを、「論文タイトルに含む」条件でAND検索した。この時、「属性項目」のキーワードについては検索結果が0件となるため、除外した。キーワードについて3件のヒットがあったが、検索結果として表示された論文のうち流通ロスの属性項目の定義に有用な論議をしているのは2件だけであった。具体的な内容として2論文について、農産加工・流通用機械生鮮青果物の流通ロス低減技術特集<sup>8</sup> [中村宣貴, 2018] では、青果物等の品質変動要因図の中で生体物の損傷相互関係のキーとして「湿度」、「温度」は物理



的機械的損傷及び化学・生理・生物的損傷に関係し、「ガス濃度」は酸化・熟成等、「微生物」による褐変、「光」による腐敗、「風」による萎凋、「振動衝撃」による破損が重要要因として説明されている。

図表1.1 品質変動要因図



出所：農業食料工学会誌 第80巻 第6号（2018）p375

また、野菜の最適貯蔵条件として「15℃における呼吸速度」、「最適貯蔵温度」、「最適貯蔵湿度」、「貯蔵可能期間」、熟成に関係のある「エチレンガス生成速度」、「エチレンガス感受性」、「最適酸素条件」、「最適二酸化炭素条件」等があった。

各条件について掘り下げ、農業従事機関の資料を確認した。みかんの最適貯蔵条件については、福岡県農林業総合試験場において青果物の鮮度に関する実験結果<sup>9</sup>が公表されており、国内配達における短い期間の輸送などの同一条件であれば「エチレンガス」の濃度が高くなる事は少ないため、影響は少ない事が確認できた。ただし、農畜産業振興機構の調査・報告 [椎名武夫, 2016]<sup>10</sup>では長期貯蔵において「エチレンガス」の影響について考慮が必要であり、最も留意すべきは、選果において、

<sup>8</sup> 農産加工・流通用機械 生鮮青果物の流通ロス低減技術：「TPP11協定」による新たな経済圏誕生が予測され、経済政策目標として輸出促進が重要視されている。食品輸出では農林水産物の戦略的推進があり、青果物輸出は増加が期待される一方、品質劣化とロスが問題。流通環境や物理的・生理的要因により品質低下が生じ、貯蔵環境も品目により異なる。この文脈で、適切な技術と設備、特に温度管理と振動・衝撃の緩和に焦点を当てて紹介されている。

<sup>9</sup> 国産農産物のアジアへの販路拡大には海上輸送が重要。コスト効率を考慮しコンテナ満載が求められるが、混載が一般的。品目や品種により輸送条件異なり、最適温度や特性情報必要。福岡県の農産物に着目し、輸送条件の特性調査を実施し、「輸出向け農産物の品質保持の手引き」作成。県産農産物の輸出支援への貢献を目的とした資料。

<sup>10</sup> 野菜の品質保持技術について：青果物は他の生鮮食品と比べ、収穫後も生命活動が続くため品質保持が難しい。温度、湿度、ガス組成が品質に影響。最適条件として3環境因子と予冷、包装技術を紹介。輸送モードの特徴と輸出促進のための新技術事例も提案。

<https://www.alic.go.jp/content/000128110.pdf> (2023/03/10アクセス)

傷果によるカビの発生である事も確認できた。カビ事態については解決策が一定示されており、殺菌技術によるカビの除去促進について農畜産業振興機構の調査・報告にて触れてある。また、その他傷果は振動により発生がしやすいことも確認でき、論文中では振動を減衰する対処法などにも触れてある。青果物の輸送時の振動損傷に関する研究の現状<sup>11</sup> [中村宣貴, 2019] では青果物流通における品質低下・ロスの原因の一つである振動について取りまとめを行っている。また、発生する損傷の種類について米国農務省のサイトを参考にし「Abrasion」、「Bruising」、「Distortion」、「Crack」、「Puncture」、「Shatter Cracks」、「Skinning and Feathering」、「Split」、「Stem and Tearing」、「Swell-cracking」の10種類と定義していることを確認した。他1件の論文、食品ロスを考える視点と米国での取組の現状 [山本憲孝, 1999]<sup>12</sup> については、食品ロスについて現状把握が必要であると論文において整理している。その他、現在公的機関で検討がなされている内容についても確認を行った。

内閣府 HP「戦略的イノベーション創造プログラム」では物流におけるデータの標準化を目指すものとして物流情報標準ガイドラインを作成し2021年10月15日に初版を発行している。現在の最新版は ver. 2.01は2023年03月01日<sup>13</sup>に更新されている。運送計画や集荷、入出庫、配達といった物流プロセスで用いるメッセージ、データ項目の標準形式を定めている。ガイドラインの活用により、データの統一化が進み、物流の効率化を目標としている。物流情報標準共有マスターデータ一覧や物流情報標準データ項目において、配送に必要な共通項目はあったものの、食品・流通ロスに関係があるものとして、「冷凍・冷蔵設備有無」、「業界固有コード分類」などさらには、関係性がある属性情報は定義されていなかった。

持続可能な物流の実現に向けた検討会における検討状況（令和5年3月経済産業省・国土交通省・農林水産省）報告資料<sup>14</sup>では道路貨物運送業の運転従事者数の推移が15年間で従事者が24.8万人減る事が明記され、さらに、依頼件数は増加し続け

<sup>11</sup> 青果物の輸送時の振動損傷に関する研究の現状：冷蔵流通の進化により、生鮮農産物の遠距離輸送が可能となった。しかしこれにより振動による物理的損傷が発生し、農産物の品質や価値低下が懸念される。従って、輸送時の物理的損傷を軽減する必要がある、最近の技術進歩により輸送条件に関する詳細なデータが収集されている。輸送中の振動による農産物への損傷に関する研究を概観し、流通損失を削減し品質向上を図る方法を議論。<https://doi.org/10.3136/nskkk.66.397> (2023/03/26アクセス)

<sup>12</sup> 食品ロスを考える視点と米国での取組の現状：品ロス削減の重要性と、食品廃棄が合理的行動とされるコストについて探求。政府報告で飢餓や浪費が問題とされ、米国と日本の食品ロス対策の違いを比較。米国は市民運動と政府連携で法整備や統計公表を実施。日本は環境問題としての認識。食品ロス問題は経済や実証分析を含む多面的な側面があり、フードシステム的アプローチで解決を期待する内容。<https://doi.org/10.5874/jfsr.6.63> (2023/03/26アクセス)

<sup>13</sup> 「物流・商流データ基盤」の構築により、業界毎の特徴を生かし、セキュリティが確保されたデータ基盤を通じて物流の効率化と生産性向上を図る。提供されるサービスには共同運送や保管、検品レス、バス予約などが含まれ、データの統一化を通じて共同輸送や保管を容易にし、物流効率化を進める目的。ガイドラインは、標準メッセージレイアウト、共有マスタ、データ項目一覧の3つの標準で構成され、物流プロセスを効果的にサポートする目的がある。

ている観点から早急に持続可能な物流の実現が必要である事が確認できた。また、食品・流通ロスに関わる属性情報は定義されていなかった。

また、社会機能の維持に関係し、次の資料の確認も行った。消費者庁食品ロス削減関係参考資料<sup>15</sup>では農林水産省・環境省「平成30年度推計」食品ロスは600万トンあり製造・流通・調理の過程で発生する「規格外品」、「返品」、「売れ残り」などが食品ロスになる事が確認できた。関係性がある属性情報は定義されていなかったが、食品流通業界の商慣習等により、「納品期限」や「販売期限」を過ぎた食品の多くが賞味期限前に廃棄されている実態が確認できた。これに対しフードシェアで食品ロスを減らす仕組みを考え試験的に取り組んでいる地域がある事が紹介されている。この実態から「規格外品破棄」、「返品破棄」、「売れ残り廃棄」、「納品期限による破棄」、「販売期限による破棄」も属性情報は定義が必要だと考えられる。

## 2.2 本研究の位置づけ

上記を考慮し、先行研究に対する本研究の位置づけとして、社会活動の仕組み（この論文場合選果の輸送時の流通ロス低減につながるもの）が情報システム上で自動駆動できるように助力する。そのために定義する必要がある要因をデータとして記録するため、先行研究のレビュー、選果食品ロスの因子に追加して標準データセットに加える属性情報を提案する位置づけとする。

属性情報を定義することにより、生産から消費までの過程がより詳細に状況把握が可能となる。そのため改善の可能性が向上すると考える。

## 2.3 ヒアリング等から管理情報について現状確認

今回のヒアリングでは選果場等へヒアリングを試みた。またヒアリング以外にみかん等の選別機について情報を収集した。選別機については光センサーを用いたものを限定した。選別情報は「糖度センサー度」、「熟度」、「内部障害」、「大きさ」、「色・外観」の状態分けを行うことができ、この状態分けを行うには様々な属性情報を取得し特定の数式モデルで選別を行っていると考えたためである。光センサーの選別機に絞った理由としては、近年のビッグデータ分析と相性の良い人工知能技術であるディープラーニングにおいて、画像認識機能が飛躍的に向上し、省力化を

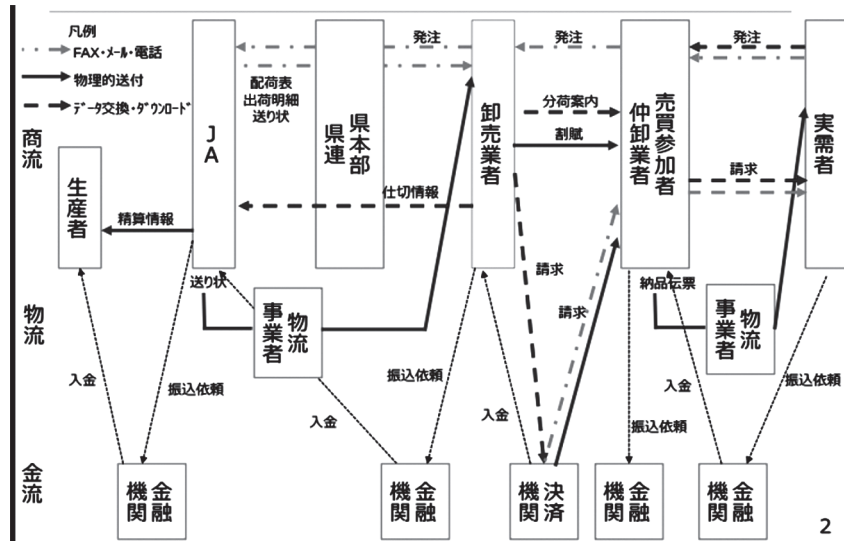
<sup>14</sup> 物流分野における労働力不足が近年顕在化しており、トラックドライバーが不足していると感じている企業は増加傾向である。年齢構成は全産業平均より若年層と高齢層の割合が低く、中年層の割合が高いほか、労働時間も全産業平均より約2割長い現状を確認し、対策を検討する会議資料。

<sup>15</sup> 食品ロス量は年間600万トン（平成30年度推計）≒国連世界食糧計画（WFP）による食料援助量（約420万トン）の1.4倍であり、毎日大型（10トン）トラック約1,640台分を廃棄している。年間1人当たりの食品ロス量は47kgであり、年間1人当たりの米の消費量（約54kg）に近い量であると報告する資料。



大きく担う可能性が大きい急成長分野が理由である。ヒアリングはJAながさき西海みかん選果所（以下選果所）のご協力をいただいた。選果所では、現在どの様な情報を管理、認知し出荷の判断に利用しているのか、またデータ項目の標準化については対応を考えているのかヒアリングを行った。ヒアリングに利用した内容は農林水産省にて策定された「青果物流通標準化ガイドライン」<sup>16</sup>の項目、ベジフルコード<sup>17</sup>及び腐敗要素<sup>1</sup>の項目等について、現在の課題を含め確認した。

図表2.1 ベジフルコード利用時の全体俯瞰図



出所：コード、情報伝達の現状と標準化の方向性について  
農林水産省新事業食品産業部食品流通課資料

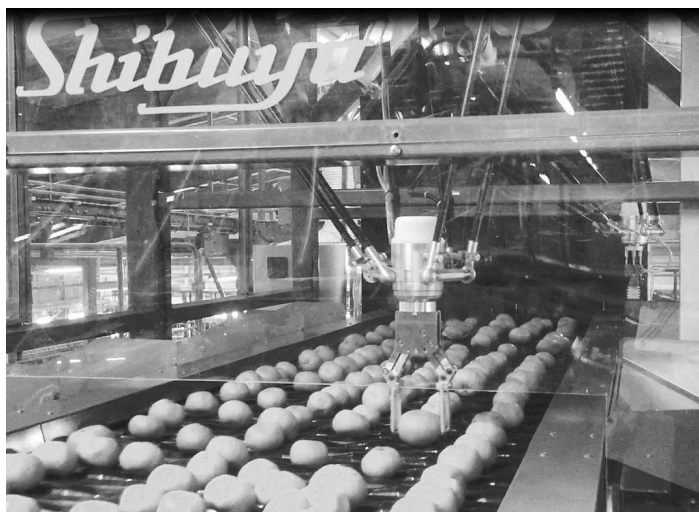
まず、喫緊の課題は省力化及び収益の向上であった。農業従事者の年齢が徐々に高齢化しており、省力化および稼げる農業化を行っていかなければ、従事者の確保が将来的に難しいと感じているとヒアリングできた。これらに関連し、そのため選果場では機械化が進められ、光選機能を用いた糖度選別が行えるみかん選別機の導入を行い、以後出荷・栽培量の拡大、糖度選別による高品質化による単価の引き上げを計画的に続けている。また近年スマート農業技術の実証プロジェクトとして産

<sup>16</sup> 「食品などの流通の合理化について」における、青果物流通標準化検討会が作成。令和3年6月に閣議決定された「総合物流施策大綱（2021年度～2025年度）」において、取り組むべき施策として「物流DXや物流標準化の推進によるサプライチェーン全体の徹底した最適化（簡素で滑らかな物流の実現）」が挙げられており、個社や業界、官民の垣根を越え、長期的視点でその課題や推進方策を議論・検討する「官民物流標準化懇談会」が設置され、青果物流通においても標準化の取組を推進し、物流標準化の現状と今後の対応の方向性について関係者が集まり、議論・検討する場を設けることを目的として、「青果物流通標準化検討会」を設置されガイドラインが作成された。強靱で持続可能な物流ネットワークの構築（強くてしなやかな物流の実現）を目指している。

<sup>17</sup> ベジフルコード、情報伝達の現状と標準化の方向性について令和4年2月4日農林水産省 大臣官房新事業・食品産業部 食品流通課資料：青果物流通全体の情報の流れを整理し、コードとして検討すべき事項を整理している資料。

地で蓄積した園地毎の果実品質・出荷・気象等のデータを活用し、果実品質の推移や病害発生予測、ロボット搭載型プレ選果システムによる選果等の情報を携帯端末で共有できる温州みかん生産出荷一貫体系技術を実証等も行い、高品質、省力化栽培に向け、取り組んでいる。

図表2.2 「西海みかん」のデータ駆動型スマート農業技術  
一貫体系実証の取組み

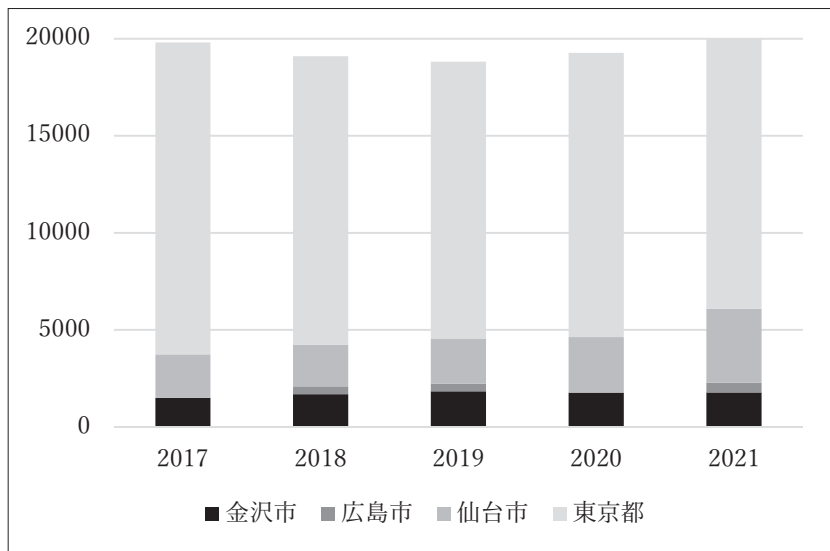


出所：選果所部会の取組み <https://saikaimikan.com/efforts/>

その他、農薬散布の効率化のために大型の農薬散布機や、高品質化のために、雨量が多い時期に地面の水分量を低減させるためマルチシートを展開する取組みを確認できた。出荷量について、農林水産省オープンデータをデータクレンジングし、出荷傾向を確認した。コロナ禍等の影響で一時的に出荷量は落ちているものの、長崎県全体で増加傾向と確認した。選果所でもこの傾向と同様で、今後出荷量を増加させる計画であり、栽培面積の増加を行っている。また、当初の設計上の選果場出荷許容量をオーバーする可能性が出てきており、出荷量のデマンドを確保するための対策について検討余地がある事も伺うことができた。

そのうえで、例えば収益を押し下げることが発生している主な要因は何か尋ねたところ輸送時に発生する「結露等」で、出荷中のみかんを収納する段ボールが強度を失い、時に段ボールがつぶれ、選果に傷がつく事や、カビが発生する事により販売単価が下がる等が確認できた。この輸送時の販売単価低減に関する情報は、流通ロス・食品ロスに一部関係すると考える。さらに、食品ロスに關係すると仮定し、腐敗や廃棄されている重量等について把握しているのか、伺ったところ詳細の重量について全体を把握しているわけではないが、流通の際に破棄されるものがどうし

図表2.3 長崎県全体のみかん出荷量



出所：農林水産省 青果物卸売市場調査

でも存在している事自体は把握していることが確認できた。また、省力化について関係性があると考えられる情報についてヒアリングを行った。糖度選別機に保持されている情報、現在紙で管理している入出庫情報があり、これらは青果物標準品名コードや青果物流通標準化ガイドライン等を含め、基本的に現在データ流通上で流通の必要性が検討されている属性情報は管理されていることが確認できた。具体的に電子化がまだ行われていない内容として最も省力化に貢献できる可能性が高い内容は、納品書等の管理内容であり、管理用データコードの作成が必要だと考えられる。

販売の流れの中で最も関心があったものについては、出荷先の卸売市場においてサンプルを確認するときに、品質が下がったものが検出されると売単価が下がることに関心があった。農業に関わるステークホルダー全体の利益を押し下げることになってしまうために、極力品質が下がる腐敗品や破棄品が出ないようにしたいと課題を現場確認できた。湿度管理等で結露を防げる可能性があるため、ヒアリング時にコンテナ輸送であれば、リーファー・コンテナ（冷凍冷蔵用のコンテナ）を利用した湿度・温度管理により一定対策効果が見込めるかもしれないことを情報提供した。また、近年プラズマ<sup>18</sup>等の殺菌技術を利用した鮮度保持技術〔柳生義人、

<sup>18</sup> 果物や野菜に残留する農薬が大きな問題となっており、これまでの化学薬品を用いた農産物や魚介類の殺菌や防カビ方法の代わりに、毒性・残留性の無い酸素プラズマ・ラジカルを用いた新しい殺菌・鮮度維持方法が研究されている。また、植物の種子に付着している病原性細菌による農産物の被害が多く報告されている。この種子上の細菌をプラズマによる殺菌も行われている。

2013] [高木浩一, 2018] [川添泰輔, 2019]<sup>19</sup>の開発、海上輸送<sup>20</sup>の検討等も行われているので、こちら情報提供を行った。

図表2.4 リーファー・コンテナ内での農産物鮮度保持実験



出所：九州大学大学院プラズマ応用理工学研究グループ HP  
<http://appl.aees.kyushu-u.ac.jp/Research1.html>

## 2.4 国や農業機関の資料について現状確認

国や農業機関等の検討しているデータセットの資料、出荷データの農業のデータ連携を研究している機関（WAGRI）<sup>21</sup>において237件の提供、API（属性データ等の入出力）<sup>22</sup>について流通を可能としデータ連携基盤を稼働していることを確認した。詳細の内容についてAPI利用マニュアルから食品ロス・流通ロスについて確認を行ったところ直接的に食品ロスの状態を確認するために必要な属性データにつ

<sup>19</sup> 加湿とエチレンガス除去による鮮度保持、排気される風を利用し湿度発生（加湿）、光触媒にLED光線（紫外線）を照射することにより、青果から発生するエチレンガスを分解・除去、空気除菌・抗菌し、空気を循環させる技術。P59非熱電場技術を用いた輸送、冷蔵庫内に、トランスによって昇圧したAC（交流）の高電圧（3,000～7,000V）を通電させ、食材に印加させる。高圧放電に伴うオゾン発生による一般生菌抑制による腐敗抑制、電場技術に加え、コンテナの庫内温度を精密にコントロールするための各種センサーとファンによる温度制御を導入し凍結抑制効果による非凍結による低温長期鮮度保持、畜産物については、アミノ酸増加による熟成効果あり。

<sup>20</sup> 日本の農産物・食品の輸出拡大には品質保持や物流コスト低減が重要。海上輸送はコスト面で有利だが、鮮度保持が課題。本書は事例や技術をまとめ、生産者や事業者の輸出拡大を支援する。包装技術協会の協力もあり。

<sup>21</sup> 農業データ連携基盤（WAGRI）、オープンAPI、スマートフードチェーンプラットフォームなどのデータをフル活用した農業の実現に向けた取組等を紹介

<sup>22</sup> API（Application Programming Interface）とは、接続先のOSを呼び出すことや互いのソフトウェアやアプリケーション機能の一部を共有すること。APIを通じて連携をすることで、アプリケーション機能を拡張させ、双方のアプリが更に便利になることがメリット。



いては確認することができなかった。違う分野ごとに取得情報が分割されているため、農業分野や物流分野ではない分野として情報が保管されている可能性はあるが現在確認ができなかった。これらの情報の確認コストがかかる内容について国の流れとしては SIP 分野間データ連携基盤<sup>23</sup>として、様々な分野を超えてデータの発見と利用ができる仕組みを構築することを目的とし社会全体の情報流通の最適化を行うツールを開発しようとしている。これにより、データ提供者にはデータが活用される機会を創出でき、データ提供までの利用調整が軽減される。データ利用者には異なる分野 / 組織のデータが見つけやすく、使いやすくなり、新しいデータの利用

送り状について	売買仕切書	情報伝達
1. 出荷年月日	1. 出荷者コード ※ J A コード	1. 青果物標準品名コード ※ ベジフルコード
2. 送り状ナンバー	2. 出荷者名	2. 県連、J A、市場の事業者コード
3. 市場コード	3. 仕切書ナンバー	
4. 卸売業者名	4. 売立日	
5. 品名コード	5. 出荷日	
6. 品名	6. 送り状ナンバー	
7. 出荷者コード ※ J A コード	7. 品名コード	
8. 出荷者名	8. 品名 ※ 軽減税率対象である旨	
9. 荷姿	9. 荷姿	
10. 量目	10. 量目	
11. 等階級	11. 等階級	
12. 数量	12. 数量	
13. 輸送手段	13. 単価	
14. 輸送会社	14. 合計 (税抜・税込)	
	15. 消費税額 (8%)	
	16. 消費税額 (10%)	
	17. 委託手数料 (税抜)	
	18. 差引仕切金額	
	19. 登録番号	

<sup>23</sup> SIP 第 2 期の分野間データ連携基盤技術開発では、分野を超えたデータの発見と利用を可能にするジャッパ (CADDE) を提案。CADDE は各分野の特性に合わせてデータ流通を分散的に連邦化するアーキテクチャで、コネクターを通じてデータ交換が行われ、認証認可や契約管理などの機能も組み込まれる想定。



時のコストが低減される。データ市場運営者にはデータリソースの管理負荷が軽減される。国際的なデータ流通に対しては国際基準に準じた仕組みでデータ流通できるツールを目指し開発を行っている。この流れの中で何の情報流すのか、どのような状態で流通させるのか物流情報標準ガイドラインを構築している。まずは大きな枠組みの標準化であるため、細かい現場ですぐ使えるような課題にフィットしたデータ項目については今後検討される可能性が高いと考えられる。

ただし、納品書などの電子化がヒアリングで行われていなかった内容等「送り状」、「売買仕切書」及び「情報伝達」については標準化の検討がなされている。具体的に紙や電話、FAX などの手段ではなく、帳票の電子化や帳票にQRコード等を記載することにより、検品等の業務の負荷の軽減を図りデジタル処理で業務が完結することを目指している。

### 3. 研究の結果及び限界等

#### 3.1 研究の結果及び限界

本研究を通じて、様々な場所で検討されている推奨データセットと差異を確認した。フードロス削減のために必要と考えられる、規格外品破棄、返品破棄、売れ残り廃棄、納品期限による破棄、販売期限による破棄等の「破棄理由」、「湿度」、「温度」、「ガス濃度」、「腐敗の有無」、「萎凋の有無」、「振動衝撃度合い」、「損傷の種類」、「損傷の原因」、「最適貯蔵条件達成の有無」について属性項目が定義されていない事が確認できた。これらの結果は、研究テーマである選果物流通を事例としたスマートシティ機能検討において問題把握から解決策実装までの流れと必要機能を明確化し理解する一助となる。また、研究の意義や影響として、省力化において、喫緊の課題であるデータの流通を増やし、人手を介さずに簡単なデータの中継を可能にする仕組みを作ることが有用な可能性を示した。また、考えうる影響としては、選果所でヒアリングした課題である、省力化および稼げる農業化を行っていかねければ、従事者の確保が将来的に難しくなる課題について、食品ロス低減により販売単価が上昇し、儲ける農業の推進に寄与うることで解決策になりうる可能性を示した。

これらの結果は、スマートシティが、電気通信技術・情報通信技術を活用し、省エネルギー、生存基盤の最適化、省力化、日常的な不満や生存基盤の持続可能性を目指し、日々進歩を続けていることが無駄ではないことを示している。また、これらの確認までには、全体を俯瞰してみる大きな枠組みからのアプローチと実装に近

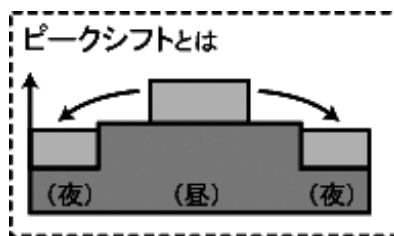
い現場からのアプローチ双方のステークホルダーをうまく巻き込み情報を整理する必要があることを示唆しており、スマートシティを推進する我々の理解を一段と深めるものである。

本研究はいくつかの制約については、特に、食品ロスの属性項目の実測データについて、誰もが分析できる状態で大量のデータを蓄積している状態について確認ができなかったため、その後の因果関係分析などができない点がある。そのため本論文の結果の解釈に影響を与える可能性がある。

### 3.2 研究の今後

今後の研究では、みかんの出荷のピークシフトに焦点を当て、流通の仕組みをデザインすることを提案する。理由として、農作物のため出荷時期が重なってしまうことは避けられないが、選果場の出荷処理許容量を超える恐れがあるとヒアリングで確認しており、出荷量のピーク値を上げることは選果場のプラント維持、場合によりグランドデザインからの見直しを伴う。グランドデザインの見直しではプラントの再建設が必要となる場合もあるため、コスト高を招く。これらの問題は、本論文の研究過程で明らかになったものであり、スマートシティ機能による食品ロスの削減に関する理解をさらに深める可能性がある。近しい概念における他分野でのピークシフトにおける経済的メリットは電力会社の業界にてヒントがある。アイデアとして流用できる可能性が高いため解説をつける。電力プラント管理におけるピークシフトは、ピーク時に必要な電力カバー瞬発力に必要なプラント建設費そのものを抑制する効果があると広く知られている。

図3.1 電力コントロールにおけるピークシフト概念



出所：九州電力サステナビリティ HP：

[https://www.kyuden.co.jp/environment\\_booklet\\_action-report00\\_06.html](https://www.kyuden.co.jp/environment_booklet_action-report00_06.html)

電力プラント管理におけるピークシフトの概念を利用すれば、みかんの出荷時期について殺菌保存技術などを用い平準化の実行可能性が出てくる。また、通常みかんが出回らない時期にみかんを出荷することにより、市場原理における需要と供給

の関係から単価上昇の可能性もある。

最終的に、本研究は（研究の全体的な意義や影響）を明らかにした。我々の目的は、具体的なフィールドワークから特定の地域における必要性の高い社会機能を維持するための具体的なツール「スマートシティ基盤」の使用方法に貢献する属性情報の整理と提案を明確に行うことである。この研究における目的は、「破棄理由」、「湿度」、「温度」、「ガス濃度」、「腐敗の有無」、「萎凋の有無」、「振動衝撃度合い」、「損傷の種類」、「損傷の原因」、「最適貯蔵条件達成の有無」の属性項目の提案によりに達した。これらの結果は、スマートシティ機能による省力化、最適化等の当初のコンセプト理解を深め、新たな研究の方向性を示すものであり、本研究が有意義であったことを確認できたと考える。

### 参考文献

- FrancescoGiovanni,Nicoletta,Francesco. (2020). Digital technologies and business opportunities for logistics centres in maritime supply chains. *The flagship journal of international shipping and port research* Volume 48, 2021 - Issue 4.
- PhamYenThi. (2023). A smart port development: Systematic literature and bibliometric analysis. *The Asian Journal of Shipping and Logistics* Volume 39, Issue 3, September 2023, Pages 57-62.
- ShuyiJasmine. (2020). Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework. *The flagship journal of international shipping and port research* Volume 48, 2021 - Issue 6.
- 川添泰輔. (2019). 大気圧空気プラズマを用いた農産物殺菌のための最適オゾンC T値についての研究. 九州大学学術情報リポジトリ.
- 河野通長. (2019). スマートシティモデルで拓く未来社会：まちづくりを超えて成長エンジンへと深化するスマートシティ. Amazon Kindle.
- 澤沼徹. (2007). 物流改善データベースの構築と活用に関する研究. 日本物流学会誌第15号.
- 椎名武夫. (2016). 野菜の品質保持技術について. 独立行政法人農畜産業振興機構.
- 高木浩一. (2018). 高電圧・プラズマの農業・水産・食品分野への利用. 応用物理87巻(2018) 8号(書誌).
- 中村宣貴. (2018). 農産加工・流通用機械 生鮮青果物の流通ロス低減技術. 農業食料工学会誌第80巻第6号.
- 中村宣貴. (2019). 青果物の輸送時の振動損傷に関する研究の現状. 日本食品科学工学会誌.
- 柳生義人. (2013). 大気圧ガスプラズマを用いた農作物の殺菌特性. 平成25年度 電気関係学会九州支部連合大会.
- 山本憲孝. (1999). 食品ロスを考える視点と米国での取組の現状. フードシステム研究.

### <資料>

食品ロス削減関係参考資料：[https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer\\_policy/information/food\\_loss/efforts/assets/efforts\\_210826\\_0001.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/assets/efforts_210826_0001.pdf) (2023/3/30アクセス)

- 情報標準ガイドライン一覧：<https://www.lisc.or.jp/guideline/>（2023/03/2アクセス）
- 持続可能な物流の実現に向けた検討会における検討状況令和5年3月経済産業省・国土交通省・農林水産省（資料9）：<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/attach/pdf/butoryu-244.pdf>（2023/3/30アクセス）
- 青果物流通標準化検討会ガイドライン：<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/butoryu.html>（2023/3/30アクセス）
- 青果物標準品名コード（ベジフルコード）、情報伝達の現状と標準化の方向性について令和4年2月4日農林水産省 大臣官房新事業・食品産業部 食品流通課資料：<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/attach/pdf/butoryu-111.pdf>（2023/3/01アクセス）
- 青果物卸売市場調査確報（統計表一覧）青果物卸売市場調査報告（産地別）R3～H29  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/seika\\_orosi/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/seika_orosi/index.html)（2023/2/19アクセス）
- 「つながる長崎」データ連携基盤：<https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/shigoto-sangyo/johoka-it/link-nagasaki/index.html>（2022/06/24アクセス）
- データ連携基盤の活用について：<https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2022/06/1655952546.pdf>（2022/05/31アクセス）
- 農林水産省 HP「食品などの流通の合理化について」における、青果物流通標準化検討会資料：<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/butoryu.html>（2023/3/30アクセス）
- 農産物や種子のプラズマ殺菌研究：<http://appl.aees.kyushu-u.ac.jp/Research1.html>（2020/7/13アクセス）
- 農林水産物・食品輸出の手引き：[https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi\\_zirei/attach/pdf/index-6.pdf](https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi_zirei/attach/pdf/index-6.pdf)（2023/2/4アクセス）
- 農林水産物・食品輸出の手引き [https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi\\_zirei/attach/pdf/index-6.pdf](https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi_zirei/attach/pdf/index-6.pdf)（2023/2/4アクセス）
- 農林水産省スマート農業：<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/#wagri>（2023/3/30アクセス）
- 分野間データ連携基盤：<https://sip-cyber-x.jp/>（2022/12/15アクセス）
- 令和4年度におけるデータ連携基盤の取組テーマについて：<https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2022/05/1653978647.pdf>（2022/05/31アクセス）
- 輸出向け農産物の品質保持の手引き：<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/fukyu/yusou/all.pdf>（2023/03/26アクセス）
- WAGRI API 一覧 [https://wagri.naro.go.jp/wagri\\_api/](https://wagri.naro.go.jp/wagri_api/)（2023/3/30アクセス）