

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期

# スマート物流サービス 最終成果報告書

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

港湾空港技術研究所

SIP スマート物流サービス 研究推進法人

# 目次

## SIPスマート物流サービス最終成果報告書

巻頭言 .....	2
<b>第1章 研究開発の概要及び総括 .....</b>	<b>3</b>
<b>第2章 各領域・ユニットでの取り組み</b>	
<b>物流・商流データ基盤に関する技術概要 .....</b>	<b>13</b>
データの標準化（物流情報標準ガイドライン） .....	19
要素基礎技術の開発 .....	29
グローバルベンチマーク .....	43
業種等データ基盤構築技術	
地域物流データ基盤 .....	49
リテールデータ基盤 .....	61
医療機器データ基盤 .....	83
医療材料データ基盤 .....	91
アパレルデータ基盤 .....	103
横断的ビッグデータ利活用技術 .....	111
<b>自動データ収集技術に関する概要 .....</b>	<b>121</b>
スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術 .....	123
荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発 .....	131
荷姿ラベルの活用による検品省力化と伝票レス化の実現 .....	139
画像認識などによるバースにおける車両出入りおよび積み降ろし作業の自動データ収集システムの開発 .....	145
省人化及び人材定着に資する専属便の組み合わせ配送に向けたデータ収集技術 .....	153
アンチコリジョン機能を有する高效率な自動認識タグの開発 .....	157
物流の課題に資する印刷型フレキシブルセンシングデバイスの開発 .....	161
フレキシブルに設置可能なケーブルアンテナ、棚アンテナの開発 .....	167
<b>第3章 課題の運営</b>	
3-1 研究開発予算・研究開発体制 .....	173
3-2 研究推進法人 .....	181
3-3 ピアレビュー .....	185
3-4 SIP課題間の連携 .....	187
3-5 府省連携 .....	189
3-6 国際連携 .....	193
3-7 知財関連活動 .....	197
3-8 研究開発成果の発信 .....	199
3-9 今後の運営体制 .....	205
参考資料	
課題業務経過 .....	213

## 巻頭言

「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」は内閣府の総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が司令塔機能を発揮して、日本経済にとって重要なイノベーションを実現するため、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを視野に入れた取り組みを推進するものです。スマート物流サービス(以下本課題)は本課題第2期の12ある課題の1つとして、2018年4月にスタートしました。

物流は日常生活になくてはならない重要な社会インフラですが、日本では他産業に比べて労働環境の改善が遅れていることもあり、労働力不足が深刻になっています。また、近年の電子商取引市場の拡大に加え、物流の少量多頻度化が加速し、荷物があるのに運び手がない「物流クライシス」が顕在化しつつあります。これに対し、日本企業も自社や業界内での物流生産性向上に尽力されていますが、顕在化した問題の解決に手一杯の状態、「全体最適」に向け、日本全体でのパラダイムシフトが必要な局面を迎えています。

海外では、一部プラットフォーマーがインターネット領域だけではなく、自社リソースを使ってフィジカルなシェアリングサービスを展開する動きや、政府主導で都市レベルでの自動運転等のインフラ整備が進められる等、近年「フィジカルインターネット」といわれる「全体最適」を目指す動きが加速しています。しかしながら、これらの施策は概念や実験の域に留まっているものが多く、また、一部のプラットフォーマーや政府による全体システム化は、中長期的には持続性や柔軟性に欠けるのではないかと考えます。

本課題は、研究開発項目(A)として物流・商流データ基盤を研究開発しました。これは、「Society5.0」の概念であるサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させると同時に、これまで日本経済を切磋琢磨して支えてきた企業が「全体最適」を目指し、データ連携や標準化を通して協調領域の中で社会課題の解決を目指すシステムです。実証実験を含め、メーカー・卸・小売・物流といった100を優に超える企業が研究開発に参画し、これまで日本のサプライチェーンで論じられてきた「総論賛成、各論反対」の壁を越え、かつてない規模の物流プロジェクトとなり、先行する業種での社会実装を果たしました。また、研究開発項目(B)としている省力化・自動化に資する自動データ収集技術では、これまで取得できなかった情報を自動的に収集する各種技術をベンチャーやアカデミアを中心に研究開発し、物流・商流データ基盤を下支えする新たな技術として社会実装を果たしました。

研究開発当初の本課題の目的は、人手不足等の「物流課題解決」でしたが、研究開発期間中に生じたコロナ禍によるライフスタイルの変化や、「SDGs」「カーボンニュートラル」といった新たな価値観の高まりにより、物流・商流データ基盤に期待される枠組みが変遷しました。この価値観の変化は、各企業が新たな目標に向かうモチベーションとなり、結果として、これまで敵対していた企業が本課題に参画し、物流を協調領域として「全体最適」を目指す好機となりました。

本報告書では、本課題のこれまでの運営や研究開発成果について詳細に記しています。これらの研究開発成果が「物流クライシス」を回避し、サステナブルなサプライチェーンを構築する手段として活用されることを願うとともに、皆様のこれからの研究開発の参考になれば幸いです。



SIPスマート物流サービス  
プログラムディレクター (PD)

田中 従雅

# 第1章 研究開発の概要及び総括

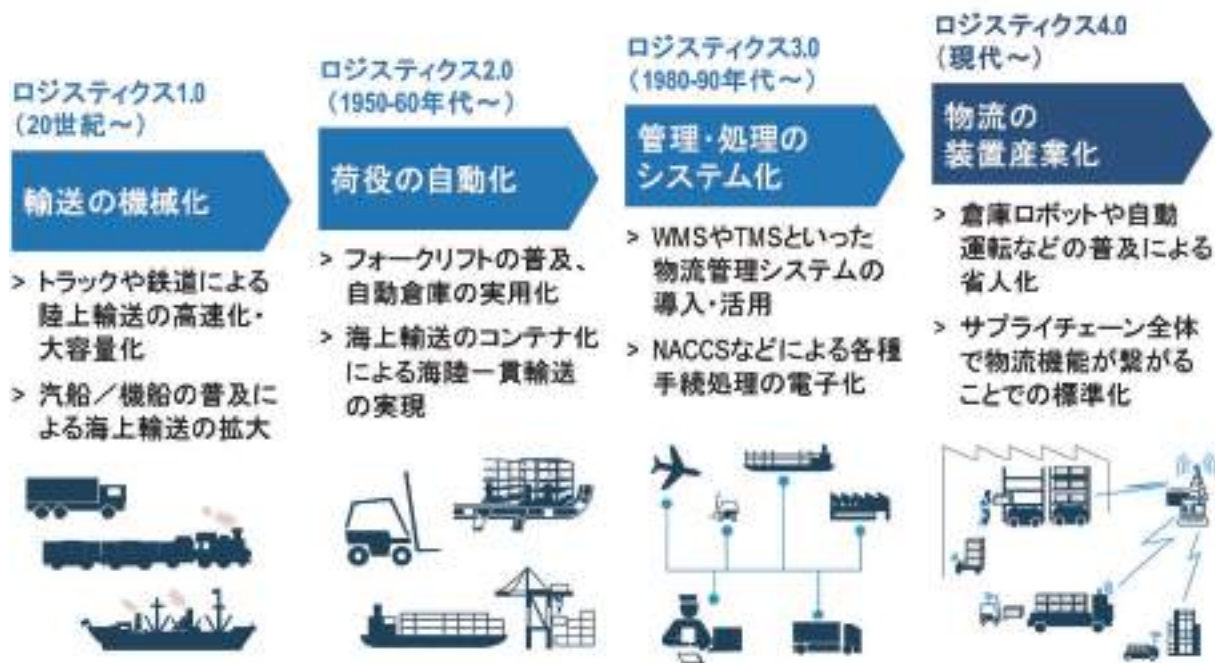
## 1 研究開発の背景・意義等

物流ビジネスにおいても、AI、IoTの進化によって新たなイノベーションが生み出されつつある。輸送の機械化、荷役の自動化、管理・処理のシステム化に続いて、現在は図1に示すLogistics 4.0といわれる物流の装置産業化が進んでおり、これはSociety 5.0の物流版と理解できる。

倉庫ロボットや自動運転といった新たな技術は、サプライチェーンの各領域において“人の介在”を必要とする作業を大幅に減少させ、その行き着く先は、完全な自動化の実現である。そのためには、調達・生産から小売・消費者までのサプライチェーン全体の物流機能や情報を繋げることが必要である。

●図1 Logistics 4.0の考え方

### ロジスティクスにおけるイノベーションの変遷



出典 ロジスティクス4.0 小野塚 征志 日本経済新聞出版 図表0-1

このようなLogistics 4.0の現状と展望に対して、アマゾンやアリババ等の巨大プラットフォーマーは、様々な技術的な可能性に対して巨大な投資をして技術の開発と実装を進めている。一部の国では、政府が主導して国内の多数の物流事業者を巻き込み、物流・商流プラットフォームを開発・運用する動きがある。

これに対し、我が国では一部の大手企業が同様の取り組みを進めているが、個社またはグループ単位の取り組みに留まっており、海外の取り組みに対して規模が小さい。このままでは、過去の例と同様に、物流においても欧米の巨大プラットフォーマーのサービスに国内が席巻されるか、あるいは海外の政府が主導する物流・商流プラットフォームが国内やアジア各国の物流業界に入り込み、それがデファクトスタンダードになることも考えられる。

また、我が国は人口減少に転じており、今後さらなる少子高齢化の進展により2050年の生産年齢人口は2010年比で約3,000万人減となる見通しであり、トラックドライバーの高齢化や労働力不足がさらに進む懸念がある。例えば、トラック運送業における年齢構成は全産業平均より高齢層の割合が高くなっており、労働

時間は全職業より約2割長く、年間賃金は約1割～2割低くなっている。有効求人倍率においても、全産業平均より約2倍高くなっており、人手不足感も高まっている。

さらに、Electronic Commerce（電子商取引）（EC）の急速な利用拡大やインターネットを利用した個人間売買の増加に伴う宅配便取り扱い個数の急増、コンビニエンスストアや都市型小型スーパー等の出店拡大など、消費者の購買スタイルも変化している。

これらに加えて、在庫量削減の動きや輸送の少量多頻度化、時間指定配達の進展とともに、保管機能の集約や流通加工を一体的に実施する物流施設が増加する等、業務の複合化・高度化や施設の大型化が進んでいる。また、サプライチェーンのグローバル化が進み、国境を越えた生産、調達や消費も行われるようになってきたことから、海外との連携強化及び多様化を視野に入れた物流・商流のボーダレス化への対応が求められている。

このように、物流に対するニーズが多様化する一方で、物流の担い手不足は顕著であり、物流事業者単独の努力ではこうした変化に対応しきれなくなっている。さらに、メーカー、小売業者、物流事業者がそれぞれ商習慣上の課題を抱えていることも、課題解決をより困難にしている。

以上のように、物流・商流を取り巻く環境や要求される機能は大きく変化しており、深刻なドライバー不足等による物流サービスの低下のみならず、物流費の高騰による物価の高騰といった、物流・商流に関わる企業等を超え、国民生活にまで影響を及ぼす「物流クライシス」が社会課題として顕在化している。さらに、新型コロナウイルス感染症や不安定な国際情勢等、今後、我が国の経済成長と国民生活を持続的に支える「社会インフラとしての物流」を維持するためには、激変するグローバルな動向を常に把握しながら、最新の情報科学技術等を活用し、さらなる効率化と高付加価値化を図る必要がある。

## 2 研究開発の全体戦略と概要

### (1)全体戦略

本課題は、これまでの個社やグループ単位の「個別最適」の物流から、サプライチェーン全体を情報で繋ぎ、情報に基づく計画物流を構築し、サステナブルな「全体最適」の物流を目指すものである。それを達成するための全体戦略を以下の3つに整理した。

#### ①安全性・継続性・国際競争力を兼ね備えたデータ基盤の開発

日本の物流課題を解決するためには、個々に蓄積されているデータを繋ぎ合わせ、各社が共有してデータを利活用できるデータ基盤が必要。また、そのデータ基盤は、データ主権者が安心してデータを提供することができ、かつ利用者の利便性に配慮したものでなければならない。

#### ②データの標準化

個々に蓄積されているデータは、多くは独自のフォーマットであり、各社が共有して利活用するためには、データの標準化が必要。

#### ③各物流現場が容易にデータを収集できる技術の開発

現在の物流現場は、IoTの導入が大きく遅れており、必要なデータが取得できていない、もしくは人海戦術によるデータ化を余儀なくされている。このような課題を解決するためには、コスト競争力に優れ、現在取得できていない物流データを収集できる技術の開発が必要。

### (2)研究開発の概要

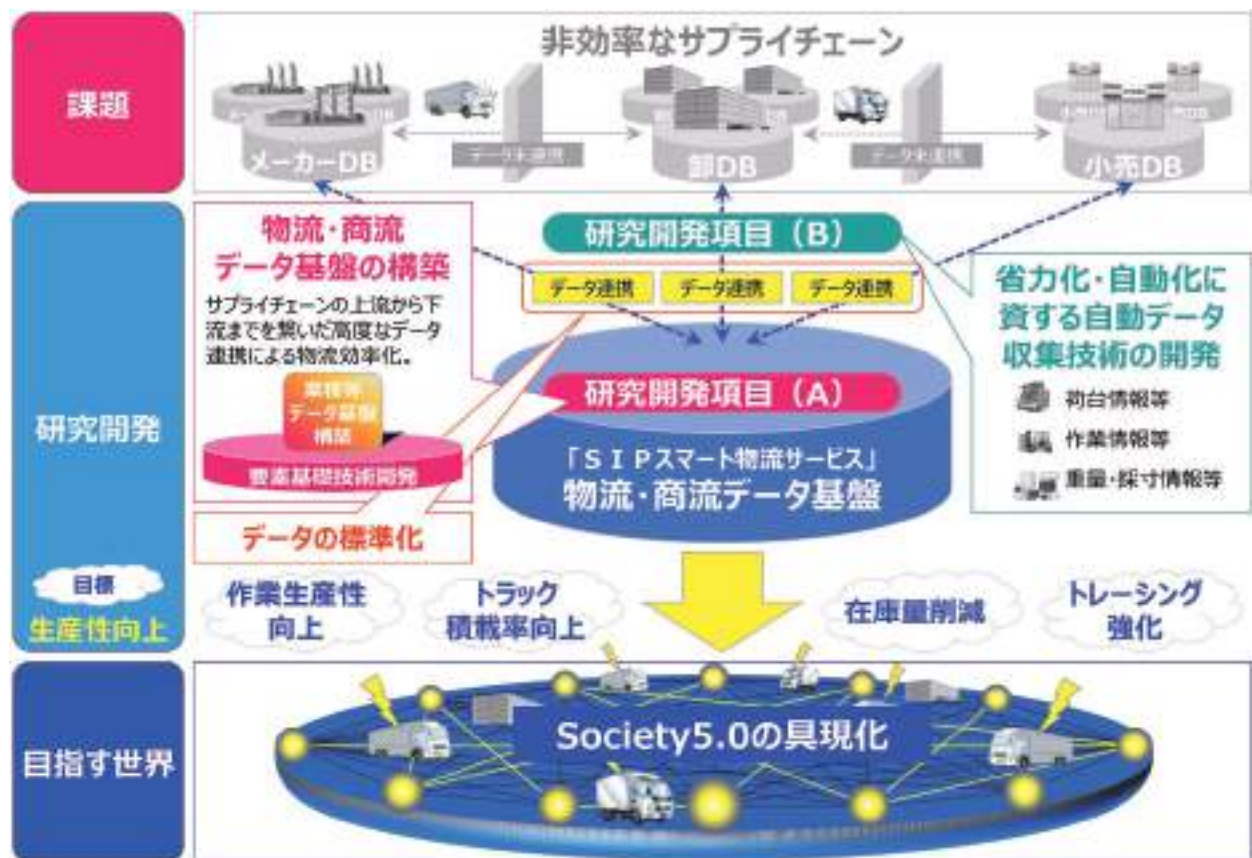
全体戦略を踏まえ、本課題では図2にある通り、大枠で2つの研究開発を行った。

①研究開発項目（A）は、「物流・商流データ基盤の構築」である。前項の通り、物流データと物流に関わる一部の商流データは個々に蓄積されており、共有化されていない。研究開発項目（A）では、オープンな物

流・商流データ基盤を構築し、これらのデータを共有化・可視化して、物量予測等による人員の適正配置や、共同配送等による物流リソースの有効活用、有事の際の商品供給等への活用を目指すものである。また、付帯的な取り組みとして、物流・商流データ基盤上に蓄積されたデータに対して一気通貫での可視化を可能とするデータの標準化ガイドラインを作成した。

②研究開発項目 (B) は、「省力化・自動化に資する自動データ収集技術の開発」である。現在、物流では様々な現場でアナログ作業が行われている。研究開発項目 (B) では、これらの作業の省力化・自動化を図りつつ、これまでは取得されていなかったデータを自動で収集するデバイスやアプリケーション等の開発を行った。

●図2 研究開発の概要

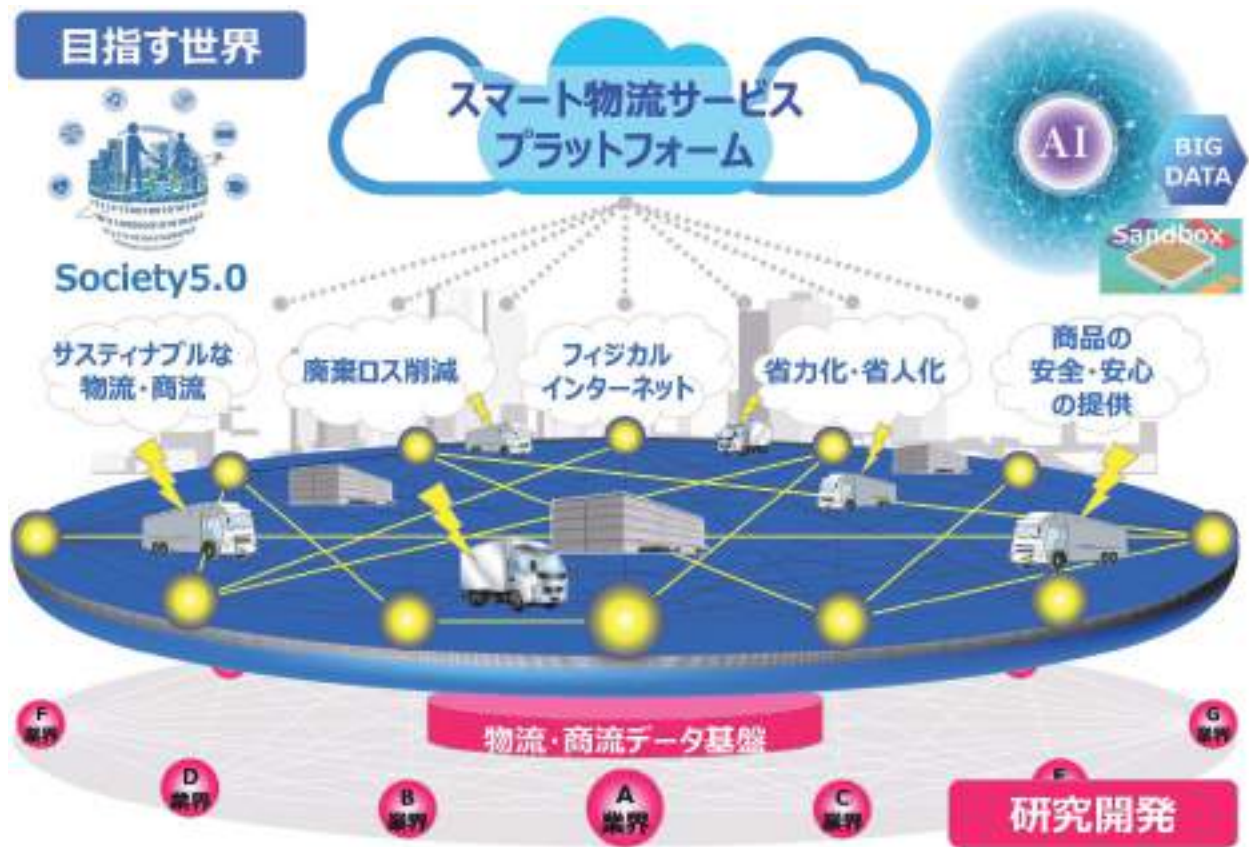


### 3 研究開発が目指す世界

#### (1)目指す世界

本課題では図3に示すように、「Society 5.0」の概念であるサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させ、サプライチェーン全体の最適化を図り、「持続可能な物流・商流」「廃棄ロス削減」「フィジカルインターネット」「省力化・省人化」「商品の安全・安心の提供」といった新たな価値の具現化を目指している。

●図3 目指す世界



## (2)目標

### ①Society 5.0の実現に向けて

「成長戦略フォローアップ（2019年6月21日閣議決定）」においても、「物流事業者の人手不足に対して、個社の垣根を超えた共同物流を推進するため、伝票や外装、データ仕様等の標準化を図るための協議会を2019年度中に立ち上げ、アクションプランを策定するとともに、サプライチェーン全体で物流・商流データの共有を行う実証実験を2019年中に開始する」と記載されている。

スマート物流サービスでは、物流・商流データ基盤の構築を通じて、経済発展と物流・商流の担い手不足等の社会課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができる人間中心の社会を目指す。

### ②社会面の目標

個社の垣根を超えて物流データを共有・活用することにより、限られたリソースを有効活用し、社会課題となりうる「モノが運べない」という状況が発生しないようにする。また、都市部だけでなく過疎地域等においても、持続可能な物流の仕組みを構築する。

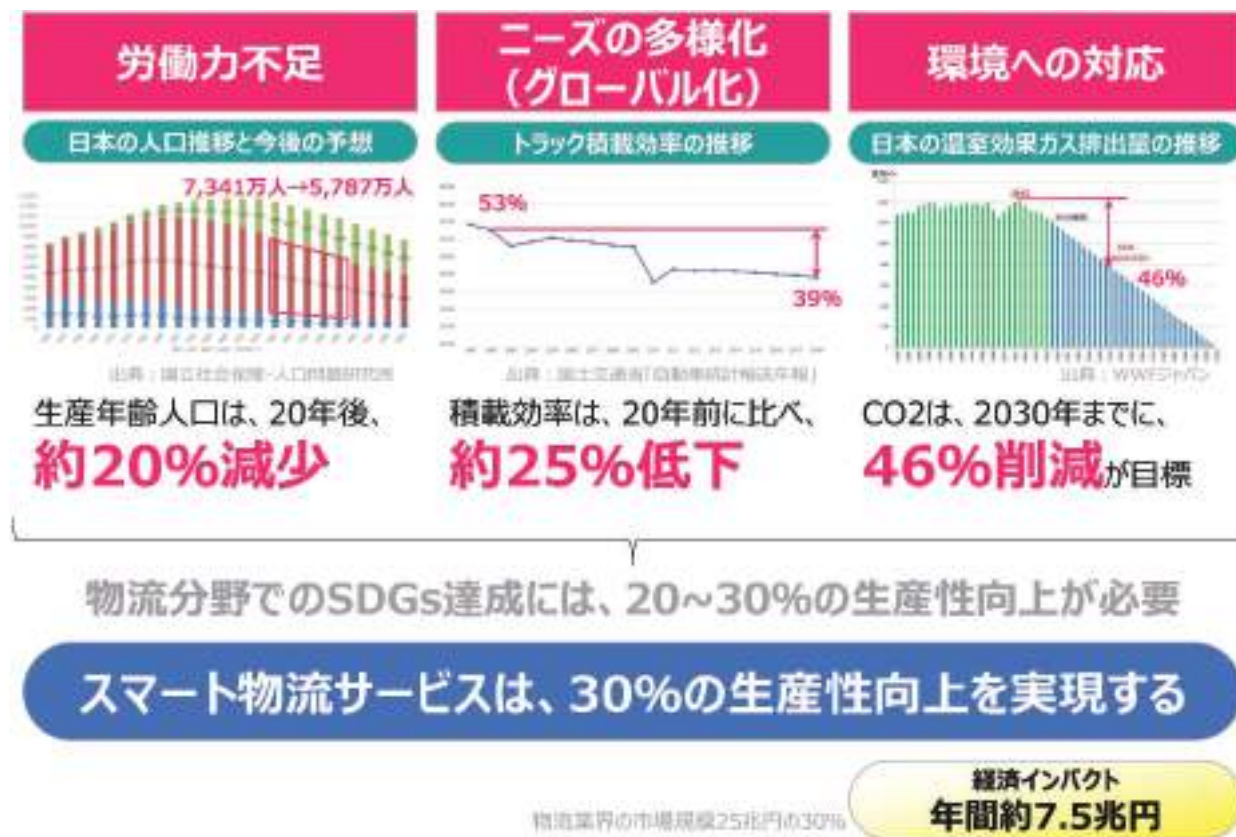
さらに、環境面では、持続可能な開発目標（SDGs）への貢献の観点から、トラック台数削減等による最適輸送を提案し、交通渋滞の緩和、CO<sub>2</sub>排出量の削減、エネルギー消費量の削減、フードロス等の余剰廃棄の削減、自然災害時の援助物資等の高効率配送、パンデミック発生時の急激な需給バランスの変化への迅速な対応、withコロナ時代に適応できる物流業務の自動化・省力化にも資することを目指す。

### ③産業的目標

最適生産、最適在庫、最適配送を実現することにより、労働力不足を解決し、在庫や物流リソース（貨物自

動車、物流施設等)の最適配分により企業の財務体質を強化する。さらに、物流・商流データ基盤を活用した新たなビジネスモデルの構築を促進する。また、図4に示すように、物流分野の30%の生産性向上を目指す。

●図4 産業的目標値



#### ④技術的目標

物流・商流データ基盤の開発については、データ保有者が安心してデータを提供できるようにするための秘密性・非改ざん性を担保する等といったセキュリティ技術、既存の個別管理データを抽出して相互利用を可能とする変換技術、他の先行プラットフォームとの連携技術、入出力高速処理技術等の確立を目指す。また、技術開発に先立ち、データの協調領域の範囲に関する合意形成やアクセス権限に配慮したデータ提供・利活用のルール策定も必要である。

さらに、サプライチェーン上の各段階における個品単位の情報を正確に把握するための自動データ収集技術の確立等を目指す。

#### ⑤制度面等での目標

物流・商流データの標準化については、国内外で進んでいる標準化の調査を行い、商習慣改革・標準化検討会で協議し、グローバルサプライチェーンにおける標準化を目指す。また、外装や伝票等の標準化については、国土交通省等の関係府省による官民物流標準化懇談会等と連携して進める。

開発した技術の社会実装及び標準化を推進するにあたり、既存の法規制との調整が必要な場合には、関係府省等との調整を行う。

#### ⑥自治体等との連携

社会実装に向けては、より多くの関係者に本課題で構築した物流・商流データ基盤を利用してもらう必要がある。都市部に限らず、人口減少が著しい過疎地域においても活用できるように広く自治体等とも連携して進める。



## 4 研究開発の成果・結果の総括

研究開発開始に先立ち、図5に示す全体工程表を作成し、研究テーマの公募等を行った。

●図5 全体工程表



### (1) 研究開発項目 (A) 物流・商流データ基盤に関する技術

研究開発項目 (A) では、核となる物流・商流データ基盤 (Infrastructure as a service (IaaS) ・ Platform as a service (PaaS)) を研究開発しながら、この基盤を活用したアプリケーションの研究開発を同時並行で行った。これは、ハード及び技術的なデータ基盤だけが先行し、実際の物流シーンでは利用されないというケースを防ぐための施策で、「社会実装」という点に特に重きを置き、概念実証や実際の物流現場でのテストを行いながら、アジャイル的に研究開発を進めた。

物流・商流データ基盤 (IaaS・PaaS) では、アクセス権限コントロール技術、非改ざん性担保技術、個別管理データ抽出・変換技術、他プラットフォーム連携技術といった4つの要素基礎技術に加え、業界横断的に物流・商流データ基盤を活用できるよう、標準化・共通処理方式の研究開発を進め、各業種等データ基盤を下支えするプラットフォームを構築した。また、アプリケーションである業種等データ基盤では、地域物流、医療機器、リテール、医療材料、アパレルといった5つの業種等でアプリケーションの研究開発を進め、物流生産性を上げる新たなビジネスモデルとして社会実装を果たした。

【達成度1】 設定目標に対する達成度

	研究開発テーマ/項目	研究開発内容/成果	達成度
要素基礎技術	アクセス権限コントロール技術	アクセス権限の一元管理により、リソース毎の設定操作が不要となり、作業を簡略化することが可能になるためリスクを回避。	100%
	非改ざん性担保技術	データレイクに公開データ、ブロックチェーンにメタデータ（公開データの場所等）を管理し、データレイク操作のトレーサビリティを確保。	100%
	個別管理データ抽出・変換技術	先行企業の変換事例(過去の入出力データ)を基に変換プログラムを自動生成するため、変換論理はシステムが学習することになり、変換論理設計が不要	100%
	他プラットフォーム連携技術	連携データのハッシュ値のみをコネクションチェーンで連携し、実データはデータベース技術で連携することで、高スループットと完全性を両立することが可能。	100%
	標準化・共通処理方式	物流・商流データ基盤を業界横断でデータ活用できる技術を開発。また、アプリ開発や運用を円滑に行う共通処理方式/業務共通処理機能を開発。	100%
業種等データ基盤	地域物流データ基盤	業種業態を問わず、N:Nの荷主・物流事業者をマッチングさせ、共同輸配送を可能とするアプリケーションを開発。	100%
	医療機器データ基盤	高度管理医療機器メーカー・ディーラー間の物流情報を見える化し、入出荷作業を効率化するアプリケーションを開発。	100%
	リテールデータ基盤	日用消費財業界での伝票電子化・検品レスや荷主マッチング、コンビニ業界での共同物流を可能とするアプリケーションを開発。	100%
	医療材料データ基盤	複数の大病院の医療材料の受発注業務を効率化し、院外倉庫での共同物流を可能とするアプリケーションを開発。	100%
	アパレルデータ基盤	複数のアパレルメーカーの海外製造拠点から国内物流拠点への受発注・物流情報の見える化を行い、共同物流を可能とするアプリケーションを開発。	100%
他	データの標準化	物流業務プロセスの標準、データメッセージの標準、マスタデータの標準を定義した物流情報標準ガイドラインを策定。	100%

【達成度2】 社会実装に対する達成度

	社会実装テーマ/項目	社会実装内容/成果	達成度
要素基礎技術	商品企画・マーケティング	富士通社内での販売、サポート体制構築。	100%
	物流・商流データ基盤商品	2023年4月に正式版リリース。	100%
	事業者開発環境	業種等データ基盤の開発テーマである地域物流、リテール、医療機器、医療材料、アパレルへ提供。	100%
	ミドルウェア商品 (要素技術の商品化)	2023年4月に正式版リリース。	100%
業種等データ基盤	地域物流データ基盤	「SIP地域物流ネットワーク化推進協議会」を設立し、持続可能な物流を目指す企業を中心に、2021年10月にサービスを開始。	100%
	医療機器データ基盤	「医療機器物流情報PF協議会」を設立し、他の有力医療機器団体と連携しながら、2023年1月にサービスを開始。	100%
	リテールデータ基盤	「スマート物流構築準備会」を設立し、日用消費財業界のメーカー・卸・小売を中心に、2023年4月にサービスを開始予定。	100%
	医療材料データ基盤	首都圏エリアの大病院や大手医療機器ディーラー、業界団体と連携し、2023年4月にサービスを開始。	100%
	アパレルデータ基盤	「日本アパレル・ファッション産業協会」を中心にアパレルメーカーを募り、2023年4月にサービスを開始予定。	100%
他	データの標準化	2021年10月にSIP物流標準ガイドラインVer1.0を策定、2022年10月に物流情報標準ガイドライン（名称変更）Ver2.0を策定。5業種等以外でのサービスプロバイダーの利用も拡大。	100%

## (2)研究開発項目 (B) 省力化・自動化に資する自動データ収集技術

研究開発項目 (B) では、物流・商流分野において、現在取得されていない、あるいは手間と時間をかけ人力で取得されている情報を、AI等を組み込んだ最新の画像分析技術やロボット技術を活用して自動的に収集し、物流・商流データ基盤に取り込み、さらに高度化に繋げようとした。

本研究の実施にあたっては実現可能性確認段階、研究開発段階の2つに分けて進めた。実現可能性確認段階の研究開発については、研究開発対象の実現可能性の確認を実証実験で行い、それらの中からステージゲート方式でテーマを絞り込み選定されたテーマについて研究開発段階に着手することとした。実現可能性確認段階の6件は確認のための研究開発を行い、ステージゲート審査を実施した。「スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術の研究開発」、「荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発」の2テーマについては、公募時から研究開発段階の研究開発として選定し、研究開発を進めた。

「スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術の研究開発」は2021年9月から開発が終わったアプリケーション機能の社会実装を開始した。2022年3月で委託研究を終了し、社会実装の拡大を図っている。「荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発」は2022年5月から社会実装現場での評価を行い、改良を継続し、2023年3月に委託研究を終了した。その後社会実装を開始する予定である。ステージゲートで選定されなかった研究テーマのうち、研究成果を別の形で生かし、社会実装を開始したテーマもある。

ステージゲートで選定されなかったテーマの研究成果は社会実装が行われ、物流現場でのデジタル化・省人化・省力化に寄与していることを忘れてはならない。

### 【達成度1】 設定目標に対する達成度

	研究開発テーマ/項目	研究開発内容/成果	達成度
現場導入段階	スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術の研究開発	物流事業者が集配、検品等の作業を行う際に普及しているスマートフォンで荷物サイズや形状を軽快に読み取り、クラウド連携で業務効率を改善できるアプリケーションを開発。	100%
	荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発	物流事業者が現場でトラックやコンテナから荷降ろし作業を行う際に、荷物情報を自動収集するとともに自動化し、人手不足解消等の業務効率を改善する技術を開発。	100%
実現可能性確認段階	荷姿ラベルの活用による検品省力化と伝票レス化の実現	物流事業者が荷積み、荷降ろし時に行う検品作業を効率化するために、フォークリフトに取り付けたセンサ類で荷物情報を自動で収集し紐づける自動キャプチャ技術を開発。	100%
	画像認識等によるバースにおける車両出入り及び積み降ろし作業の自動データ収集システムの開発	ドライバーが物流センターで行う受付業務等とデータ化されていない業務を、画像認識技術を活用して、見える化・自動データ化する実現性の検証。	100%
	省人化及び人材定着に資する専属便の組み合わせ配送に向けたデータ収集技術	マッチング企業が緊急配送と専属便配送を組み合わせ、配送効率の改善とそれに伴う省人化、また専属便ドライバーの増収の可能性を検証。	100%

アンチコリジョン機能を有する高効率な自動認識タグの開発	小売事業者が一度に多数の商品のRFIDタグを認識できるよう、ALOHA方式を検証し印刷型RFIDタグの実現可能性を検討。	100%
物流の課題解決に資する印刷型フレキシブルセンシングデバイスの開発	物流事業者が輸送状態を確認できるよう、低温・低コストで製造できる印刷技術により、商品の曲面にも貼り付けられる薄型軽量でフレキシブルなセンサ等を搭載したハイブリッド型デバイスを試作開発。	100%
フレキシブルに設置可能なケーブルアンテナ、棚アンテナの開発	既存の商品棚にも後付け可能で、形状変更にもフレキシブルに対応可能。また、簡易・廉価に製造可能で、複数積載品のUHF電子タグの個品情報(ID)を自動収集することが可能。	100%

### 【達成度2】 社会実装に対する達成度

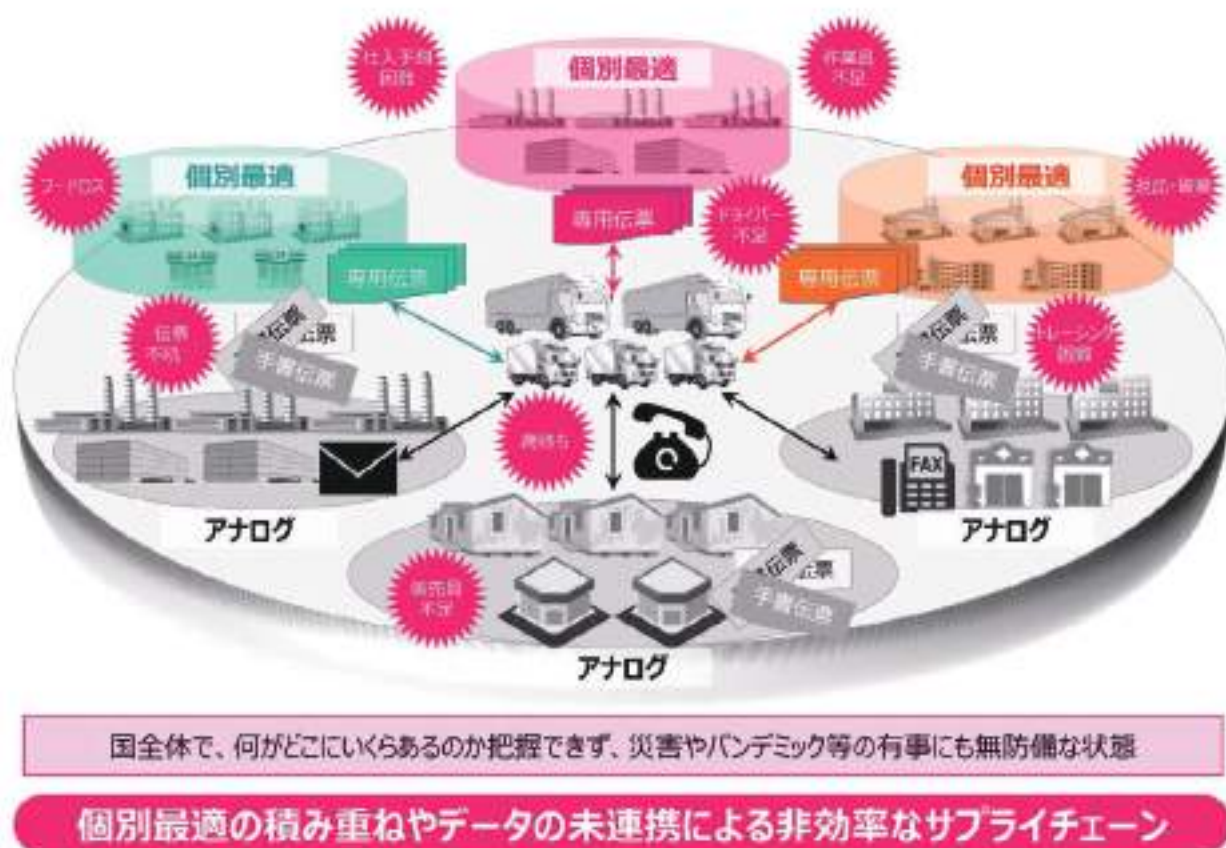
	社会実装テーマ/項目	社会実装内容/成果	達成度
現場導入段階	スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術の研究開発	Automagi は2021年9月から開発したアプリケーション (Logi measure) を、アプリストア経由で提供を開始。	100%
	荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発	佐川急便等は2022年5月から社会実装現場で実証実験とPRを開始。2023年4月から自動荷降ろし機の社会実装の開始に向けて準備。	100%

## 第2章 各領域・ユニットでの取り組み

### 研究開発項目 (A) 物流・商流データ基盤に関する技術の概要

我が国のサプライチェーンは、物流事業者側のデジタル化の遅れに起因し、国全体でアナログでの運用を余儀なくされている。また、一部業種・業態での個別最適の結果、様々な形式の専用伝票や電子データ交換（Electronic Data Interchange (EDI)）が乱立することとなり、図1に示すように日本全体では極めて非効率なサプライチェーンとなっている。

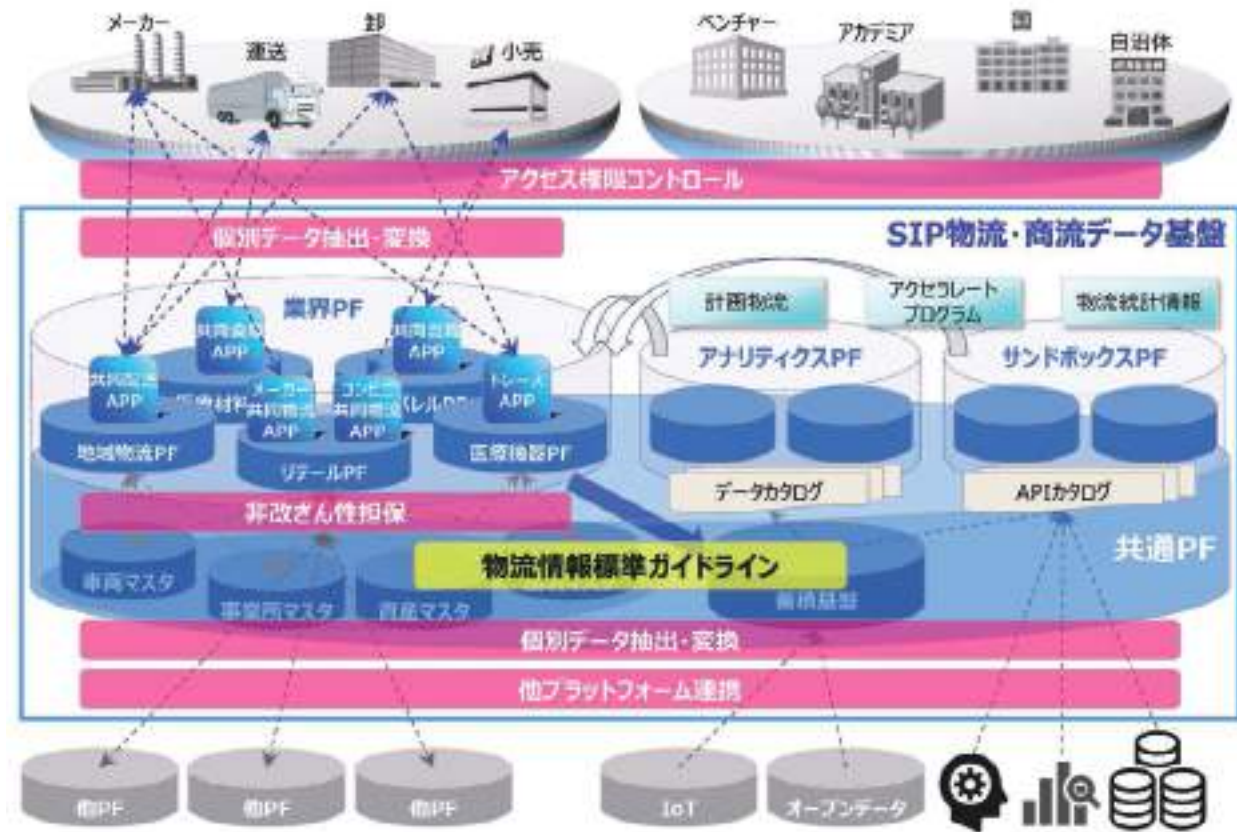
●図1 我が国のサプライチェーンのボトルネック



このような課題の解決のためには、多業種・業態の大企業から中小企業を広域につなぐ中立的なデータ基盤が必要である。研究開発項目 (A) では、エコシステムである本課題の実現を目指し、下記4つのカテゴリに分けて図2に示す物流・商流データ基盤の研究開発を行った。

- (1)データの標準化
- (2)要素基礎技術
- (3)業種等データ基盤
- (4)横断的データ利活用技術

●図2 物流・商流データ基盤の研究開発



(1) データの標準化は、物流・商流データ基盤を利用する際のデータの標準化を目指す取り組みである。現在、日本の物流は、様々な伝票や電子データ形式が乱立し、サプライチェーン全体での効率性が著しく損なわれている。本課題では、物流・商流データ基盤上に蓄積されたデータに対して一気通貫での見える化を実現するためにデータの標準化に着手し、成果物として「物流情報標準ガイドライン」を策定した。

本ガイドラインでは、以下の標準を定めている。

①物流業務プロセスの標準

運送計画や集荷、出入庫等の物流プロセスの流れやルールを定義したもの。

②物流・商流データ基盤のデータ表現標準

運送計画情報や出荷情報、運送依頼情報等のメッセージを定義したもの。

③物流・商流データ基盤のマスタデータ標準

日付表現や場所コード、企業コード等のマスタ(一部レジストリ)を定義したもの。

本ガイドライン策定に際して、多くのサプライチェーンの企業から知見・協力を得ており、物流・商流データ基盤以外の倉庫管理システム(Warehouse Management System(WMS))や輸配送管理システム(Transport Management System(TMS))等でも利用が可能だ。日本全体でのスマート物流推進の一丁目一番地として、汎用的な活用が始まっており、今後さらなる拡大が見込まれる。

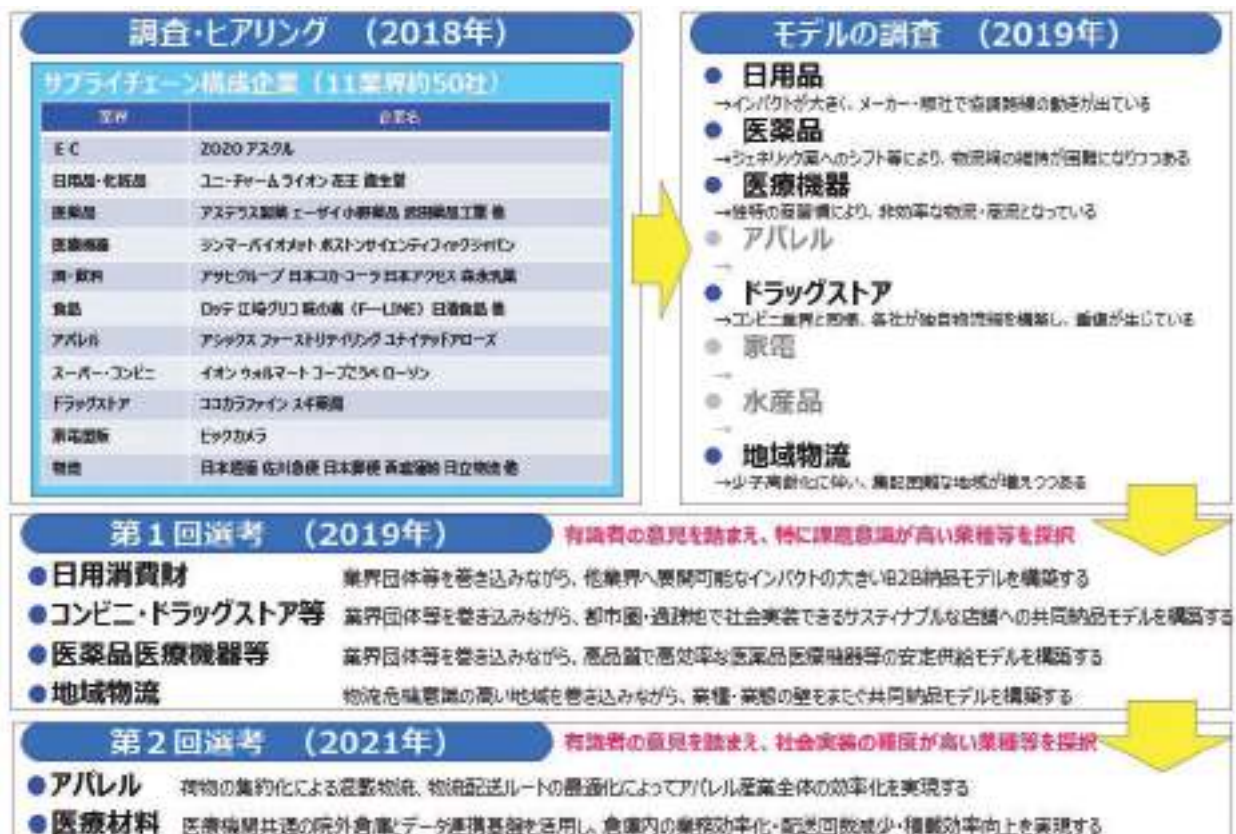
(2) 要素基礎技術は、核となる物流・商流データ基盤の共通プラットフォームの開発である。我が国のサプライチェーンには、中小から大企業まで数多くの企業が存在し、各企業が各々に「協調領域」「競争領域」を定

めている。また、既に様々なデータプラットフォームが存在し、物流データ・商流データが各々の形式で蓄積されている。このような状況の中、物流・商流データ基盤にデータを集めるには、安全性を担保し、利便性に配慮する研究開発が求められた。成果物として、データ保有者が安心してデータ提供を行うための「アクセス権限コントロール技術」や「非改ざん性担保技術」、利用者の利便性を向上する「個別管理データ抽出・変換技術」、先行するプラットフォームと負荷なく連携する「他プラットフォーム連携技術」といった技術を開発した。また、業界横断的にデータ基盤を活用できるよう、標準化・共通処理方式の研究開発を進めた。

(3) 業種等データ基盤は、物流・商流データ基盤の共通PFを活用した業界プラットフォームであるアプリケーションの開発である。新たな技術開発という目的だけであれば、ハード及び技術的なデータ基盤の開発に留まるが、本課題では「社会実装」という点に重きを置き、利用者側のニーズや利便性に配慮するため、実際の物流シーンでの概念実証及びアプリケーションの開発を同時並行で行うこととした。また、全ての業種・業態での導入は現実的に難しいため、業界等での課題意識の高さ、社会的インパクトの大きさ、社会実装の確度の高さ等を勘案の上、有識者の意見を踏まえ、図3の手順で着手する業種等の選考を行い、研究開発を進めた。

2020年度には、先行4業種等での概念実証を行い、表1の通りの結果を得た。商習慣に起因する理由で一部重要業績評価指標(Key Performance Indicator(KPI))未達項目が生じたものの、本課題の目標値である「生産性30%向上」が、物流・商流データ基盤上で実現可能であることを証明した。

●図3 業種等の選考プロセス



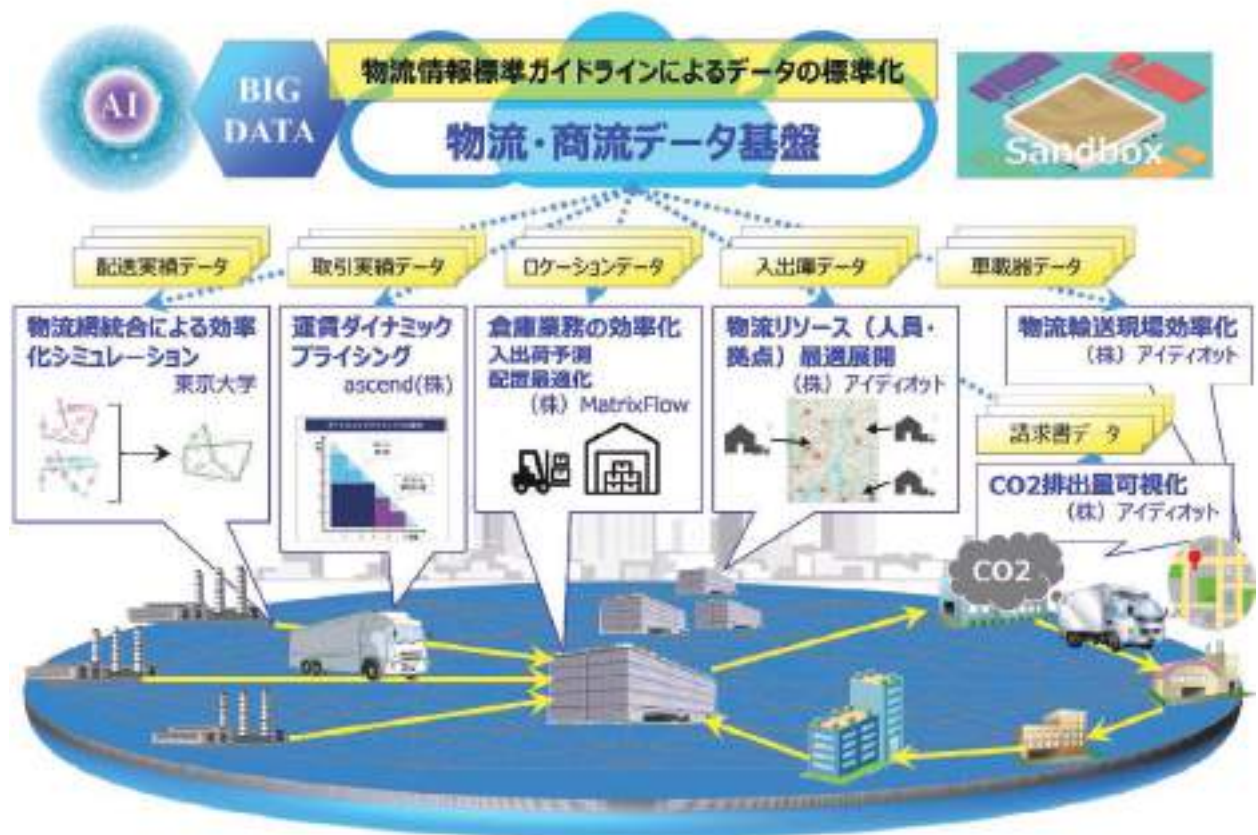


●表1 2020年度の概念実証の結果

プロトタイプモデル	KPI検証項目	KPI測定項目	測定項目現状値	測定項目実証結果	削減率KPI ★は向上率KPIで P(ポイント)で表記	削減率 ★は向上率KPIで P(ポイント)で表記	計画差 ★は向上率KPI P(ポイント)で表記
日用消費財	伝票電子化・検品レス (入出荷作業生産性)	伝票作成作業時間	64.6 分/日	9.4 分/日	100.0%	85.4%	-14.6%
		入荷検品作業時間	18.1 時間/日	5.7 時間/日	50.0%	68.4%	18.4%
	EDI連携バース予約	待機時間	58.3 分/台	25.5 分/台	70.0%	56.3%	-13.7%
	荷主マッチング (トラック台数削減率)	幹線輸送帰り荷	852,331 台/年	710,377 台/年	10.0%	16.7%	6.7%
		地域配送	413 台/サンプル	364 台/サンプル	10.0%	11.9%	1.9%
コンビニ・ドラッグストア	労働生産性	店舗移動距離	105.8 km/日	91.2 km/日	10.0%	13.8%	3.8%
	トラック数	店舗配送	18.9 台/日	11 台/日	30.0%	41.8%	11.8%
	積載率	—	51.5% 月	58.9% 月	★ 10.0P	★ 7.4P	★ -2.6P
	センター在庫量	—	未実施				
	共同物流	トラック便数	6 台/回	1 台/回	70.0%	83.3%	13.3%
医薬品医療機器等	共同物流	輸送費用	479,240 円/回	324,820 円/回	20.0%	32.2%	12.2%
		入庫業務	120 分/日	660 分/日	未設定		
		出庫業務	5 分/件	20 分/件	未設定		
	RFID活用	倉庫出庫時	9.5 分/件	2.2 分/件	70.0%	76.8%	6.8%
		倉庫再入庫時	10.3 分/件	2.6 分/件	70.0%	74.8%	4.8%
		棚卸時	1800 分/回	90 分/回	70.0%	95.0%	25.0%
	院内効率化	買取品効率化	6.5 秒/枚	2.5 秒/枚	未設定		
		インプラント効率化	539 秒/件	136 秒/件	70.0%	74.8%	4.8%
		カルテ登録	221 秒/件	6 秒/件	75.0%	97.3%	22.3%
		見える化	—	未実施			
地域物流	トラック積載率	幹線輸送積載率	39.4% 台	93.8% 台	★ 20.0P	★ 54.4P	★ 34.4P
	働き方改革	長距離ドライバー拘束時間	10:20 時間/日	8:27 時間/日	20.0%	18.2%	-1.8%

(4) 横断的データ利活用技術は、物流・商流データ基盤に蓄積されたビッグデータがどのように有効活用可能かを検討する研究開発である。現在、我が国にはサプライチェーンに関するビッグデータが存在せず、ビッグデータの有用性を定量的に示せないために、各企業はデータを公開するモチベーションが希薄な状態にある。このような悪循環を断つために、図4に示すように物流・商流データ基盤を活用し、蓄積されるデータのユースケースを使用し、4実証実験者により6つのテーマで実証実験を行った。ビッグデータを用い、AIによる積載効率向上のための最適輸送ルートや最少CO<sub>2</sub>排出ルートなどの提示を行うことができることを確認した。今後多くのスタートアップ企業等の参画が見込まれ、フィジカルな輸配送のDXにつながることを期待される。

● 図4 横断的データ活用モデル





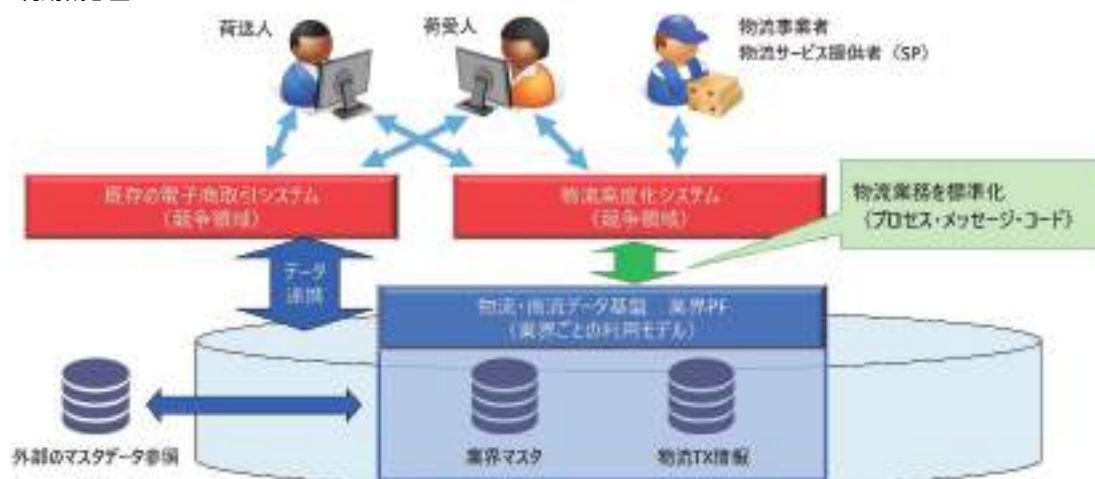
ユニット名	データの標準化
業務支援機関	株式会社野村総合研究所

## 1 データの標準化の背景と目的

本課題は、オープンでセキュリティが担保された物流・商流データ基盤の社会実装を図り、これまでより広範囲のデータ連携や情報共有化等による物流の効率化・生産性向上の実現を目指すものである。一方、これまでのサプライチェーン上では、各業界・企業単位の「個別最適」が目指されていたため、我が国のサプライチェーン全体での「全体最適」が未着手の状態であった。結果、様々な形態の納品伝票や電子データ形式等が乱立する結果となり、企業間での物流情報の受け渡しに多大な労力やコストが必要となっている。

このような課題解決のため、各企業が物流・商流データ基盤を共通のプラットフォームとして利活用できるよう、データ基盤内で取り扱うデータの標準形式を規定したガイドラインが、「物流情報標準ガイドライン」(以下、本ガイドライン)である。図1は、各関係者が本課題に参画した際の「物流・商流データ基盤」の利用概念図であり、関係者は本ガイドラインで定める標準を遵守することが求められる。

●図1 利用概念図



本ガイドラインでは以下の3つの標準を定義している。

- (1)物流業務プロセス標準：運送計画や集荷、入在庫、配達といった物流プロセスの流れやルールの定義。
- (2)物流メッセージ標準：運送計画情報や出荷情報、運送依頼情報といったメッセージの定義。
- (3)物流共有マスタ標準：本課題の物流・商流データ基盤における各々の業界PFが共通で利用できるマスタの定義。

## 2 物流情報標準ガイドライン

### (1)物流業務プロセス標準

共同運送、共同保管、検品レス、バース予約を対象として、運送計画や集荷、入在庫、配達といった物流プロセスの流れやルールを定義している。これらは本課題における生産性向上施策を踏まえて想定される業務の流れを表したものであり、利用者に完全合致を求めるものではないが、個々に定める物流プロセスを見直す際の参考として頂くものである。図2は物流業務プロセスの1つである、共同運送の例である。

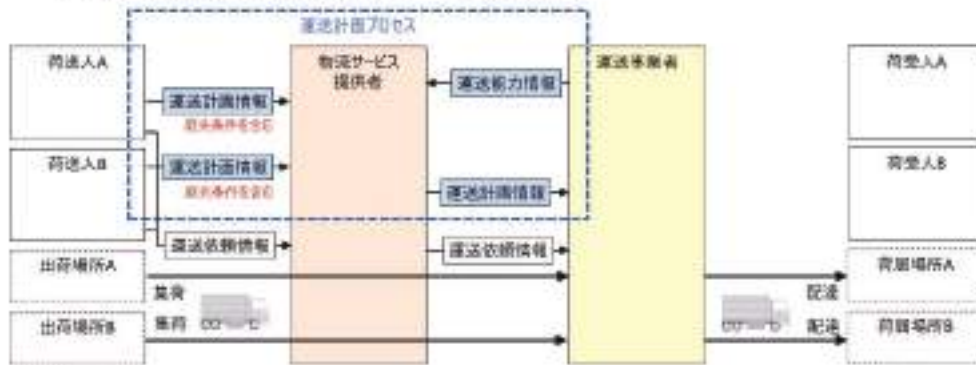
●図2 物流業務プロセスの標準化の一例：共同運送

標準化検討資料 物流業務プロセスの標準化（共同運送）

運送計画プロセスのビジネス概略フロー（物流サービス提供者が参画するケース）

■ビジネス概略フロー

- 共同運送計画
  - ・ 物流サービス提供者は、複数の荷送人から高条件を含む運送計画を受領し、運送事業者から受領した運送能力に照らして、共同運送計画を策定して提示する。
- 運送計画プロセス
  - ・ 運送能力提示：運送事業者 → 物流サービス提供者
  - ・ 運送計画提示：荷送人A、荷送人B → 物流サービス提供者
  - ・ 共同運送計画提示：物流サービス提供者 → 運送事業者



各プロセスを実現することで、生産性の向上が期待される。例えば共同運送の場合、複数の荷主からの貨物を同じ運送トラックで輸送することで積載率を向上させる施策や、配車台数を抑制する施策が考えられる。また、共同保管の場合、センター在庫日及び受注曜日を統一することで倉庫での荷役作業を共同化し、要員の配備を最小化する施策やメーカー間での隔壁を排除し、倉庫での保管エリア・荷捌きエリアを共同化する施策が考えられる。

(2)物流メッセージ標準

物流情報標準メッセージレイアウトでは運送計画情報や出荷情報、運送依頼情報といったメッセージを定義している。関係者は、運送業務および倉庫業務に関して各主体間で送受するメッセージのうち、物流情報標準メッセージレイアウトのプロセス一覧に記載されたメッセージについては、項目の中から取捨選択して使用する必要がある。一方で、利用者が必要とする範囲のメッセージについては物流情報標準メッセージの使用を求めているものの、全てのメッセージを実装する必要はない。また、物流情報標準メッセージで定める各メッセージのデータ項目のうち、「必須」と定めるデータ項目は実装する必要があるが、それ以外のデータ項目は利用者が必要に応じて取捨選択して使用してよく、業界特有の項目に関しては必要に応じて項目追加が可能である。表1は標準メッセージの一例である。

●表1 標準メッセージの一例：運送計画情報の一部

番号	項目名	項目名(英語表記)	必須	キー	CD	項目定義	値の型	出現回数	備考(注カス)	情報伝達
1	メッセージ種別	msg_type	●			メッセージの種別	801	1	運送計画情報	○
2	メッセージ種別	msg_type	●			受領側での受信メッセージの処理順序を示す番号	801	1		○
3	メッセージコード	msg_code	●			メッセージの種類を示すコード	810	1		○
4	メッセージ日	msg_date	●			メッセージを作成した日付	820	8/1		○
5	メッセージ時刻	msg_time	●			メッセージを作成した時刻(時、分、秒)	830	8/1		○
6	訂正コード	msg_corr_code	●			メッセージの更新、変更、取消を示すコード	811	1		○
7	備考(漢字)	note_japanese				備考情報を格納する漢字スペース 訂正コードで取消をした場合、取消理由を記載	K0500	8/1		
8	運送計画	msg_plan	●					1	運送計画情報	
9	運送計画種別コード	msg_plan_type_code	●			運送計画の種類(単行計画、共同計画等)を示すコード	810	8/1		○
10	運送計画種別	msg_plan_type	●					1-999	運送計画種別	
11	運送依頼	msg_req	●					1	運送計画情報	
12	運送依頼番号	msg_req_number	●	●		荷送人が運送依頼メッセージで行った管理番号	X030	1		
13	運送依頼年月日	msg_req_date	●			荷送人が運送事業に対して運送を依頼した日付	830	8/1		○
14	運送依頼数量	msg_req_qty	●			運送事業者が運送依頼で行った数量	X030	8/1		

また、物流標準データ項目一覧では標準メッセージで利用するデータ項目の名称やデータ型、桁数を定義し

ている。物流標準メッセージで定めるメッセージを主体間で連携する場合、標準データ項目一覧に定めるデータ項目は、その定義内容を利用する必要がある。

前述の物流業務プロセス内においては、メッセージの活用例が記載されている。SIPスマート物流サービスによる生産性向上の実現には、名称や定義の統一されたデータ項目を活用した物流標準メッセージの活用が不可欠となる。表2は物流標準データ項目一覧の一部である。

●表2 物流標準データ項目一覧の一部

項目名	値の型 (*)は共通コードを定義	項目定義	物流XML/EDIに定める項目ID
データ処理NO.	9(5)	受信者での受信メッセージの処理順序を表す番号	00001
情報区分コード	X(4) *	メッセージの種類を示すコード	00002
データ作成日	X(8)	メッセージを作成した日付	00003
注文番号	X(23)	発注者が注文毎に付与した管理番号	00007
訂正コード	X(1) *	メッセージの新規、変更、取消を示すコード	00009
運送品標記用品名(カナ)	X(30)	運送品に標記するカナ品名	00022
発注者品名コード	X(25)	発注者が採番した商品の管理コード	00024
分納回数	9(3)	何回目の分納納入であるかを表す数値	00045
検収日	X(8)	納入した商品を検収した日付	00051
伝票番号	X(10)	受注者が出荷毎に付与した管理番号	00053
受注者管理番号	X(23)	受注者が売掛情報に付与した管理番号	00136
計上月度	9(4)	売掛計上した年及び月度(YMMM)	00142
エンドユーザ注文番号	X(23)	商社経由の取引において商社に対する元発注者が注文情報に付与した管理番号	00157

なお、本ガイドラインでは標準コードも定義している。表3の通り、データ項目のうち「時間(When)」「場所(Where)」「物事(What)」「主体(Who)」を示す項目については、グローバル規模で利用されているコード体系や物流分野における国内標準を優先しつつ、コード標準を定めた。物流標準メッセージで定めたメッセージを主体間で送受するときは、これらのコードを使用することが求められる。また、物流・商流データ基盤利用時に入力が必要となるコードを「必須コード」と定め、コード入力の代替手段としてデータの文字入力を選択することが出来るものについては「推奨コード」と定めている。

●表3 標準コード

	必須	推奨	業界により推奨
When	ISO 8601-1:2019【ISO】 JIS X 0301【JIS】	-	-
Where	郵便番号コード【日本郵便】	位置情報コード【SIPスマート物流サービス】 UN/LOCODE(港及び地名コード)【UN/CEFACT】 GLN(企業・事業所識別コード)【GS1】	-
What	自動車登録番号 【国土交通省】	GTIN(商品識別コード)【GS1】 SGTIN(商品用の個別識別コード)【GS1】 GRAI(リターンブル資産識別コード)【GS1】 SSCC(出荷梱包シリアル番号)【GS1】 コンテナ番号:ISO6346【ISO】 空輸貨物用機材識別番号(専用コンテナ・パレット):ULD No.【航空キャリア】 船舶識別番号:IMOナンバー【IMO】 航空会社コード:IATA No.【IATA】、ICAO No.【ICAO】	医薬品及び医療機器の商品マスタとして保有・活用されているMEDISのコード
Who	法人番号【国税庁】	基本GLN【GS1】	業界VANとして保有・活用するFINET、プラネット、MD-Net、MDBで使用される取引先コード

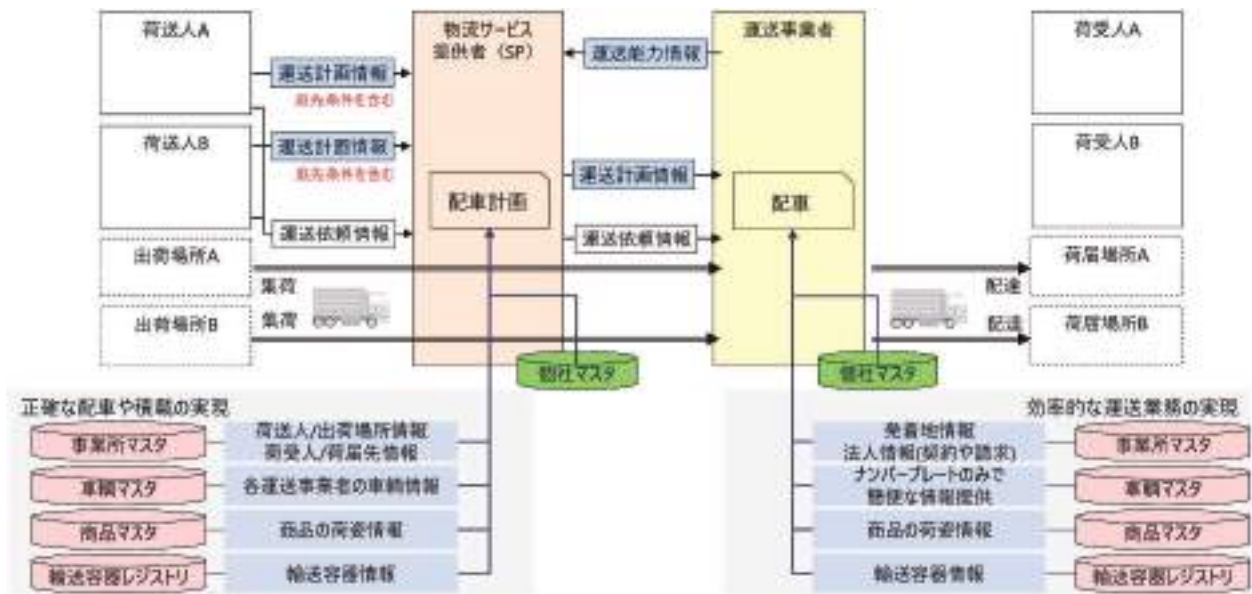
※青字はマスタのキーコードとなる。利用する際の入力方法を後段で説明。p.84以降参照のこと。  
※グローバル対応時は、Whoを表すコードである、SWIFTコード・DUNSコード等の検校が必要。

これまでは標準化されたコードがなく、荷送人・荷受人・運送者が各々のデータ体系で入力した場合、運送情報の提供及び保管が困難であった。物流・商流データ基盤上で関係者が相互に連携し、物流インフラのプラットフォームとして機能するためには、コードの標準化は必要不可欠である。物流標準メッセージレイアウト・物流共有マスタ標準でも、これらの標準コードを利用している。

### (3)物流共有マスタ標準

物流共有マスタ標準では各々の業界PFで利用できるマスタを定義しており、事業所情報、車輛情報、商品情報の3つのマスタと、輸送容器情報の1つのレジストリのデータ標準化を規定している。3つのマスタと1つのレジストリを整備する場合は可能な範囲で本規定に従ったマスタデータの項目定義を採用するとともに、他の業界マスタとの連携を可能とすることが望まれる。図3は、共同運送を例に3つのマスタと1つのレジストリの活用イメージを示したものである。関係者が必要な情報をスムーズに取得することができるようになることで、効率的な共同運送が実現する。

●図3 4つのマスタ/レジストリの活用イメージ



## 3 物流情報標準ガイドライン策定のプロセス

本ガイドラインは物流XML/EDI標準をベースとし、SIPスマート物流サービスの目的に合わせてメッセージや項目を追加する形式で図4に示すプロセスを通じて作成している。そのため、2021年の初版公開までに様々なご意見を頂戴した。第一に、実際にSIPスマート物流サービスの理念に従って事業の展開を検討している、業種等データ基盤研究開発者や社会実装チームの意見を最大限反映して作成している。また、物流事業者を中心とした業界関係者にヒアリングを実施することで、現在の業務における基本的な考え方との大きな齟齬はなくし、本ガイドラインを利用する上での障害を低減できるよう工夫した。第二に、専門家からご意見を頂戴する目的で、全4回の物流情報標準化検討委員会を開催した。広く集めた本ガイドラインに対する意見は真に必要なものか、本ガイドラインに反映するべきものかという観点で専門家から意見を頂戴し、本ガイドラインの策定や更新に取り組んだ。現在はVer.2.0を公開している。

●図4 ガイドライン策定プロセス

時期	行程	行程詳細
～2020年6月	ガイドライン素案作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>物流XML/EDI標準をベースにプロセス標準、メッセージ標準、マスタ標準の素案を作成               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ グローバルユニークとなるコード体系を調査・適用</li> <li>✓ PoC事業者から意見を聴取・ガイドラインを洗練化</li> </ul> </li> </ul>
～2021年9月	専門家会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部有識者から意見を収集               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 第1・2回物流情報標準化検討委員会の開催</li> <li>✓ パブリックコメントの実施</li> <li>✓ 物流事業者等からの意見の収集</li> </ul> </li> </ul>
2021年10月	ガイドラインVer.1.000の公開	<ul style="list-style-type: none"> <li>初版を公開</li> </ul>
～2022年3月	軽易な修正の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>誤記の修正など軽易な修正を度実施               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ver.1.02に更新</li> </ul> </li> </ul>
2022年4月～	ガイドラインVer.2.00への更新準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>より現場の実態に合うようガイドラインの更新を検討               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ガイドライン公開後に頂戴した意見の集約</li> <li>✓ 社会実装チームのご意見の収集</li> </ul> </li> </ul>
2022年8・9月	専門家会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部有識者から意見を収集               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 第3・4回物流情報標準化検討委員会の開催</li> </ul> </li> </ul>
2022年10月	ガイドラインVer.2.000の公開	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ver.2.00を公開</li> </ul>
2022年11月～	ガイドライン普及活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガイドラインの広報・普及活動               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ガイドライン利用の支援</li> <li>✓ 利用メリットの提示</li> </ul> </li> </ul>

これまでに本ガイドラインの策定に関し、ヒアリングやマッピング等にご協力いただいた企業・団体は以下の通り。

【企業・団体一覧表】 ※法人格を除く50音順

Gaussy株式会社  
 一般社団法人 医療材料統合流通研究会  
 国立 国際医療研究センター  
 公益財団法人 国土地理協会  
 一般財団法人 自動車検査登録情報協会  
 株式会社セイノー情報サービス  
 帝人株式会社  
 デジタルロジスティクス推進協議会  
 株式会社日通総合研究所  
 一般社団法人 日本アパレル・ファッション産業協会  
 一般社団法人 日本加工食品卸協会  
 日本電気株式会社



日本パレットレンタル株式会社  
一般社団法人 日本物流団体連合会  
公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会  
株式会社日立物流  
日立物流ソフトウェア株式会社  
ファイネット株式会社  
株式会社プラネット  
一般社団法人 米国医療機器・IVD工業会  
株式会社メディコード  
ヤマト運輸株式会社  
ユーピーアール株式会社  
公益財団法人 流通経済研究所  
一般財団法人 流通システム開発センター

### 【関係省庁】

経済産業省商務情報政策局  
国土交通省国土地理院  
国土交通省自動車局自動車情報課  
国土交通省総合政策局物流政策課  
デジタル庁

物流情報標準化検討委員会の委員・オブザーバーは以下の通り。  
他委員の他薦をもって、田中委員を座長とした。

### 【第1・2回物流情報標準化検討委員会】

◆事務局 スマート物流サービス標準化検討WG（事務局：(株)野村総合研究所）  
◆委員（氏名は記載しない）  
一般財団法人 流通システム開発センター 部長  
株式会社日通総合研究所 アカウントオフィサー  
公益財団法人 流通経済研究所 専務理事  
株式会社セイノー情報サービス シニアコンサルタント 担当部長  
スマート物流サービス サブプログラムディレクター  
一般社団法人 日本物流団体連合会 アドバイザー  
スマート物流サービス プログラムディレクター  
一般社団法人 日本加工食品卸協会 専務理事  
富士通株式会社 部長  
公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 JILS総合研究所 所長  
株式会社物流革命 代表取締役社長  
一般社団法人 米国医療機器・IVD工業会（AMDD）部長  
ライオン株式会社  
早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授  
（ご所属は当時のもの）

◆オブザーバー（関係省庁）

国土交通省 総合政策局 物流政策課 物流高度化推進官  
国土交通省 総合政策局 物流政策課 物流効率化推進室 主査  
国土交通省 総合政策局 物流政策課 物流効率化推進室 主査  
経済産業省 商務・サービスグループ 消費・流通政策課 物流企画室 係長  
(ご所属は当時のもの)

【第3・4回物流情報標準化検討委員会】

◆事務局 スマート物流サービス標準化検討WG（事務局：(株)野村総合研究所）

◆委員（氏名は記載しない）

スマート物流サービス サブプログラムディレクター  
スマート物流サービス サブプログラムディレクター  
スマート物流サービス フェロー 兼 統括プロジェクトマネージャー  
スマート物流サービス フェロー  
公益財団法人 流通経済研究所 専務理事  
デジタルロジスティクス推進協議会 事務局  
株式会社セイノー情報サービス スマート物流推進室  
スマート物流サービス サブプログラムディレクター  
Gaussy株式会社WareX事業部  
一般社団法人 日本物流団体連合会 アドバイザー  
スマート物流サービス プログラムディレクター  
一般財団法人 流通システム開発センター データベース事業部  
一般社団法人 日本加工食品卸協会 専務理事  
日本アパレル・ファッション産業協会 専務理事  
帝人株式会社 スマートセンシング事業推進班  
富士通株式会社 部長  
公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 JILS総合研究所 所長  
一般社団法人 米国医療機器・IVD工業会（AMDD）流通・IT委員会 委員長  
早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授  
(ご所属は当時のもの)

◆オブザーバー（関係省庁）

国土交通省 総合政策局 物流政策課 専門官  
国土交通省 総合政策局 物流政策課 主査  
経済産業省 商務・サービスグループ 物流企画室 流通専門官  
経済産業省 商務・サービスグループ 物流企画室 係長  
(ご所属は当時のもの)

## 4 物流情報標準ガイドライン利用のメリット

本ガイドラインの利用は、現時点で情報システムを未導入の事業者だけでなく既に導入済みの事業者にとっても大きなメリットがある。例えば、取引相手の数だけデータ項目の名称や定義を突合し、項目の過不足などを調整して個別最適なシステム構築を都度行う必要があり、時間的・金銭的コストが大きいという課題を現在抱えている事業者は多いが、将来は本ガイドラインを活用した事業者が増えることで、個別調整の必要な部分が減少することが考えられる。あらゆる業界でのデータの統一化は、共同輸送や共同保管等、物流業務の効率化に資する施策を可能とする。また、物流サービス提供者や物流事業者、倉庫事業者だけでなく、荷送人や荷受人の物流に関する課題解決にも資する。一方システム未導入企業に対しては、本ガイドラインに従ったシステム構築を促すことで、荷送人・荷受人ともに人的・金銭的負荷の軽減となる。さらに、将来は物流業務の最適化として物流サービス提供者の提供する共同輸送や共同保管等の応用的なサービスが増えるが、利用のためにはその際に本ガイドラインを導入することが必須になるとも考えられる。以上のメリットを表として整理したものが表4である。

●表4 ガイドライン利用のメリット

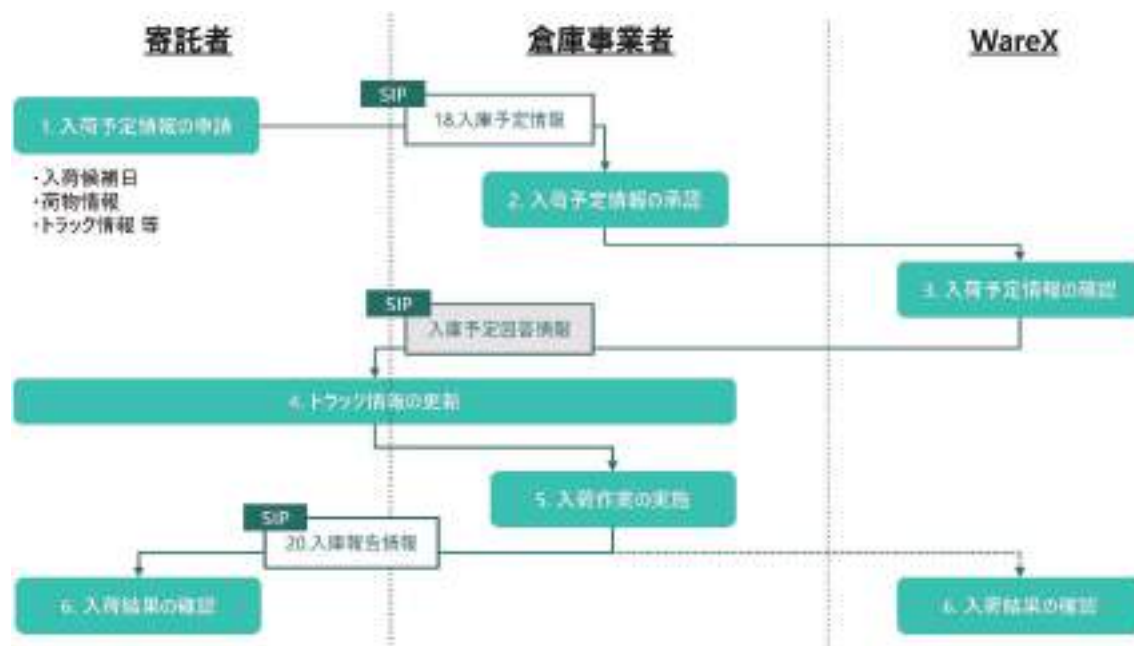
課題	物流サービス提供者（宅配）	物流事業者	倉庫事業者	荷送人	荷受人
<b>情報システム未導入</b>					
業務に集中できない 投資余力がない		【これまで】 システム構築のための初期投資は金銭的負担が大きい。 【物流情報標準ガイドライン利用後】 将来的には物流情報標準ガイドラインに準拠したシステムは汎用性になるため、より低価格になると思われる。		【これまで】 システムに対応できない物流事業者・倉庫事業者とは電子メールやFAXでやり取りを行っており、人的負担が大きい。	
ランニングコストが大きい		【これまで】 荷送人・荷受人と対応が必要であることから、ランニングコストも大きく、投資を躊躇せざるを得ない。 【物流情報標準ガイドライン利用後】 物流情報標準ガイドラインに沿った事業者が増えることで、物流情報標準ガイドラインに準拠するシステムをより構築するコストが下がり、ランニングコストが削減される。		【物流情報標準ガイドライン利用後】 システム構築を促すことで、荷送人・荷受人ともに負担軽減となる。また、物流情報標準ガイドラインに準拠したシステムと対応することが物流事業者等の負担軽減にもつながり、システム導入の促進につながる。	
<b>情報システム未導入済</b>					
データ連携、 コードの適合性がとれない	【これまで】 取引先や受発注先とのデータ連携、各荷送人・荷受人と最適なシステム構築を都度行う必要があり、時間的・金銭的コストが大きい。 【物流情報標準ガイドライン利用後】 物流情報標準ガイドラインに沿った事業者が増えることで、それらの課題の必要な部分が減少し、自社最適なシステム構築が可能となる。			【これまで】 システム未導入済みの場合は、物流事業者等と連携するための作業が必要となる。	
人的負荷が大きい ランニングコストが大きい				【物流情報標準ガイドライン利用後】 物流情報標準ガイドラインに沿った対応は物流事業者等の負担も減り、必要な対応につながり、システム導入の促進につながる。	
対応が難しい 少ない	【これまで】 システム未導入企業とのやり取りは、人的・金銭的負担が大きい。また、各社のフォーマットが異なるためデータ連携が難しい。 【物流情報標準ガイドライン利用後】 データの統一化が図られ、共同輸送や共同保管等、物流業務の効率化に資する施策を可能とすることが可能となる。			【これまで】 荷送人・荷受人は自社最適なシステムの手続きを物流事業者・倉庫事業者に変更してきた。物流事業者側の対応が変更される中で、システム構築・維持の金銭的負担やデータ連携のための負担が大きい荷送人・荷受人は、物流の悪い手続が増える可能性がある。 【物流情報標準ガイドライン利用後】 物流事業者等は物流情報標準ガイドラインに沿ったシステムを構築しており、それにより、物流事業者等と連携しやすくなる。また、SPD連携する共同輸送や共同保管等の付随的サービスも活用可能となり、物流業務の効率化につながる。	

## 5 物流情報標準ガイドライン準拠の実際例

実際に本ガイドラインのメッセージに準拠いただいた事例としてGaussy株式会社があげられ、2023年1～3月期にメッセージ準拠した入出荷機能をリリース予定で、開発を進めている。スピーディーなシステム開発要請のあるベンチャー企業の現場において求められていたのは一つの業界標準であったため、本ガイドラインに準拠いただくことが決まった。

Gaussyは物流DXの推進を目的に、倉庫シェアリング型寄託サービスのWareXを提供する企業である。WareXは、日々の業務で荷物の預け先に困った事業者が、全国の倉庫とマッチングすることで、保管をスポット依頼できるサービスである。業務プロセスは図6の通りである。

●図6 WareXの業務プロセス概略図



上記のプロセスを踏まえ、「入庫予定情報」と「入庫報告情報」に準拠した。メッセージのデータ項目から必要なものを取捨選択し、自社固有で必要となる項目は適宜追加している。表5に詳細を示す。

●表5 メッセージ準拠の詳細

準拠したメッセージ	データ項目
18.入庫予定情報	貨物情報 ・「委託貨物」、「貨物明細」は基本的に全ての項目を使用する方針 ・倉庫内業務を効率化するために、貨物サイズの詳細情報（縦、横、高さ）を追加予定 ・受託者賠償責任保険の保険料算出のために、寄託価額（商品原価）の情報を追加予定 ・細かな温度管理が必要な貨物のために、「保管温度種別コード」に加えて具体的な保管温度（例：18℃）の情報を追加予定  事業者情報 ・WareXでは「荷受人」、「物流サービス提供者」、「倉庫事業者」の情報が重複するため、一部の項目のみ使用する予定
20.入庫報告情報	上記同様

まだまだサービスの立ち上げ段階ではあるが、将来的には倉庫内の在庫データの標準化とオープン化をすすめることで、共同運送等に活用することも目指している。



ユニット名	要素基礎技術の開発
研究責任者	森 悦司（富士通株式会社）
支援研究機関	京都大学

## 1 研究開発の背景と目的

本課題では、サプライチェーン全体の物流・商流情報を収集し、物流・商流データ基盤に一元的に蓄積することで、サプライチェーン全体を可視化し、新たな価値を創出し提供していくことを目指している。

この物流・商流データ基盤は、荷主と物流事業者などのサプライチェーンの関係者から適切に提供された情報を、適切なユーザに提供することにより、計画的で効率の良い物流や、消費データに基づく生産といった高付加価値な商流を実現するため、ユーザを「認識」（適切なデータを適切なユーザにのみ共有する）した上で、データ提供者からデータを「受け取り」、そのデータを適切な場所に「保管」し、適切に「加工」した上で、それを欲するデータ利用者に「提供」する機能が必要となる。さらに、サプライチェーンにおける様々な事業主・企業の多種多様な大量のデータを取り扱うことが予測されるため、取り扱いルール等・高速かつ耐改ざん性・透明性・秘匿性・高いセキュリティ機能も不可欠である。

## 2 研究開発の目標

物流・商流データ基盤の幅広い活用を実現するため、以下の要素基礎技術の研究開発を行う。

### (1) アクセス権限コントロール技術（以下、要素技術①とする）

複数の企業が保有する物流・商流データを一元的に管理し、データ提供者が登録したデータに対するアクセス権限をコントロールできる技術を開発することで、データの機密性が担保され、安心・安全にデータを共有できるデータ基盤環境を整備する。

### (2) 非改ざん性を担保する技術（以下、要素技術②とする）

複数の企業から入手した物流・商流データを一元的に管理し、データの来歴情報等の透明性を確保する技術を開発し、データ提供者が信頼して物流・商流データ基盤を活用できる環境を整備する。

### (3) 個別管理データを抽出し変換する技術（以下、要素技術③とする）

個別管理データの変換については、物流・商流データ基盤内の先行する数十社のデータの変換事例を学習することで、新規参加企業のデータを自動的に変換する標準化技術を開発する。

### (4) 他の先行するプラットフォームとの連携技術（以下、要素技術④とする）

個別のプラットフォームでそれぞれ分析したビッグデータを統合する際にお互いのデータ入出力に負荷がかからないようにする技術や、港湾関連データ連携基盤等の先行するプラットフォームと連携する際に先方のルールに適合させる等双方向の変換を容易に実現する技術を開発する。

### (5) 標準化

物流・商流データ基盤で業界を横断してのデータ連携や情報分析が可能となるよう、「物流情報標準ガイドライン」に定義されたメッセージ標準、コード標準に従った標準化の実装を行う。

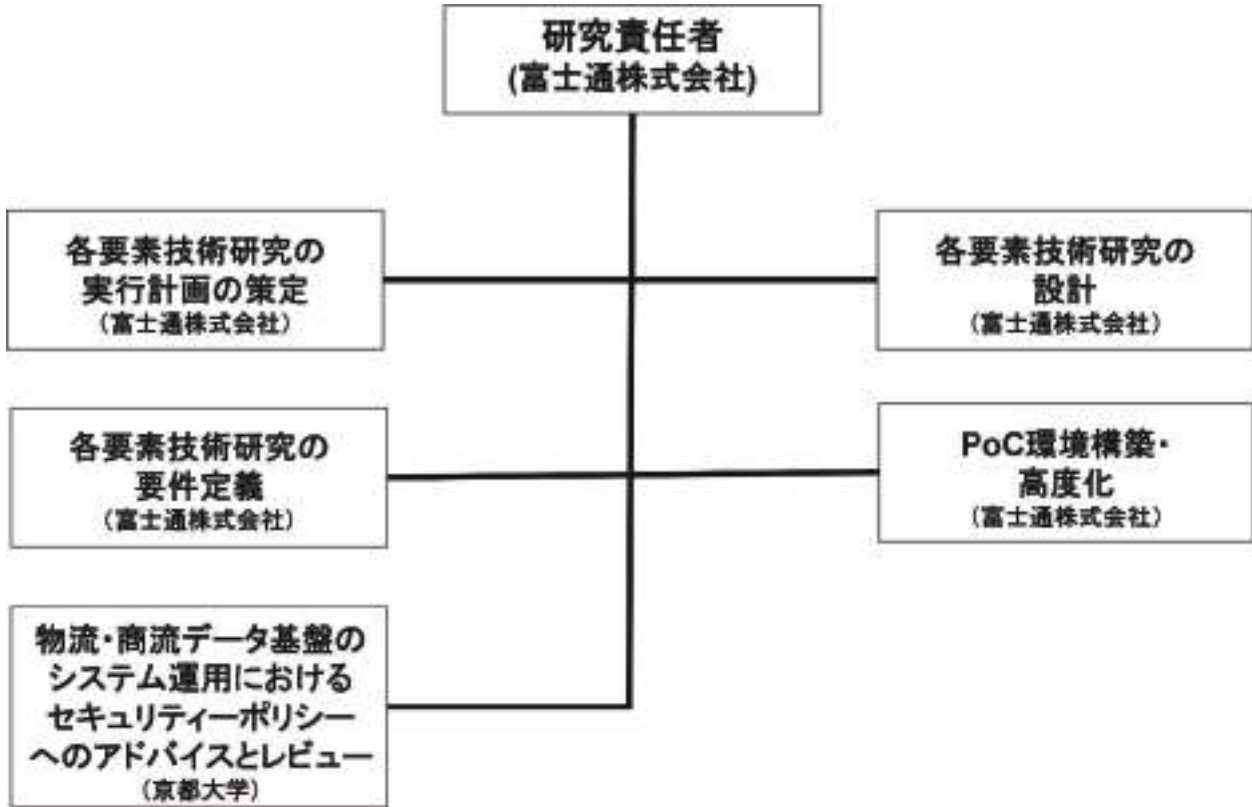
### (6) 共通処理方式

物流・商流データ基盤でのアプリ開発及び運用に必要な共通処理方式/業務共通処理機能を提供し、業界事業者の開発・運用効率化を図る。

### 3 実施体制

本研究は図1の実施体制で実施した。

●図1 実施体制



## 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度		2021年度		2022年度		備考
要素基礎技術	③個別データ抽出・変換技術		要件定義 研究開発	評価・効果検証	社会実装高度化		運用性などの改善① 運用性などの改善②	各事業者の検証からのフィードバック対応
	①アクセス権限コントロール技術		機能・要件企画	研究開発	機能評価	業界モデル検証		
	②非改ざん性担保技術			研究開発		機能評価		
	⑤他プラットフォーム連携技術		要件定義	研究開発	機能評価	業界モデル検証		
標準化対応	標準化		開発環境構築・維持管理	標準仕様の設計	メッセージ標準、コード標準の実装	標準マスタの機能実装		
	共通処理方式				アプリケーション開発や運用のための共通処理方式作成			
社会実装				商品化計画	シネスモデル、プライシング拡販施策	販売、サポート体制準備	データ基盤)商品化向け構築	先行版リリース対応
							ミドルウェア商品化(BDIS V1.5) ※要素技術	

## 5 研究開発の取組みと成果

### (1) アクセス権限コントロール技術

アクセス権限コントロール技術によりデータ提供者がデータの公開範囲や漏洩をコントロールできるようにすることを目標としている。より具体的にはデータ提供者自身が、利用者毎のアクセス権限をきめ細かく設定できる機構により、図2に示すように安心してデータを提供できるようにすることを目指している。本技術の新規性は、データ提供者が登録データの公開/非公開などのアクセス権限を簡単に設定できることである。従来はデータ登録先のリソース(DBやファイル)毎にアクセス権限設定が必要なため作業が煩雑になっており、設定の誤りによるデータ漏洩リスクが存在していた。一方で本技術を活用すると、アクセス権限の一元管理によりリソース毎の設定操作が不要となり作業を簡略化することが可能になるため、リスクを回避できる。また、設定した権限の矛盾検知・回避により作業品質も向上させることが可能となる。

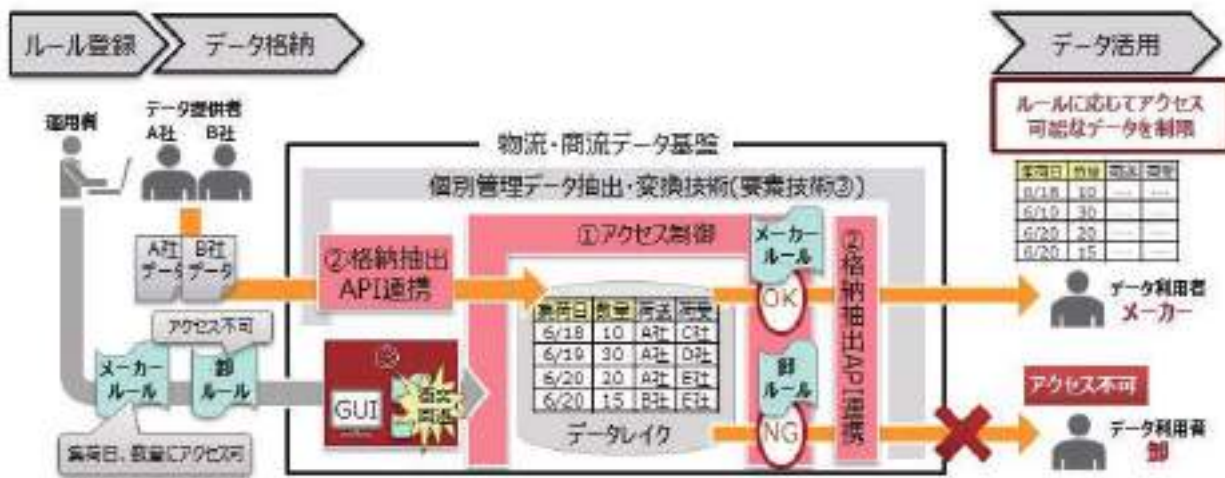
本技術での開発実施事項は以下の三点である。

- ①認可ルール（公開相手やレコード、カラム単位等の公開範囲）に基づき、データレイク（データ蓄積基盤）に登録したデータへのアクセスを利用者ごとに制限できる機能を実現した
- ②格納抽出API（要素技術③）を介したアクセス制限により、データ利用者のデータ抽出方法を変更せずにアクセス制御を実現した
- ③認可ルール設定Graphical User Interface (GUI)やルール衝突の自動検知機構により、設定作業を簡略化した

上述①、②、③は開発を完了し、業務検証実施済みである。また、業界事業者の要件フィードバックを通じて運用性等を改善し、認可ルール設定GUIの使いやすさを向上させた。



●図2 アクセス権限コントロール技術の研究開発イメージ



開発の効果としては、以下の2点があげられる。

- ④アクセスルール作成時に以下のルール誤り防止対策により、情報漏洩リスクの低減が可能になった。
  - ・ルール衝突の自動検知機構により、運用者が意図したアクセス権限を正しく設定
  - ・ルール変更時の承認機能により、運用者（承認者）が不正なアクセス権限設定を排除
- ⑤従来技術との比較でアクセス権限設定の作業工数が、図3が示すように70%削減が可能になった。

●図3 従来技術との比較でアクセス権限設定の作業工数の削減



(2)非改ざん性を担保する技術

非改ざん性担保技術は、データの改ざん防止に加え、トレーサビリティ向上により透明性を高めることを目標としている。非改ざん機構を実装した上で、さらに万が一物流・商流データ基盤に提供したデータの改ざんが検知された場合に、データ提供者が操作ログを追跡できるようにする。従来技術では、データへのアクセスの認証/認可情報をもとに許可・ブロックをコントロールすることでセキュリティを確保していたが、本技術により、正当な権限を持つ管理者であっても変更できないように履歴を管理することで、セキュリティを突破された場合でも、証拠を追跡して不正操作からの確実な復元が可能となる。

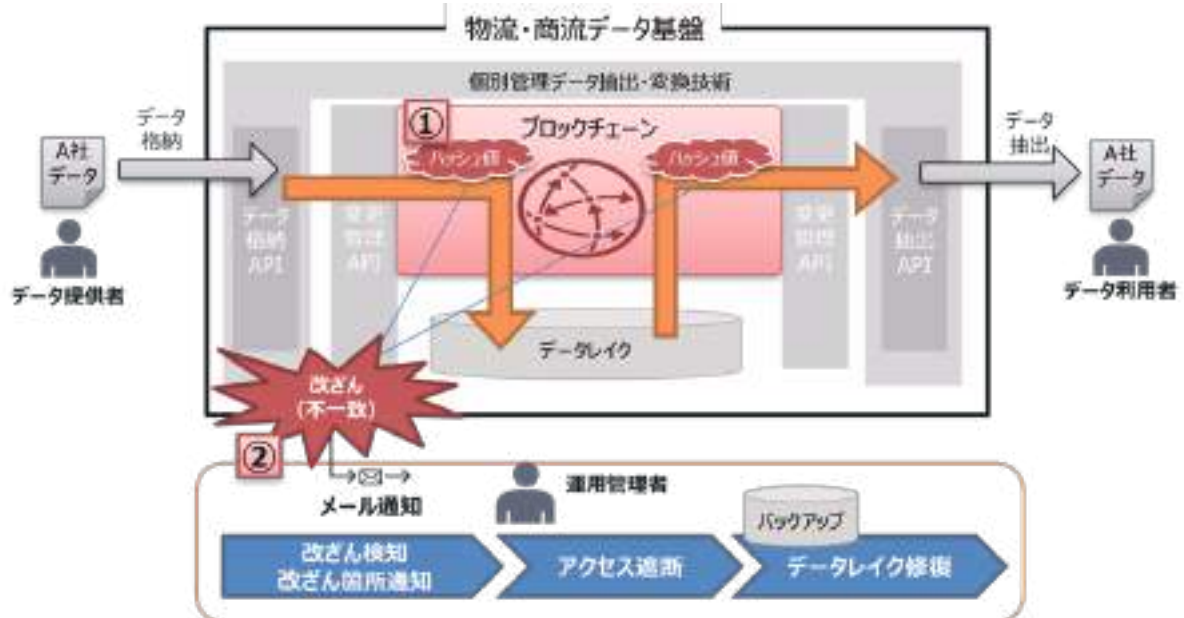
本技術は図4に示すように、参画機関が保有する技術をベースに、データレイク上で共有するデータを含めて複数の企業を経由し、生成・加工されたデータの操作ログをブロックチェーンに統合する技術である。従来のトレーサビリティの対象はブロックチェーンに配置されたデータや操作のみに限られていたが、本技術によりデータレイクの公開データやブロックチェーンの公開データの場所等のメタデータを管理し、データレイク操作のトレーサビリティを確保することが可能になる。

本技術での開発実施事項は以下の2点である。

- ① データ改ざん防止のため、証跡データ管理を可能にした
- ② 改ざんを検知・対応・復旧する仕組みを具備した

上述①、②は開発を完了し、業務検証実施済みである。また、非改ざん性担保技術の高度化として検知性向上を実施し、事業者DB向けの非改ざん性担保API、及びなりすましによる改ざんの対策機能を実装した。

●図4 非改ざん性担保技術の研究開発イメージ



開発の効果としては、以下の点があげられる。

①改ざん検知～復旧の簡易化により、改ざん対策の運用作業の効率化により、図5が示すように検知～復旧プロセスの工数を78%削減(3.5人日→0.75人日)が可能になった。

●図5 改ざん検知～復旧の簡易化による改ざん対策の運用作業の効率化



### (3)個別管理データを抽出し変換する技術

個別管理データ抽出・変換技術は物流・商流データ基盤に提供するデータを独自形式から共通形式へ変換する技術である。従来はデータ提供者が個別に変換作業を実施しており、利用者は共通形式でのみ取得可能であ

ったが、本技術の活用により、提供者は変換事例をもとに変換するため利用者は独自/共通形式のどちらでもデータの取得が可能となる。このように新規参入事業者の形式変換作業を効率化し、物流・商流データ基盤への参入障壁を下げる技術である。

技術としての新規性は、図6に示すように Programming by Example(PBE)技術を応用し、変換作業の効率を向上させたことにある。従来は入力支援、定義ひな形をGUI操作によって変換定義作成を効率化していたものの、変換論理の設計までは効率化できていなかった。一方で本技術の活用により、先行企業の変換事例(過去の入出力データ)をもとに変換プログラムを自動生成するため、変換論理はシステムが学習することになり、変換論理設計が不要になった。

本技術の開発内容は以下の3点になる。

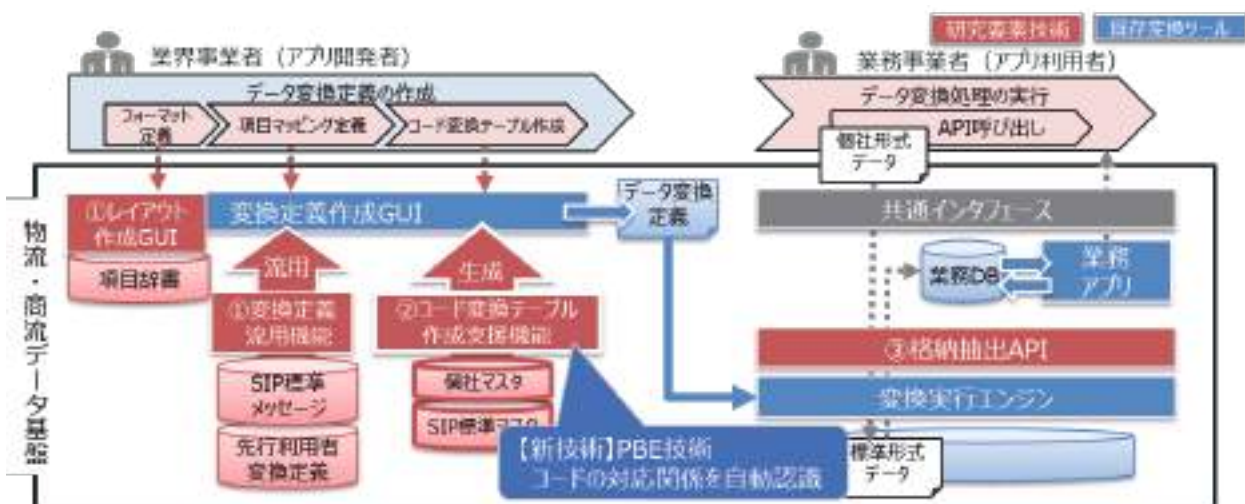
①物流情報標準ガイドラインのフォーマット定義や先行企業の変換定義を流用して変換定義を作成可能にすること

②マスタをもとにコード変換テーブルを作成して変換定義を取り込み可能にすること

③格納・抽出処理の中で変換定義を読み込んで変換処理を実行可能にすること

上述の①、②、③の開発は完了し、業務検証を実施済である。また、業界事業者の要件フィードバックを通じて運用性等を改善した。

●図6 個別管理データ抽出・変換技術の研究開発イメージ

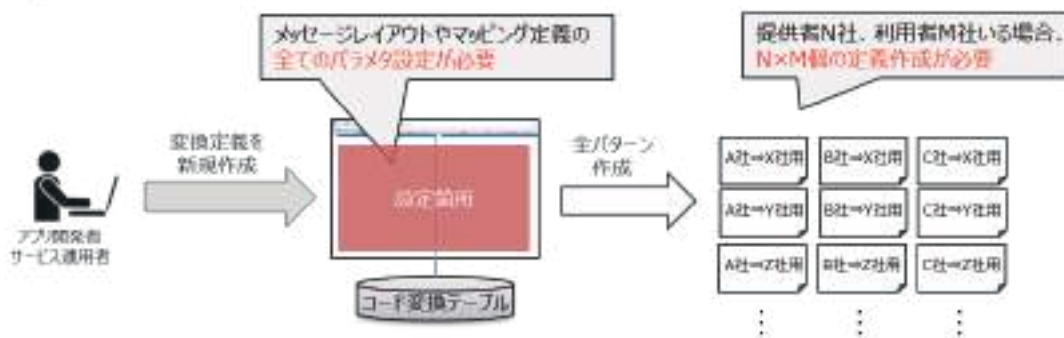


開発の効果としては、以下の④⑤⑥の3点があげられる。

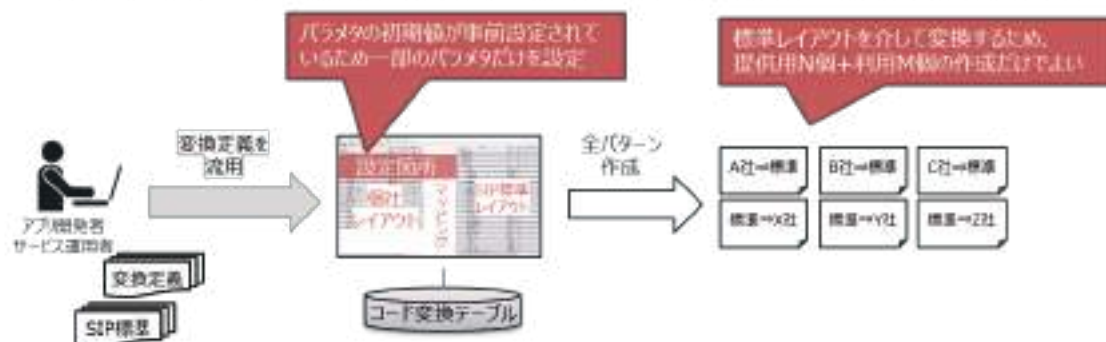
④物流情報標準ガイドラインや先行事業者の定義再利用により、変換定義の作成作業を効率化した  
従来は、GUIを使用してスクラッチで定義していたが、本研究では物流情報標準ガイドラインのメッセージや先行企業の変換定義を流用し定義することで図7に示すように効率化を実現した

●図7 物流情報標準ガイドラインや先行事業者の定義再利用による変換定義の作成作業の効率化

**従来技術** 変換ツールのGUIを使用し、**相手先毎にレイアウト変換定義を作成する必要あり**



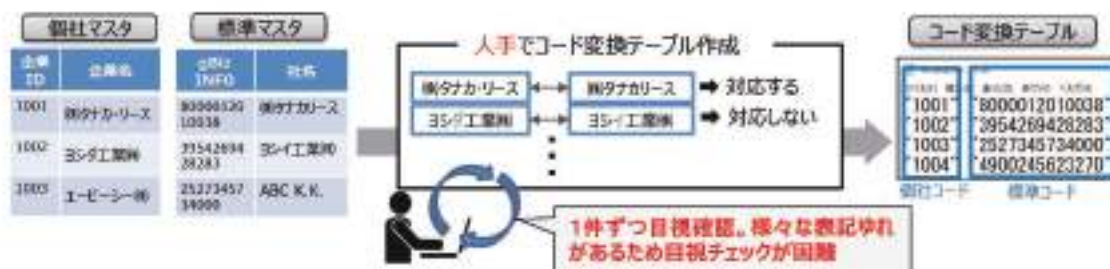
**本技術** SIP標準メッセージレイアウトや先行利用者の**変換定義を流用し、変換定義の作成を簡略化**



⑤ 個社マスタ・標準マスタを元に、コード変換テーブルを自動生成することで、図8に示すように変換定義の作成作業を効率化した

●図8 コード変換テーブルの作成作業の学習による変換定義の作成作業の効率化

**従来技術** マスタを元にコードの対応関係を**目視確認し、人手で変換テーブルを作成（作業負担大）**



**本技術** マスタを元に**変換テーブルを自動作成（PBE技術）し、利用者は結果確認のみ（負担軽減）**

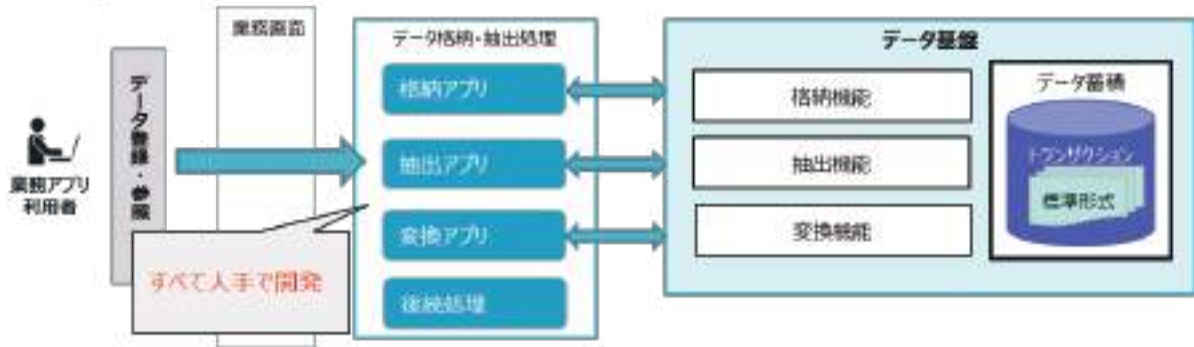


**コード変換テーブルの自動作成率 88%** (完全一致と意味一致の第一候補が正解の場合は自動作成可)

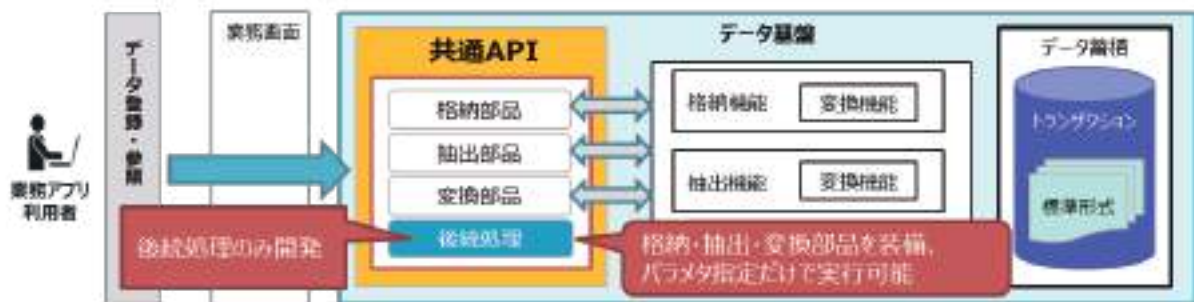
⑥データ登録・参照の共通インターフェイスにより、業務アプリの開発作業を効率化した  
従来は物流・商流データ基盤への格納、抽出、変換にはデータ処理アプリの開発が必要であったが、図9に示すように共通インターフェイスの呼び出しのみで物流・商流データ基盤への格納・抽出・変換が可能となった。

●図9 データ登録・参照の共通インターフェイスによる業務アプリの開発作業の効率化

**従来技術**

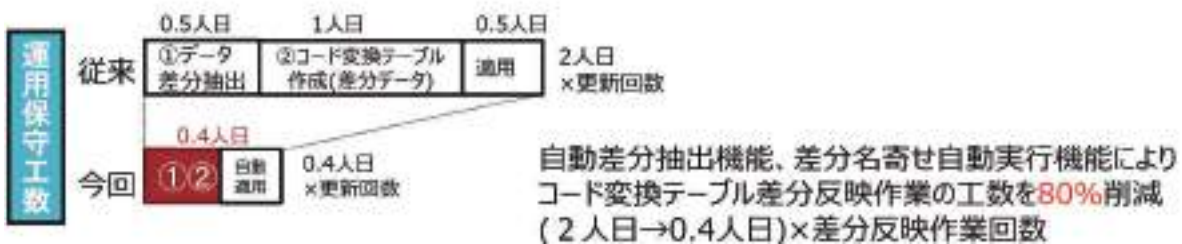
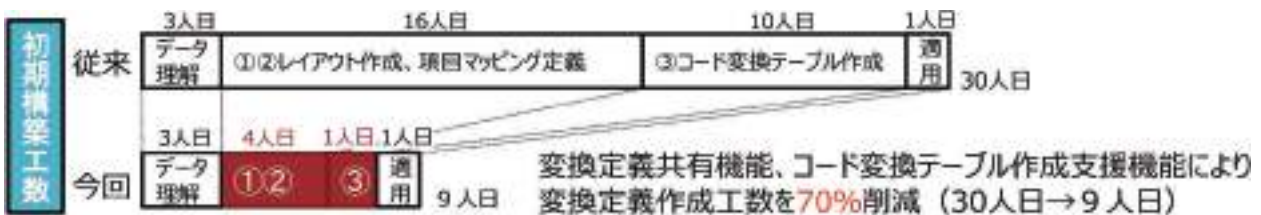


**本技術** 利用者は、**共通APIの呼び出しのみ**でデータ基盤への格納、抽出、変換が可能



上記④⑤により、図10に示すように従来技術との比較でデータ変換定義作成の工数が初期構築時は70%削減、運用保守時には80%削減が可能となった。また、上記⑥により、図11に示すようにアプリ開発工数は60%削減が可能となった。

●図10 初期構築工数と運用保守工数の効率化効果



● 図11 アプリ開発工数の効率化効果



(4)他プラットフォーム連携技術

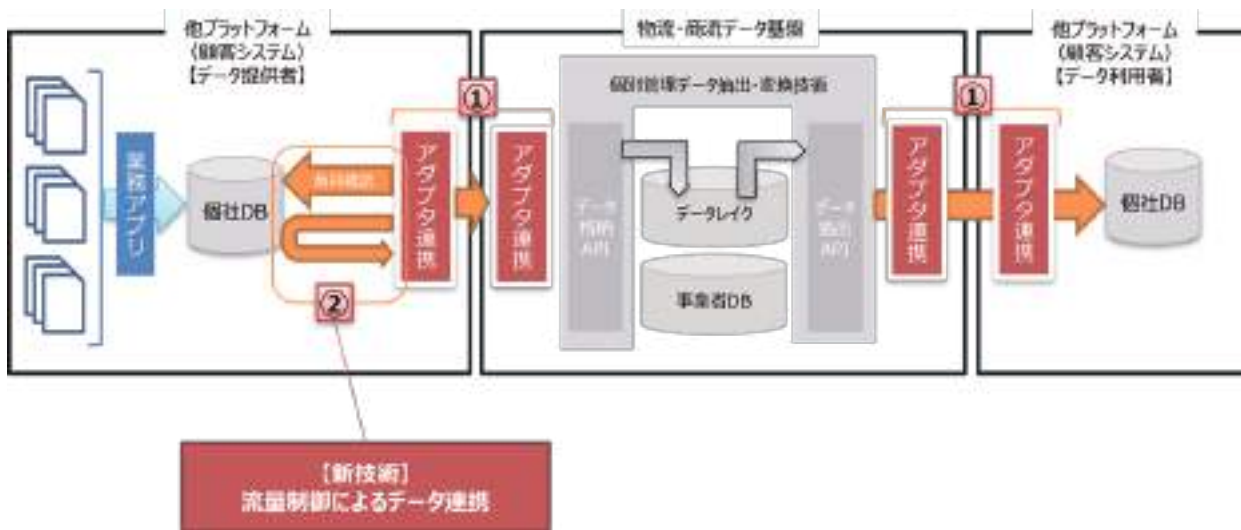
他のブロックチェーンや非ブロックチェーンと透明性・信頼性を担保して連携する技術であり、参加事業者の既存システムや先行するプラットフォームとの連携部分にも透明性を担保し、他業界とのデータ流通を活性化させることを目的としている。従来のやり方では、他プラットフォームとのブロックチェーンやEDIなど連携手法や取引内容に合わせて連携用アプリを開発していたが、アプリ部分の透明性は担保できずにいた。しかし、本技術では、図12に示すようにブロックチェーン技術を拡張した連携アプリつまりアダプタを提供することで、流通データの真正性を担保することを可能にした。

本技術は、連携処理のスループットを犠牲にせずに連携データの完全性を担保する技術であり、従来は大量のデータをブロックチェーンで連携するとスループットが足りず、処理が滞留していたものが、本技術により連携データのハッシュ値のみをコネクションチェーンで連携し、実データはデータベース技術で連携することで高スループットと完全性を両立させることを可能にした。さらに、連携先プラットフォームに差分データ抽出用のアダプタを適用し、連携先への負荷も低減させた。

開発内容としては、以下の2点になる。

- ① 他プラットフォームのデータ連携手段に依存せず、データを抽出・格納可能な機構(アダプタ)
  - ② アダプタにレプリケーション機構(データ複製)を組み込むことで、連携先への負荷を抑制
- 上記①～②は開発を完了し、業務検証を実施済みである。

● 図12 他プラットフォーム連携技術の開発イメージ



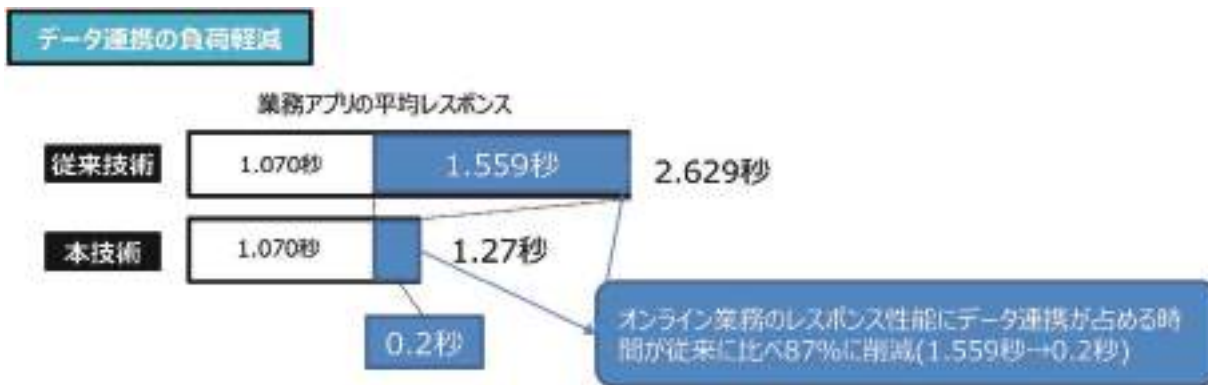
さらに他プラットフォーム連携技術の高度化として、対応DB種のさらなる拡充、サービス運用監視画面の

実装、負荷抑制の精度向上、データ連携の可用性向上等、連携性向上を図った。

開発の効果としては、以下の①、②の2点があげられる。

①データ連携のスループットを自動調整し、顧客システムへ負荷をかけないデータ連携を実現し、図13に示すように業務アプリへの性能影響87%削減（1.559秒→0.2秒）が可能になった。

●図13 データ連携の負荷軽減の効果



②図14に示すように連携アプリ開発工数を75%削減が可能になった。

●図14 連携アプリ開発工数の削減効果

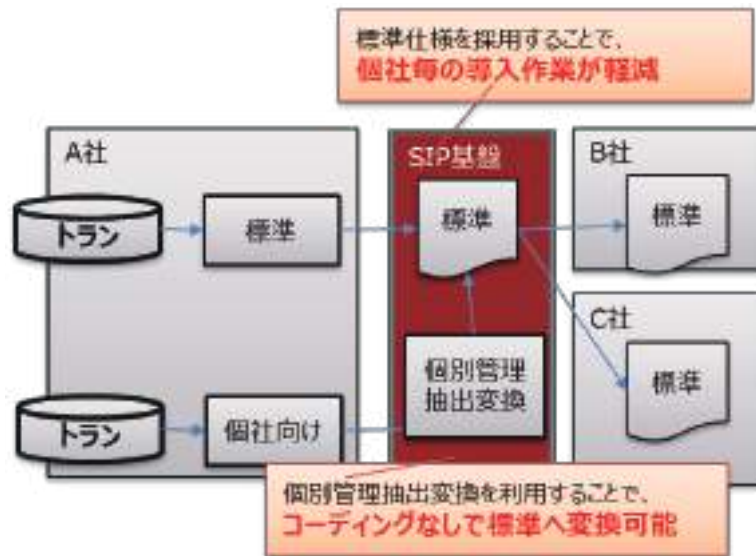


## 6 社会実装

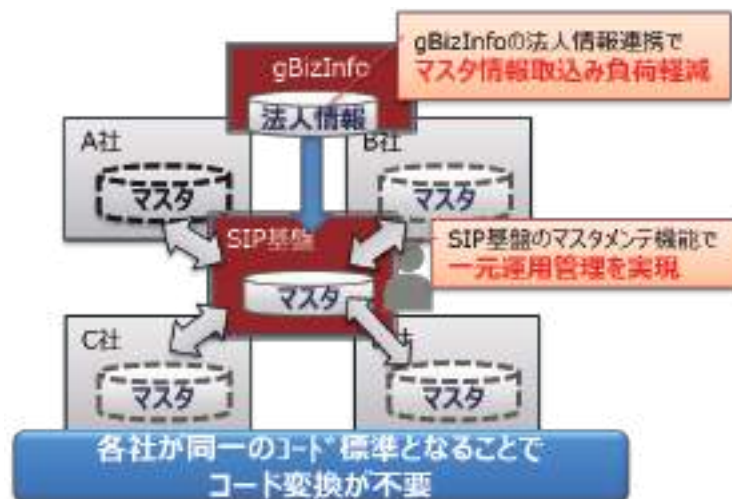
社会実装に向けて、物流・商流データ基盤で業界を横断してのデータ連携や情報分析が可能となるよう、「物流情報標準ガイドライン」に定義されたメッセージ標準、コード標準に従った標準化の実装や、物流・商流データ基盤でのアプリ開発及び運用に必要な共通処理方式と業務共通処理機能の提供を目的として以下の2項で示した（5）、（6）の2つの追加の開発を実施した。

(1) 2項の（5）について、物流・商流データ基盤には、図15に示すように、業界間をまたぐデータ交換標準となる物流情報標準ガイドラインに従ったメッセージ標準を実装した。また、図16に示すように業界のコード標準として利用が可能な、標準マスタ管理機能を実装した。

● 図15 メッセージ標準の機能実装イメージ



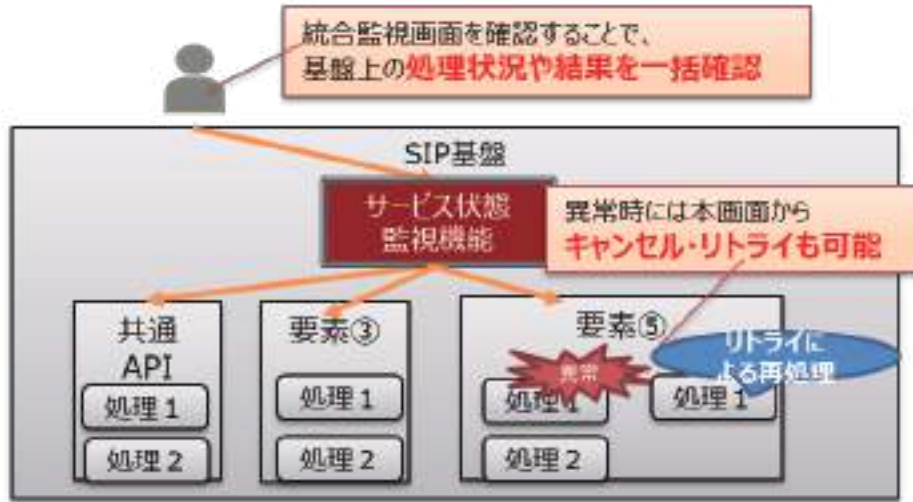
● 図16 標準マスタの機能実装イメージ



(2) 2項の(6)について、共通処理方式の対応により、図17に示すように企業間データ連携システムの安定稼働に不可欠な、サービス状態監視の提供によるスピーディーな問題解決を可能にした。

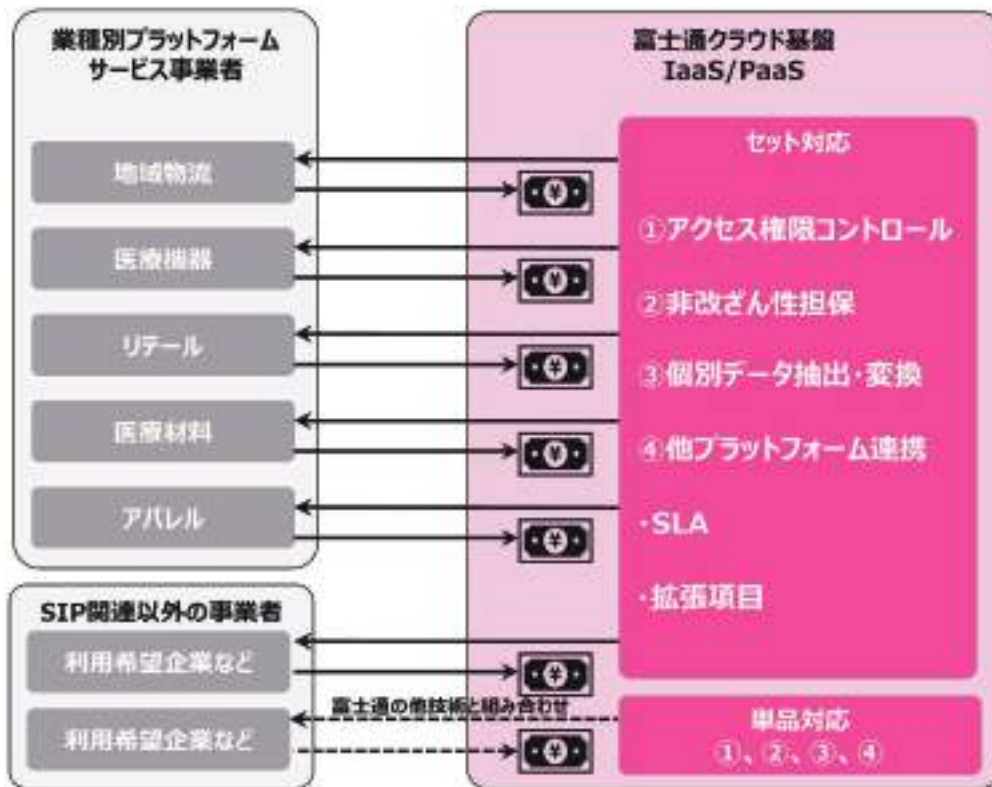


●図17 サービス状態監視の機能実装イメージ



続いて、5つの業種等データ基盤をターゲットとして事業展開、その後追加業種等に拡大する方針である。社会実装時におけるビジネスモデルは図18に示す通りである。

●図18 社会実装時におけるビジネスモデル



社会実装化を推進する上で、要素基礎技術及び標準化・共通処理機能を装備した、物流・商流データ基盤サービス（仮称）を図19のように提供することで、各社会実装事業者に対して普及の促進を図る。

(3) 物流・商流データ基盤サービス(仮称)の提供コンセプト

京都大学・国立情報学研究所のレビューを受けた信頼性の高い物流・商流データ基盤を提供する。次の

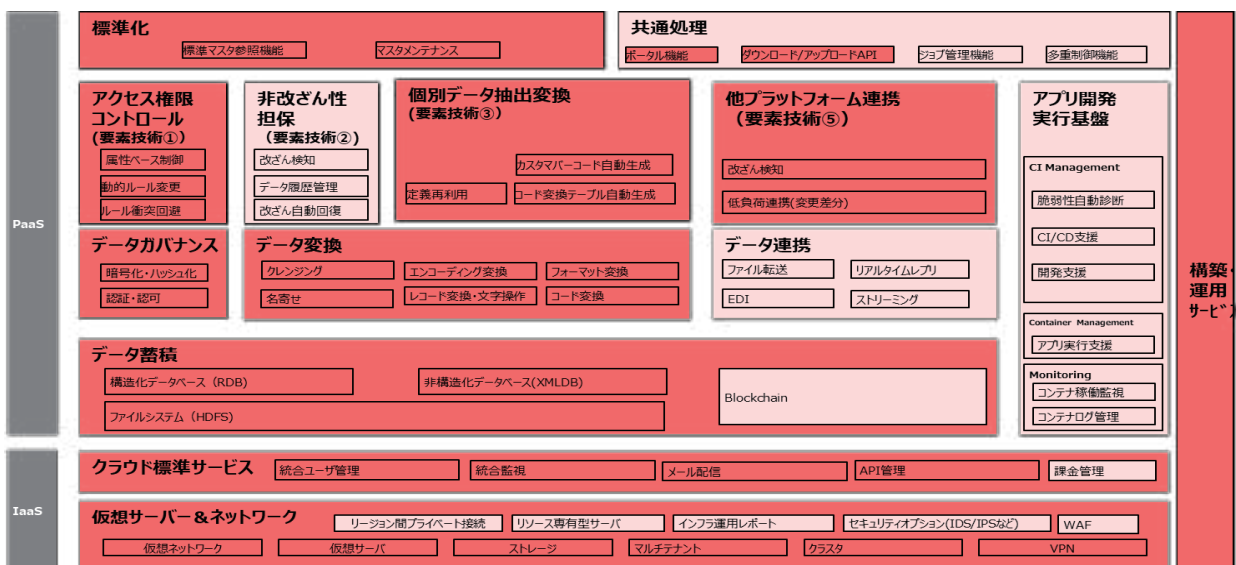
①、②、③を提供コンセプトとしている。

- ① スマート物流機能すなわち要素技術、標準化・共通処理を実装
- ② 事業者が利用用途に合わせて導入しやすいよう、基本機能とオプション機能を選択できる商品選択型サービスとして提供
- ③ スモールスタートから利用拡大に応じて、スケールアップできるサービス提供形態

(4) 物流・商流データ基盤サービス（仮称）構成

物流・商流データ基盤サービス（仮称）として、図19に示す、基本機能とオプション機能の構成で製品群を提供する。

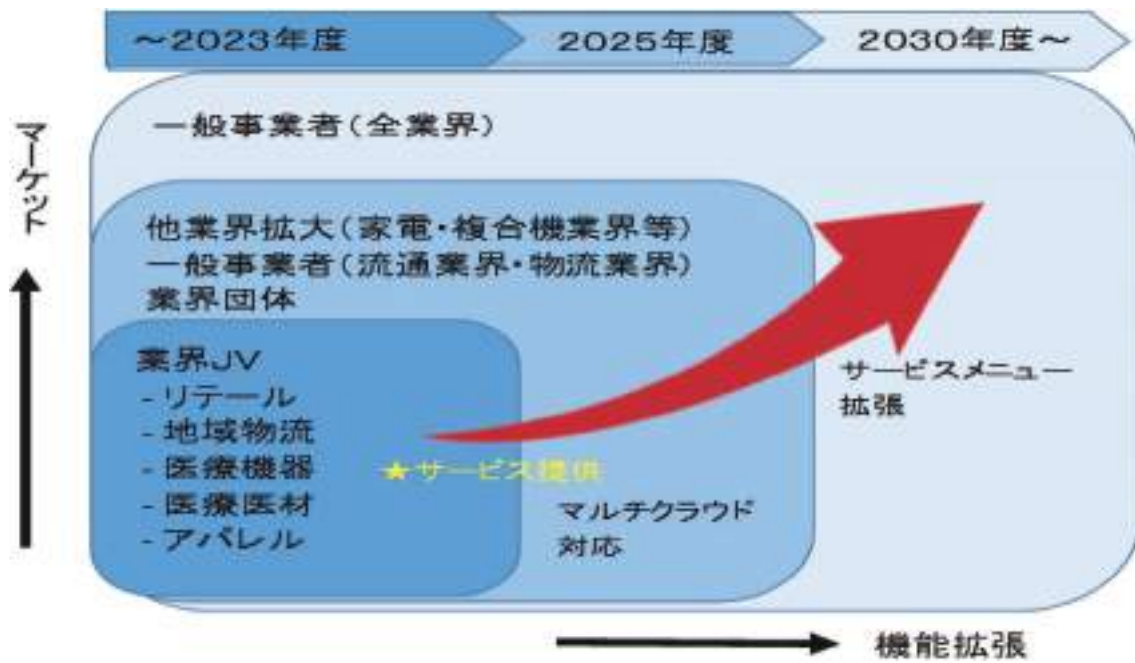
●図19 物流・商流データ基盤サービス(仮称)構成



(5) 社会実装戦略（ビジネス拡大プラン）

2023年度には、本課題として社会実装検証を進めている5業界に対して社会実装化に向けたアプローチを重点的に行う。また、2023年度に正式提供する物流・商流データ基盤サービス（仮称）の拡大施策として、業界団体含む他業界及び一般事業者へ展開を図るべく、プロモーション戦略を準備する。さらに、ビジネス拡大を図る上でマルチクラウド対応、機能エンハンス、他ソリューションサービスとの連携等のサービスメニュー拡張を計画・推進する。全体の拡大プランを図20に示す。

●図20 社会実装におけるビジネス拡大プラン



ユニット名	グローバルベンチマーク
業務支援機関	国立情報学研究所

## 1 物流・商流データ基盤に関するグローバルベンチマークの背景と目的

本課題では、「物流・商流データ基盤」の構築のための研究開発を推進している。物流・商流データ基盤は「モノの動き」や「商品情報」の「見える化」の実現に加え、フィジカル空間（物流・商流現場）から常時収集されるデータ等をもとに、サプライチェーン上の垂直・水平プレイヤー間のコネクタビリティを高め、物流事業等の労働生産性の向上を目指している。また、オンデマンド、トレーサビリティ、シェアリング等の分野における新たなサービスの創出、新たなテクノロジーの実装等のイノベーション創出の効果も期待できる。

上記の目標を実現するには、多くのデータ提供者・利活用者の参画が必須となる。このため、本課題では、提供者・利活用者の安全・安心を担保する技術や使いやすさを担保する技術の開発を研究開発のテーマの一つとしている。

本グローバルベンチマークは要素基礎技術等を導入して構築する物流・商流データ基盤と欧州統合データ基盤（GAIA-X）やOpen Logistics Foundation（OLF）等の海外データ基盤の最新動向を踏まえた技術レビューにもとづき、国際的な立ち位置の分析を目的とする。

## 2 グローバルベンチマーク対象国・地域の選定

物流・商流データ基盤の比較対象となりうるシステムないしプロジェクトを選定するため、米国、中国、欧州の3極について大局的な動向を調査した。

### (1)米国

小さな政府を志向する米国では、政府機関は民間サービスを利用する顧客の立場であり、民生用の物流データ基盤の構築を政府が主導する動きは見られない。米国の行政管理予算局が2019年6月に策定した国家データ戦略（Federal Data Strategy）は、あくまで政府機関が持つデータを活用する取り組みであって、民間企業が参画するオープンなデータ基盤を構築しようとするものではない。一方の民間企業は、Amazon.comをはじめとする世界規模の大手物流企業が複数存在するものの、各社とも垂直統合志向が強く、グループ内でデータを独占することで競合他社との差別化を図る戦略が目立つ。大手企業が巨大な資本と独自のデータ基盤をもって寡占化を進める半面、中小企業は大手の下請けとなって低い利益率を余儀なくされているとの指摘がある。

### (2)中国

中国国務院は2014年に「物流業の発展に関する中長期計画（2014～2020年）」を発表し、近代的かつスマートな物流システムの発展を掲げた。この中で、全国規模のオープンな物流データ基盤として国家交通運輸物流公共情報プラットフォーム（LOGINK）の開発が明記された。2021年時点で、LOGINKは中国の主要企業システムの70%をカバーする50以上の物流管理プログラムの標準化を完了し、40万以上のユーザーを抱えるとされる。一方で、民間企業は政府主導の基盤にデータを出したがらず、共通基盤は存在するものの国内でのデータ共有は進んでいないとする報告もある。特に電子商取引企業を中心とする大手企業は独自に高度な物流ネットワークの構築を進めてきた。例えば、EC業界最大手アリババグループ傘下のツァイニャオ（菜鸟ネットワーク）は、傘下の配送会社間で業務配分を最適化する中国智能物流骨幹網（CSN）の構築・運用に注力している。一方、EC業界2位のJD.com（京東商城）はJD Logistics（京東物流）を傘下に抱え、垂直統合型の事業を展開している。民間企業同士は競争意識が非常に強く、データをめぐる訴訟が頻発する等、企業をまたいだデー

タ共有に対して根強い警戒感があるとの指摘がある。

### (3)欧州

欧州委員会は、2020年2月に発表した欧州データ戦略の中で、欧州共通データスペースを交通や製造業を含む9つの分野で構築することを提案した。また、欧州理事会と欧州議会は、2021年11月にデータガバナンス法（DGA）の立法へ向けて合意した。研究開発においては、欧州委員会がHorizon 2020などのスキームを通じて民間企業や研究機関からなるコンソーシアムに配分する資金が大きく、各主権国家の存在感は小さい。欧州は多数の主権国家の共同体であり、欧州全体のデータ基盤を作ろうとすれば、必然的に法体系や商習慣の異なる国々を包摂しなければならない。結果として、各々にデータ主権を持つ参加者同士が相互に信頼し合う脱集権的なシステムが設計されることになる。このような理念にもとづいて設計されたGAIA-Xは、脱集権的であるがゆえに制度設計における合意形成が困難となり、社会実装が遅れているとの指摘がある。

日本においては、中小企業を含む多種多様なプレイヤーが地域毎に強みを持つ物流業界と、政府による中央集権的なデータ統合を好まない国民性があり、この状況は米国や中国よりも欧州との類似性が高い。一方で、日本は単一主権国家であり、多数の主権国家を包摂することに起因する困難が生じるとは考えにくい。したがって、政府がイニシアティブを取って民間企業同士の協調を促す欧州型のアプローチが、日本におけるオープンデータ基盤の実現に有効であると考えられる。

以上の考察にもとづき、本ベンチマークでは欧州の先行事例の中から比較対象を選定することとした。

## 3 グローバルベンチマーク対象データ基盤の選定

本課題に対するベンチマーク対象として、欧州において国際的なデータ基盤として構想・開発・利用されているもので、物流・商流データを取り扱うことが可能なものを4つ取り上げる。それぞれの概要は以下の通りである。

### (1)GAIA-X（データ主権構想）

欧州のクラウド/データインフラ枠組み構想。アクセス権限コントロールの確立を目指すデータエコシステム、インフラエコシステム、フェデレーションサービスから構成され、データ交換はIDS規格及びEDC規格で標準化される。GAIA-Xはフレームワークを提供するものであり、システム実装は連合体（Federation）によって業界毎に進めるものとされる。

### (2)FIWARE（スマートシティ向けIoT基盤）

スマートシティ等8分野での活用を想定したIoTデータ流通基盤。日本企業も参画し、複数の実証実験が行われている。実体はContext Brokerを中心とするオープンソースソフトウェアの集合体であり、NGSI規格でAPIを標準化している。

### (3)OLF（物流関連オープンソース開発コミュニティ）

物流デジタル化のためのソフトウェア群をオープンソースで開発することに賛同した企業と研究機関のコンソーシアム。ドイツを拠点とする財団が中心となって、参照実装の開発と標準規格の策定を進めている。2022年11月現在、いくつかの参照実装が利用可能となっている。

### (4)ETP-ALICE（Physical Internet関連プロジェクト群）

欧州におけるPhysical Internetの実現に向けたロードマップを作成し、多数の関連プロジェクトを統括・支援しているコンソーシアム。2030年までに先行実装の稼働、2040年までに社会実装を目指すとしている。

## 4 グローバルベンチマーク評価項目の選定

研究開発内容を実現するための機能面及び実装面から、以下の11項目を設定した。

(1)機能面：①アクセス権限制御、②監視・監査、③ID管理・認証・認可、④非改ざん性、⑤データ変換、⑥他システムとの連携、⑦現在の適用分野

(2)実装面：⑧メッセージ標準、⑨KPIの設定、⑩参入容易性、⑪実装進捗度

主要な機能については、本課題の要素基礎技術として挙げられている「アクセス権限コントロール」、「非改ざん性担保」、「個別管理データ抽出・変換」、「他プラットフォームとの連携」の4項目に加え、研究開発方針である「データガバナンスポリシーの存在」を「監視・監査」と「ID管理・認証・認可」の2つの観点にブレンドダウンして項目に選定した。性能仕様については、「Key Performance Indicator (KPI)の設定」の状況を評価軸に設定した。市場性については「現在の適用分野」「参入容易性」「実装進捗度」を項目に選定した。

## 5 グローバルベンチマーク分析結果

オープンになっているベンチマーク対象の資料等をデスクトップ調査を行うとともに、ベンチマーク対象が開催したシンポジウムやワークショップ等への参加やベンチマーク対象機関の従業員等へのヒアリングを実施した。

機能面では、アクセス権限コントロール及びID管理・認証・認可が集中型であることが物流・商流データ基盤の特徴であるといえる。GAIA-Xは複数の国家にまたがる非集権的なシステムを志向しているため、高度に分散化された複雑なID管理・認証・認可メカニズムを設計し、その上で参加者同士が信頼を形成するためのガバナンス設計に注力している。このために、監視・監査を法的拘束力と紐づけて機械的・自動的に実施するメカニズムが必要とされる。一方、物流・商流データ基盤は日本国内の事業者を対象として単一の主体が運営するシステムであるため、ID管理・認証・認可や監査のために過度に複雑なメカニズムを必要としていない。なお、OLFは現在のところ、アクセス権限コントロール、監視・監査、ID管理・認証・認可に関する共通のオープンソース実装を公開していない。ETP-ALICE関連プロジェクトでも同様の状況であり、個々のリビングラボなどが既存実装を流用して検証を進めている段階と考えられる。FIWAREにはアクセス権限コントロールとID管理・認証・認可の標準モジュールが存在する。

非改ざん性に関しては、物流・商流データ基盤は軽量ブロックチェーンを採用してトランザクションデータが改ざんされないことを保証している。OLFでは、電子荷札 (eCMR) のデータをブロックチェーンで保持し、真正性を確保している。GAIA-XとFIWAREでは、非改ざん性の確保は個々のサービスの責任であり、個々のサービス内でブロックチェーンやセキュリティ監視といった技術を採用するものの、エコシステム全体として共通の仕組みを規定する意図はないようである。ETP-ALICE関連プロジェクトも同様である。

データ変換及び他システムとの連携に関しては、FIWAREの普及がスマートシティ分野で先行している状況であり、既存の各種IoTプロトコルとの相互変換や、NGSI規格にもとづくデータコネクタの実装が利用可能となっている。GAIA-Xは、IDSAが標準化したIDS規格を採用し、初の実用的な実装としてEclipse Dataspace Connectorが2021年に発表されたところである。OLFでは、IDS統合ツールボックスがオープンソース実装として公開されており、各社のシステム開発に利用可能となっている。ETP-ALICEでは、データ構造の共通規格であるオントロジーを定義した。

実装面では、各国・地域および業界の実情に従ってメッセージ標準が定義されている。本課題は日本国内で通用している荷札データにもとづいてメッセージ標準を定義した。OLFは電子荷札 (eCMR) の標準化を実施した。FIWAREではNGSIデータモデルを採用し、ETP-ALICEでは既存のe-FTI及びGS1規格を前提としている。

GAIA-Xでは、個々の連合においてメッセージ標準が定義されるべきものである。

KPIの設定及び実装進捗度について、本課題では要素基礎技術毎に定性的な目標を定義するとともに、社会実装テーマ別に定量的な進捗評価を実施している。ETP-ALICEでは、Physical Internet全体のロードマップとして2040年までの定性的な達成目標を示した。また、複数の関連プロジェクトにおいて先行サイトとリビングラボを運営しているが、実際のところ各プロジェクトにおいて何を実装し、何を達成しなかったのか、公開されている報告書のみから読み取ることができなかった。

参入容易性については、GAIA-XがGXFSにおいてオンボーディング（参加）のためのワークフローを制度とシステムの両面で整備している。また、参加後にサービスを検索するためのカタログ機能も整備されている。FIWAREもカタログ機能を持ち、参加者が有用なサービスを検索可能となっている。OLFは参照実装をオープンソースで公開することでシステム開発が容易になることを目標としている。ETP-ALICE関連プロジェクトも同様である。物流・商流データ基盤は現在のところ規模が小さいため、運営主体と参加者が個々に情報交換することで成立しているが、今後の大規模化を想定すると、参加ワークフローとデータカタログの整備が必要になることは疑いない。以上の結果をまとめて表1に示す。

●表1 グローバルベンチマーク評価（青字は2022年度調査に基づく更新項目）

評価項目	SIPスマート物流サービス	GAIA-X 欧州 データ主権規範	FIWARE 欧州発 スマートシティ向けIoT基盤	OLF 欧州 物流関連オープンソース開発コミュニティ	ETP-ALICE 欧州 Physical Internet関連プロジェクト群
機能面	アクセス制御	属性型ABAC [要素基礎技術①]	エンドポイント単位ABAC データ所有者による制御	エンドポイント単位ABAC XACMLに基づく制御	○ 属性型 ○ 属性なし
	監視・監査	監査は手動 [自動化を検討中]	法規・認証・監査の一貫したフレームワーク	○ 自動監査	○ 属性型 ○ 属性なし
	ID管理・認証・認可	集中型 [密接権限分散]	分散型	分散型	○ 属性型 ○ 属性なし
	非改ざん性	軽量ブロックチェーン [要素基礎技術②]	ブロックチェーンサービスも存在	セキュリティ監視モジュール	○ eCRRはブロックチェーン ○ 属性なし
	データ交換	静的に対応付け [要素基礎技術③]	ID5規格/EDC規格	各種IoTプロトコルとの交換モジュールあり	○ 属性型 ○ オントロジー定義
	他システムとの連携	○ [要素基礎技術④]	ID5規格/EDC規格	NGSI規格 [ID5コア95%あり]	○ ID5対応ツールボックス ○ オントロジー定義
	現在の適用分野	トラック輸送	高効率 (Cabena-X) ほか7業界	スマートシティ	港湾輸送、生産計画
実装面	メッセージ標準	○	○ 業界内で定義	○ NGSIデータモデル	○ eCRR ○ e-FTI, GS1規格
	KPIの設定	○ 定性的な目標あり	○ 先行プロジェクトで定義	○ 実証実験で確認	○ 属性型 ○ 属性なし
	参入容易性	○ データカタログ・初見なし [検討中]	○ サービスカタログ機能あり 参入ワークフローあり	○ エキスパート向け データカタログあり	○ 参照アーキテクチャあり ○ 参照アーキテクチャあり
	実装進捗度	○ 社会実装中	○ 先行プロジェクト開発中	○ 実証実験レベル	○ 先行プロジェクト開発中

## 6 グローバルベンチマーク対象の将来予測

グローバルベンチマーク対象について2025年時点における実装進捗度の予測を述べる。

GAIA-X関連では、7つのライトハウスプロジェクトがすでに先行的な実装を始めている。このうち物流・商流データ基盤に関連するものとして、①道路交通を対象とするMobility Data Space、②自動車業界のサプライチェーンを対象とするCatena-X、③農業・農作物のサプライチェーンを対象とするAgDataHub、④電子機器のサプライチェーンを対象とするSmart Connected Supplier Networkが挙げられる。2025年時点において、これらの先行実装がほぼ完成し、実運用を開始していることが予想される。物流・商流データ基盤を様々な業界へ展開していくにあたり、これら先行事例の設計が参考となる可能性がある。

FIWAREは、スマートシティ向けデータ共有基盤としてすでに一定の地位を築き、都市OSのデファクトスタンダードとして認知されている。一方、物流・商流分野の先行事例においてFIWAREを採用しているプロジェクトは見つからなかった。2025年時点においても両者の棲み分けは維持されると考えられる。両者の接点を探るとすれば、道路交通、気象・防災、自然エネルギー、人流予測など、都市OS上で流通する情報と物流・商流情報との一体化を図る場面において、FIWAREとの相互運用性が必要とされるだろう。

OLFは、参加各社からプロジェクト提案を募って委員会がレビューし、有用と認められたソフトウェアを開発してオープンソース化するという、ボトムアップ型の開発プロセスを採用している。トップダウンで中長期的なロードマップが描かれているものではないため、2025年時点の全体像を予測するのは難しい。現在承認されている17個のプロジェクトの中には、ブロックチェーン技術の活用を謳うものがeCMRを含めて6個あり、参加各社がデータの非改ざん性に注力していることが窺える。eCMRに関しては、2022年時点ですでにスキームの設計を終えサンプル実装が完成していることから、2025年までに複数の実用事例が現れると予想される。

ETP-ALICE関連では、FENIXの後継プロジェクト（FENIX 2.0）が2023年から始動し、物流データの相互運用性向上に取り組む予定となっている。その目標の中に「様々な標準化構想間の早期調整を促進するために、類似の組織と協力し、統合する可能性がある」との記載がある。同じくETP-ALICE傘下のFEDeRATEDプロジェクトは、2022年までに23のリビングラボに投資してきたが、各々独立した取り組みにとどまり、全体を統合する方向へ進まなかったと総括している。このような認識を踏まえ、2025年時点ではETP-ALICE全体として投資戦略の見直しを図られ、これまでの研究で得られた成果を既存の技術的枠組みに載せるシステム開発を重点化する可能性が考えられる。これにより、2025年を境に第2フェーズから第3フェーズへ移るとしたPhysical Internetロードマップの具現化を図るものと予想される。





ユニット名	地域物流データ基盤
研究責任者	早川 典雄（株式会社セイノー情報サービス）
支援研究機関	岐阜大学、アピ株式会社、美濃工業株式会社、未来工業株式会社、西濃エクスプレス株式会社、ハートランス株式会社、未来運輸株式会社 岐阜県商工労働部、公益財団法人ソフトピアジャパン、株式会社十六銀行

## 1 研究開発の背景と目的

中小企業が99%を占めるトラック運送業界においては、少子高齢化等による若年ドライバー不足が深刻化し、社会インフラとしてのトラックによる輸送力の低下が大きな社会問題となっている。今から10年後には輸送力の争奪戦が始まるともいわれており、持続的・継続的な輸送力の確保が企業課題としてクローズアップされている。

本研究では、地域の荷主、物流事業者間等で共有する物流・商流データ基盤を開発し物流需給の見える化を行い、早期運送依頼であるフォーキャストと日付猶予期間活用であるネゴシエーションによる効率的な”地域物流モデル”の有効性検証、集配及び幹線輸送の積載率向上およびドライバーの拘束時間短縮を検証する。

## 2 研究開発の目標

### (1)地域物流データ基盤の開発及びその高度化

サプライチェーン（SC）企業間の生産・販売・在庫計画（Product Sales Inventory(PSI)）連携を支援する商流需給オープンプラットフォーム（以下商流需給OPFとする）と共同輸配送を支援する物流需給オープンプラットフォーム（以下物流需給OPFとする）の2つのプラットフォームを構築する。

### (2)地域物流データ基盤を利用した概念実証の実施

- ①幹線トラック積載率                      50ポイント向上
- ②幹線ドライバー拘束時間                20%削減
- ③フォーキャストとネゴシエーションによる地域物流モデルの有効性検証

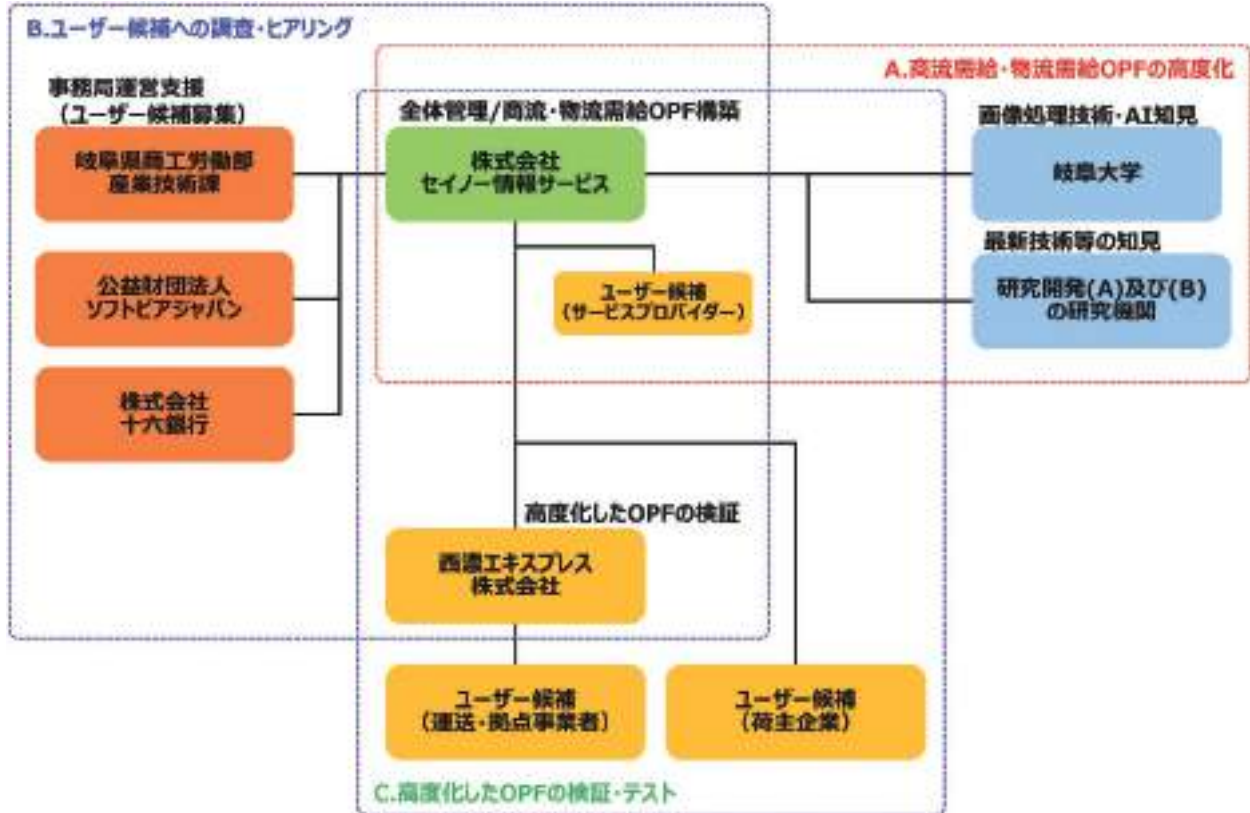
### 3 実施体制

本研究は図1、図2の体制で実施した。

●図1 地域物流データ基盤の開発及び概念実証の体制



●図2 地域物流データ基盤の高度化及び概念実証の体制



## 4 工程表

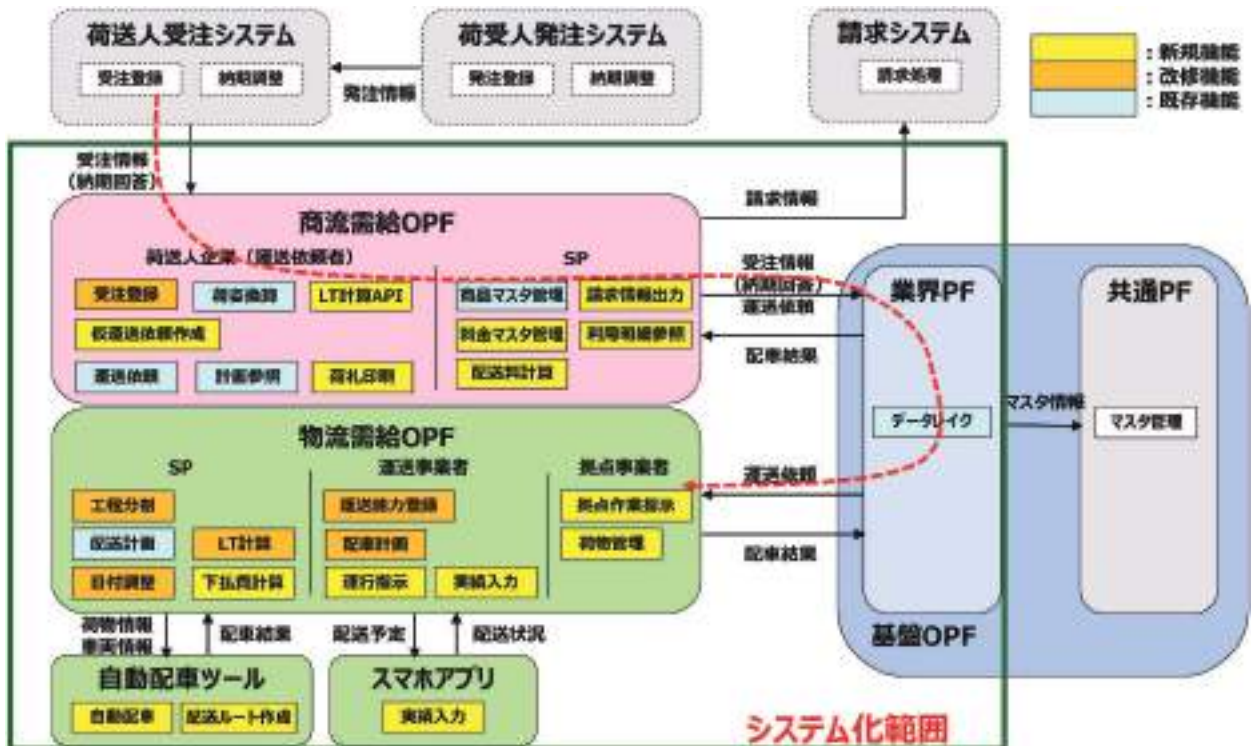
実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)プロトタイプデータ基盤 (セイノー情報サービス) ・商流需給/物流需給OPFの構築要件等精査 ・機連需給/物流需給OPFの実務アプリケーション等開発 (2)実証実験の実施		←→	←→	
(1)地域物流データ基盤高度化 (セイノー情報サービス) ・商流需給/物流需給OPFの実務アプリケーション等設計・開発 ・AI配車機能検証 (2)社会実証の実施			←→	←→

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1)地域物流データ基盤の開発

本研究で開発した地域物流データ基盤概要を図3に示す。商流需給OPFは、製造業が取り引きする納入先企業からの発注情報を共有する。PSI情報連携の仕様や必要データ項目を検証し、課題を抽出する。物流需給OPFは、商流需給OPFにある受注情報を輸送情報として活用する。概念実証では、2つのOPFによる共同輸配送モデルでの積載効率や運行時間等の変化を通じて検証する。ここで、共同輸配送モデルとは集荷配達地域に集約拠点を設置・活用するモデルである。

●図3 地域物流データ基盤概要



## (2)地域物流データ基盤を利用した概念実証の実施

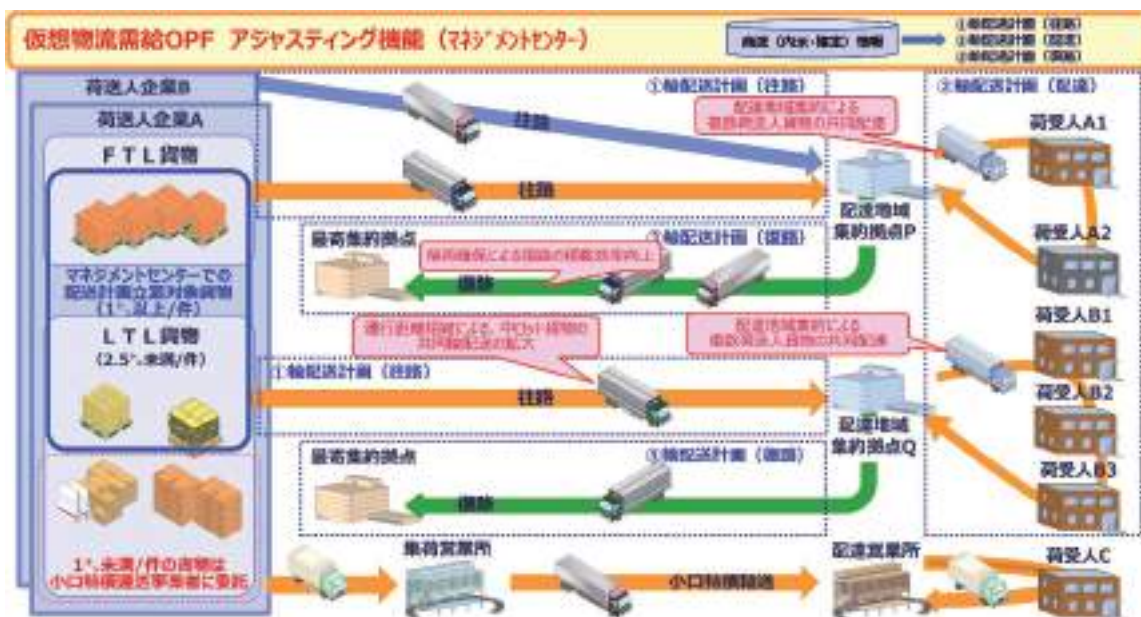
### ①概念実証の概要

本研究において、以下の2つの新たな共同輸配送モデルについて概念実証する。本実証では、中ロット貨物(1t~2.5t)の中長距離輸配送を対象とする。

#### ・ 配達地域集約拠点直行輸配送モデル

図4に示す輸配送モデルは、複数の荷送人企業からそれぞれ荷受人企業に近い配達地域集約拠点まで荷送人企業手配の車両で輸配送し、配達地域集約拠点から荷受人企業への配達までを共同化する輸配送モデルである。各荷送人企業の貨切トラック輸送(Full Truck Load (FTL))貨物及び中ロット貨物の混載トラック輸送(Less than Truck Load(LTL))貨物について、荷送人企業から配達地域集約拠点までの輸配送と配達地域集約拠点から荷受人企業までの配達は、異なるトラックが担当する。

#### ●図4 配達地域集約拠点直行輸配送モデル



#### ・ 荷送人企業最寄集約拠点集約輸配送モデル

図5に示す輸配送モデルは、複数の荷送人企業の最寄の集約拠点まで荷送人企業手配の車両で輸配送し、最寄の集約拠点から配達地域集約拠点までを幹線共同輸送し、配達地域集約拠点から複数の荷受人企業への配達を共同化する輸配送モデルである。

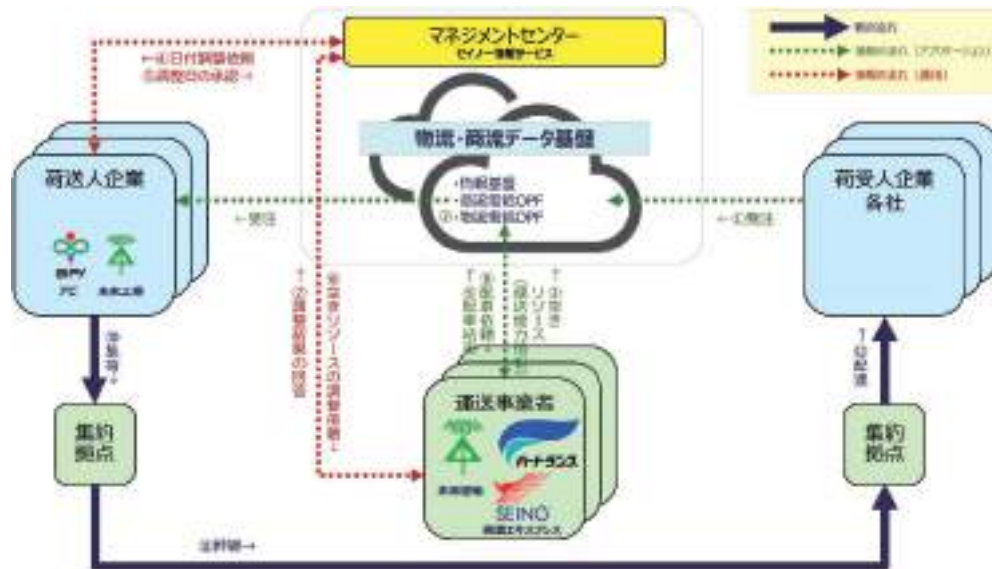
各荷送人企業のFTL貨物及び中ロットのLTL貨物について、荷送人企業から最寄の集約拠点までの輸配送、最寄の集約拠点から配達地域集約拠点までの輸配送及び配達地域集約拠点から荷受人企業までの配達は、異なるトラックが担当する。

●図5 荷送人企業最寄集約拠点集約輸配送モデル



概念実証時の物流・商流データ基盤を通じた情報の流れと、実際の物の流れは、図6に示す通りである。

●図6 概念実証時の情報とモノの流れ



(2)概念実証の結果

プロトタイプデータ基盤構築とその概念実証での技術的目標及びその達成度は、表1に示す通りである。KPIは、幹線ドライバーの拘束時間において若干の未達となったものの、幹線トラック積載率は大幅な目標達成を実現できているため、目標を達成したものと評価できる。

●表1 「地域物流データ基盤」概念実証の主要KPIの達成度

幹線トラック積載率	54.5ポイント向上	○ (KPI: 50ポイント向上)
幹線ドライバー拘束時間	18%削減	△ (KPI: 20%削減)

以下に、実証結果の詳細について述べる。なお本実証実験は2020年に行った。

<現状の課題について：個別の貸切便運行による非効率性>

### ①現行運行モデル

図7に示す現行運行モデルは、支援研究機関（荷送人企業）の2社が、それぞれ貸切便を仕立てて輸配送したと仮定する貸切便運行モデルである。

●図7 現行運行モデル



### ②概念実証運行モデル

概念実証運行モデルは、支援研究機関（荷送人企業）の2社の貨物及び、西濃エクスプレスが支援研究機関以外の荷送人企業から集荷した貨物を共同で幹線輸配送する運行モデルである。図8は、実施された6回のうち、6月23日から6月24日までに実施した輸配送の実績を示している。

●図8 概念実証運行モデル

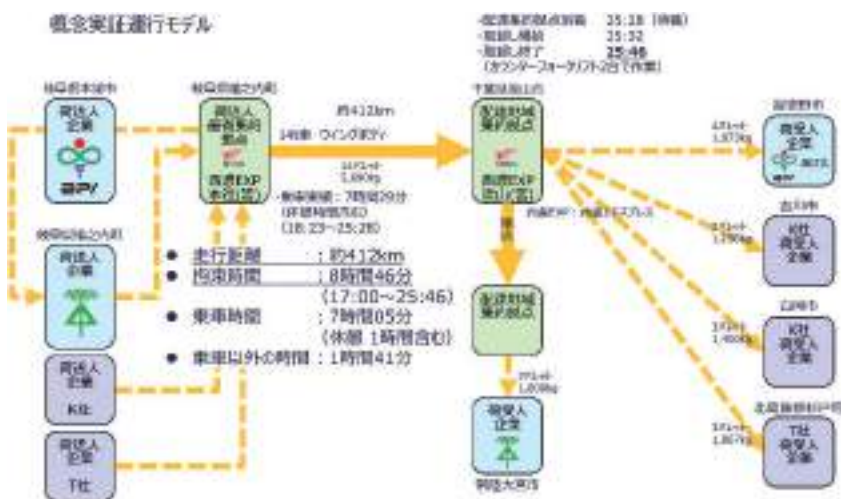
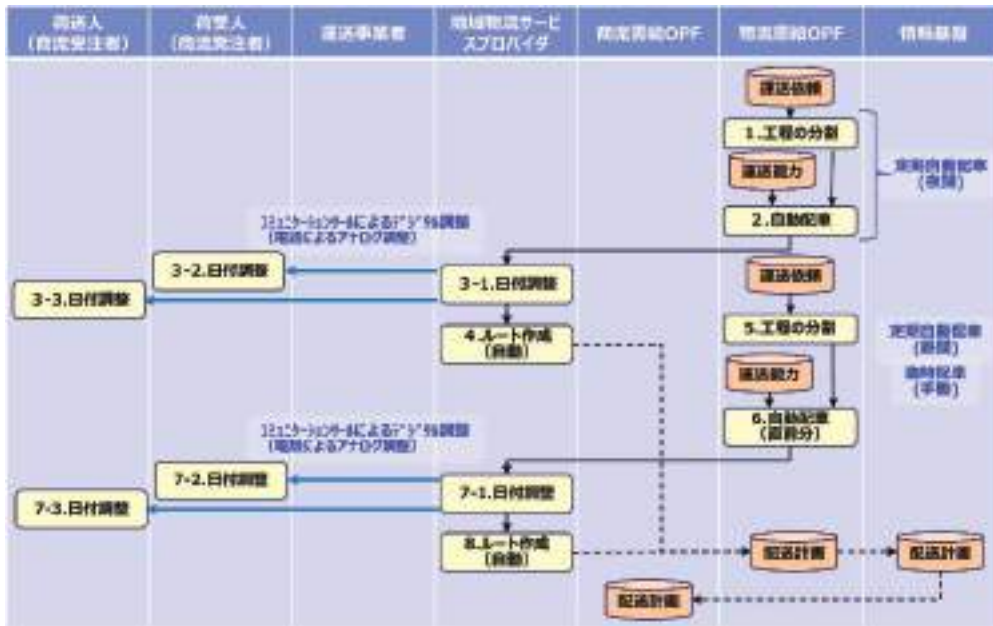


図9は、地域物流の業務等データ基盤に対して、共同運行システムを用いてアジャスティングを行い、ルート計画を決定するフローである。

●図9 概念実証運行モデル



<モデル比較による概念実証運行モデルの効果>

概念実証する運行モデル（中ロット貨物共同輸配送モデル）は、現行運行モデルと比較し、8つの比較項目について、表2に示す比較結果が得られた。

●表2 概念実証運行モデルの効果

実証実験の効果検証項目	現行運行モデル (6運行の平均)	実証実験時共同運行 モデル(6運行の平均)	数値の変化	効果
走行距離	455km	412km	-43km	-9.5%
拘束時間	10時間20分	8時間27分	-1時間53分	-18.2% (KPI: -20%)
乗車時間	6時間58分	7時間05分	+7分	+1.7%
乗車以外の時間	3時間22分	1時間22分	-1時間59分	-59.4%
パレット枚数	6.3枚	15.0枚	+8.7枚	+138.1%
積載重量	2,336kg	6,909kg	+4,573kg	+195.8%
積載率【重量】	17.9%	52.6%	+34.7p	+34.7p
積載率【パレット】	39.3%	93.8%	+54.5p	+54.5p (KPI: +50p)

共同運行により KPIをほぼ達成

これらの比較結果から、概念実証する運行モデル（中ロット貨物共同輸配送モデル）からは、以下の2つの期待効果が得られると考えられる。

- ・コンプライアンス遵守

1車貸切便の運行を集荷・幹線・配達に分割することで、大型車の長距離輸配送においてドライバーの拘束時間をKPI値20%に対して、18.2%削減することができた。

- ・積載率向上

サービスプロバイダーによる積載率を考慮した運送計画及び共同輸配送により積載率をKPI値50%に対して、54.5%の向上が得られた。

### (3)フォーキャストとネゴシエーションによる効率的な地域物流モデルの有効性検証について

#### (1) 配送計画シミュレーションの概要



地域物流における効率性は、社会実証（試験運用）実施期間中の1週間、2021年9月6日から9月11日の集荷および配達データを用いた配送計画シミュレーションにより検証する。検証は、「フォーキャスト」と「ネゴシエーション」について荷送人企業の協力があったと仮定する。効率性の検証における前提条件は、表3の通りである。

●表3 効率性の検証における前提条件

前提条件項目	前提条件
配送計画実施日	9月3日(金)と仮定する
配送計画対象	9月6日(月)から9月11日(土)の集荷データおよび配達データを対象とする
集約拠点	東海地域集約拠点、及び関東地域集約拠点
運送依頼日	一週間前には運送依頼あり(9月3日に、9月6日から9月11日配達依頼データあり)
配達猶予期間	配達猶予期間が2日ある
配達時間指定	時間指定ではなく、AMまたはPMに幅を広げる(例:8から9時指定→8から12時指定)
調整日	配達日のみ1から2日の調整を行う(翌週への繰り越し調整はしない) 集荷日は実績と同日とする(集荷日の調整はしない)
ネゴシエーション	配達日付の調整には応じてくれると仮定

表4に示した効率性の検証項目の変化より、「フォーキャスト」と「ネゴシエーション」の有効性を実証する。

●表4 効率性の検証項目

検証項目	検証のポイント
集配物量の日々のばらつき(kg)	日々のばらつき(散らばり具合)を、いかに少なくできるか?
集配車両運送能力(kg)・台数(台)	集配車両(運送能力・台数)を少なくすることができるか?
集配業務効率(%)	集配効率(1台あたりの積載量/日)を上げることができるか?
ネゴシエーション時間(時間/日)	これらを調整するのに要した時間は?

## (2)検証の進め方

サービスプロバイダーの作業を想定し、配送計画のシミュレーションの効率性の検証を実施した。なお、本検証では、積載物量の算出に重量を使用した。

まず、9月3日(金)AMに、翌営業日(9月6日(月))の配送計画を作成する。

- ①配送割付結果の確認：前夜の自動配送割付結果を確認する。配送未計画(車両リソース不足)の運送依頼を日付調整候補にリストアップする。
- ②日付調整方針：9月7日(火)以降に予定している日々の物量と比較する。9月6日の物量が多い場合、調整可能な運送依頼候補をリストアップし、配達日付の変更を計画する。
- ③ネゴシエーション：荷送人に、配達日付の変更をお願いする。
- ④配達日調整：日付調整の承認を得た運送依頼の日付を変更し、自動配送割付バッチを実行する。
- ⑤配送割付結果の確認：日付調整後の配送割付結果を確認する。
- ⑥車両リソースの追加：車両が足りない場合は、車両を手配する。(今回のシミュレーションは、車両追加不要)

つぎに、9月3日(金)PMは、翌々営業日以降(9月7日(火)から9月11日(土))の運送依頼を対象に、配送計画を作成する。サービスプロバイダーにおける2つの地域の配送計画の概要は、表5及び表6の通りである。

●表5 東海地域の配送計画

時間	配送計画 対象日	作業内容	作業計画	運送台数 (台)	時間 (分)	SP (人)	システム 手続
9:00	9月6日(月) ↑ ※9月3日(金)の 最終実行を元に作成	自動配送計画結果確認 ※前日夜実行	- 配送未計画運送依頼把握	0	5	1	①
		日付調整 ※調整手帳と参照	- 日付調整方針検討 - 荷送人とのネゴシエーション - 配達日調整 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	②-1 ②-2 ②-3
		車両リソース追加 ※追加手帳と参照	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
		車両リソース追加 ※追加手帳と参照	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
計					132		

●表6 関東地域の配送計画

時間	配送計画 対象日	作業内容	作業計画	運送台数 (台)	時間 (分)	SP (人)	システム 手続
9:00	9月6日(月) ↑ ※配送計画実行日 9月5日(日)の 最終実行を元に作成	自動配送計画結果確認 ※前日夜実行	- 配送未計画運送依頼把握	2	7	1	①
		日付調整	- 日付調整方針検討 (未計画の2枠込みで調整) - 荷送人とのネゴシエーション - 配達日調整 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	6	95	2	②-1 ②-2 ②-3
		車両リソース追加 ※追加手帳と参照	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
		車両リソース追加	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
13:00	9月7日(火) から 9月11日(土) ↑ ※配送計画実行日 9月5日(日)の 最終実行を元に 作成	自動配送計画結果確認 ※前日夜+当日AM実行	- 配送未計画運送依頼把握	51	47	1	①
		日付調整	- 日付調整方針検討 (未計画の1枠込みで調整) - 荷送人とのネゴシエーション - 配達日調整 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	7	110	1	②-1 ②-2 ②-3
		車両リソース追加	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	42	79	2	③-1 ③-2 ③-3
		車両リソース追加	- 追加車両数/運行時間の検討 - 運送事業者とのネゴシエーション - 配車リソース追加 - 自動配車(タッチ手動実行) - 配送計画結果確認 (OK迄)	42	20	2	④-1 ④-2 ④-3
計					469		

(3)比較による検証

東海地域の実績値、配送シミュレーション値および値の変化については表7に、関東地域の実績値と配送計画シミュレーション値および値の変化については表8に示し、比較する。

●表7 東海地域の実績値とシミュレーション値との比較

検証項目	単位	実績値	シミュレーション値	値の変化
平均集荷物量	kg/日	134,531	134,531	-
集荷物量の日々のばらつき	kg	6,136	6,136	-
平均配達物量	kg/日	60,023	60,023	-
配達物量の日々のばらつき	kg	10,613	9,905	-708
平均集配物量	kg/日	194,553	194,553	-
集配物量の日々のばらつき	kg	12,857	11,901	-956 (-7.4%)
平均集配車両運送能力	kg/日	248,800	165,200	-83,600 (-33.6%)
集配車両運送能力の日々のばらつき	kg	19,498	8,400	-11,098
平均集配車両台数	台/日	36.4	23.6	-12.8
集配車両台数の日々のばらつき	台	2.4	1.2	-1.2
平均集配効率(利用効率)	%	78.4%	118.2%	+39.7%
1人あたり集荷量[重量]	kg/台/日	5,349.6	8269.7	+2,920.1
1人あたり集荷量-日々のばらつき[重量]	kg	225.2	714.6	+489.4
1人あたり集荷量[枚数]	枚/台/日	4.6	7.2	+2.6
1人あたり集荷量-日々のばらつき[枚数]	枚	0.3	0.7	+0.4
配送計画時間(1名)	時間/日	*****	2時間12分	-

●表8 関東地域の実績値とシミュレーション値との比較

検証項目	単位	実績値	シミュレーション値	値の変化
平均集荷物量	kg/日	81,266	81,266	-
集荷物量の日々のばらつき	kg	11,491	11,491	-
平均配達物量	kg/日	119,270	119,270	-
配達物量の日々のばらつき	kg	16,406	14,470	-1,936
平均集配物量	kg/日	200,536	200,536	-
集配物量の日々のばらつき	kg	26,871	25,797	-1,074 (-4.0%)
平均集配車両運送能力	kg/日	191,400	163,800	-27,600 (-14.4%)
集配車両運送能力の日々のばらつき	kg	10,229	13,717	+3,488
平均集配車両台数	台/日	29.4	23.4	-6.0
集配車両台数の日々のばらつき	台	1.2	2.0	+0.8
平均集配効率(利用効率)	%	104.7%	122.1%	+17.4
1人あたり集荷量[重量]	kg/台/日	6,808.7	8549.1	+1,740.4
1人あたり集荷量-日々のばらつき[重量]	kg	736.2	488.1	-248.1
1人あたり集荷量[枚数]	枚/台/日	6.6	8.3	+1.7
1人あたり集荷量-日々のばらつき[枚数]	枚	0.7	0.4	-0.3
配送計画時間(2名)	時間/日	*****	7時間49分	-

比較の結果、以下の①から④までが期待できる。

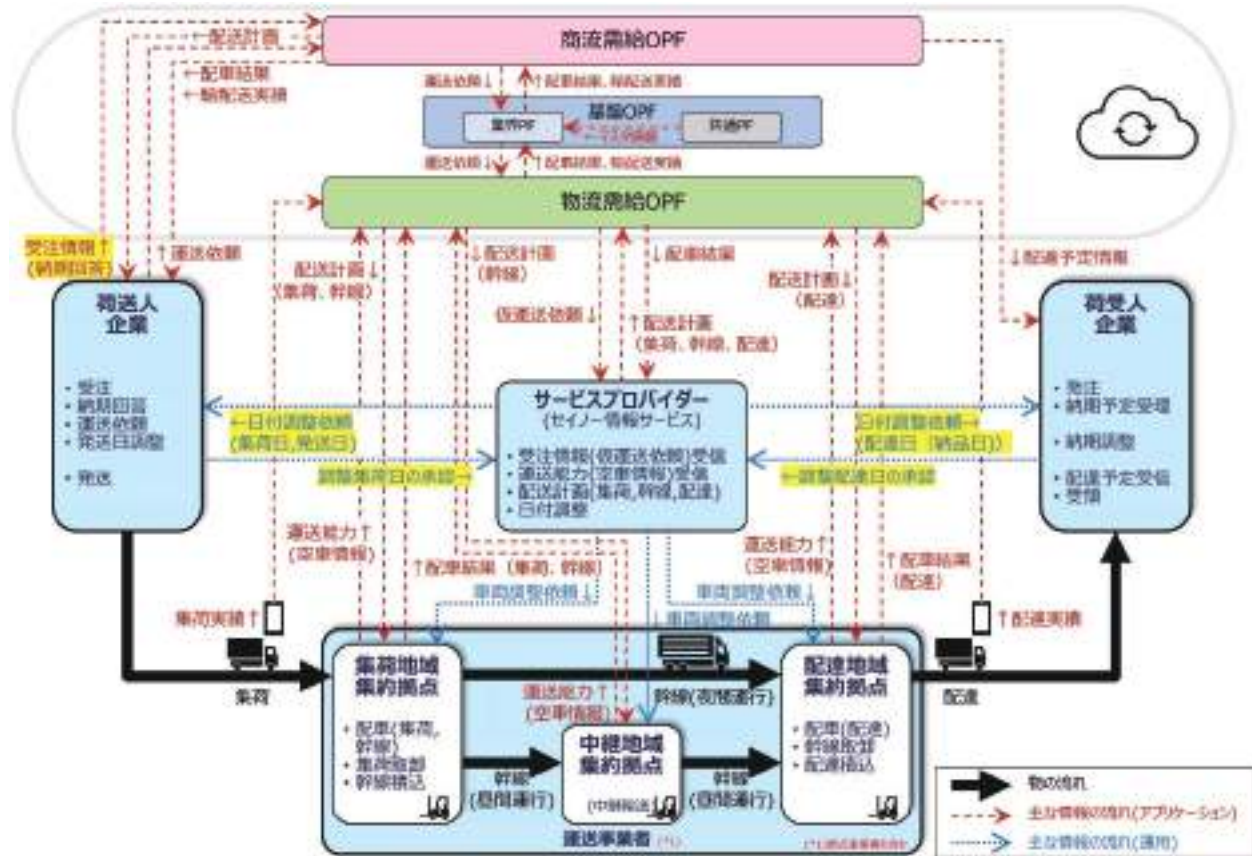
- ①配達日付に猶予期間をもらい、配達日の調整等のネゴシエーションにより、日々の集配物量のばらつきを減少、必要となる車両台数等の集配車運送能力を低減できる。集配物量は、荷主企業から配達リードタイムの1~2日の調整について許容を受けた上で、配達物量の平準化に努めた。配送計画シミュレーションの対象期間においては、配達物量が多い金曜日への調整は行わず、月曜日から木曜日までの間での調整とした。その結果、表7.8では集配物量の日々のばらつきは、東海地域で7.4%、関東地域で4.0%減少が見られた。
- ②配送計画シミュレーションにおける集配車の運送能力は、車格を7t車に統一することを前提とした。従って、車両台数の削減については、評価はできない。しかし、必要な運送能力は減らすことができたことから、車両台数の削減は見込める。
- ③事前に取り扱う物流情報の把握により、ムリ・ムラ・ムダのない配送計画・配車計画を立てることができるといふ仮説が検証できた。車両台数の削減は、トラックドライバー不足への対策として期待できる。
- ④荷受人企業が配達日付の調整を受け入れ、取り扱い物量のばらつきが少なくなれば、安定的な配車計画ができる。

## 6 社会実装

### 社会実装時のビジネスモデル

実証実験・協議会設立等準備が終わった「地域物流」は2021年10月に社会実装を開始した。社会実装時におけるビジネスモデルは、図10に示す通りである。

● 図10 社会実装時のビジネスモデル



「地域物流」では社会実装の主体として共同輸配送を牽引するSIP地域物流ネットワーク化推進協議会の設立準備を開始し、2021年7月から会員を募集し、10月の発起人会を経て、87会員の参加のもと、11月26日に設立総会を行った。協議会はまずは地域の中堅・中小企業における企業間の「連携・協働」による「持続可能な地域物流」を実現するため、「中ロット貨物パレット共同輸配送」の構築、普及及び啓蒙を目指している。社会実装はセイノー情報サービスがサービスプロバイダーとなり推進している。



ユニット名	リテール（日用消費財・コンビニ等）データ基盤
研究責任者	折笠 俊輔（公益財団法人流通経済研究所）
参画機関	アサヒビール株式会社、味の素株式会社、花王株式会社、キューピー株式会社、キリンビール株式会社、日清食品ホールディングス株式会社、ライオン株式会社、株式会社あらた、伊藤忠食品株式会社、加藤産業株式会社、株式会社PALTAC、国分グループ本社株式会社、株式会社日本アクセス、三井食品株式会社、三菱食品株式会社、株式会社セブン-イレブン・ジャパン、株式会社ファミリーマート、株式会社ローソン、イオングローバルSCM株式会社、株式会社TSUNAGUTE、ウイングアーク1st株式会社、富士通株式会社、株式会社物流革命、株式会社ファイネット、株式会社プラネット、一般社団法人日本加工食品卸協会、一般社団法人日本物流団体連合会、公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会

## 1 研究開発の背景と目的

日用消費財の川上のサプライチェーンでは、小ロット・多頻度・短リードタイムの物流が行われているが、製造・配送・販売の垂直的連携、各層での水平的連携が十分ではなく、納品トラックの待機時間の発生、積載率の低下、返品等の非効率が生じている。一方、コンビニ等の川下のサプライチェーンでは、各大手企業が独自の物流ネットワークを構築し、個別最適を目指した結果、近年、トラックや物流人員の不足等の問題が深刻化している。

本研究では、同業界サプライチェーンの川上から川下をリテール業界として捉え、物流オペレーションデータ連携、共同物流支援等を行う物流・商流データ基盤を開発し、物流労働生産性の改善を図ることを目的とする。

## 2 研究開発の目標

### (1)リテールデータ基盤の開発

- ①伝票電子化・検品レスシステムの開発
- ②EDI連携バース予約システムの開発
- ③輸配送実績データに基づく荷主マッチング
- ④コンビニ共同物流支援システムの開発

### (2)リテールデータ基盤を活用した概念実証の実施

- ①入出荷作業生産性30%向上
- ②トラック待機時間70%削減
- ③幹線輸送トラック台数10%削減
- ④コンビニ店舗輸送トラック30%削減

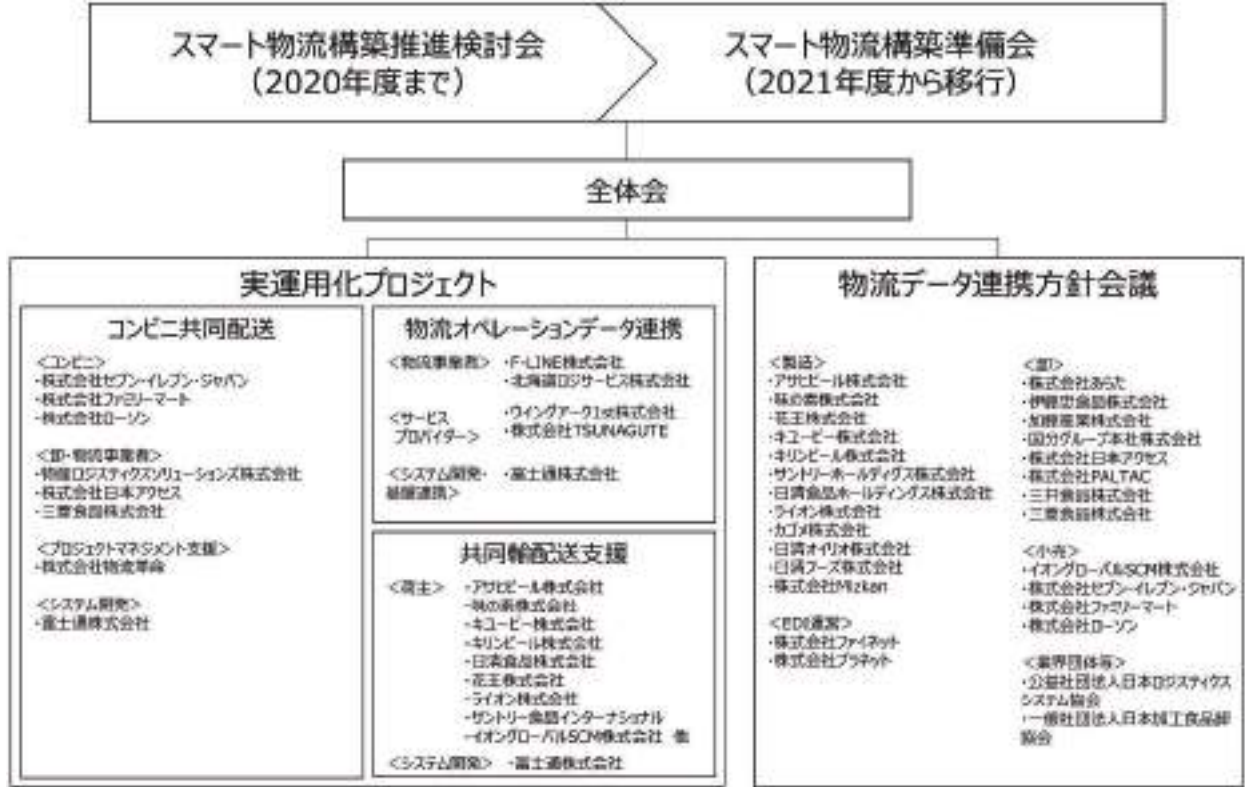
### (3)リテールデータ基盤の高度化

- ①物流オペレーションデータ連携システムの開発
- ②共同輸配送支援システムの開発
- ③コンビニ共同配送システムの開発（防災・災害対応を見越したデータ連携・商習慣の見直し）

### 3 実施体制

本研究は、公益財団法人流通経済研究所のプロジェクトマネジメントの下、図1に示すメーカー、卸売業、小売業、ソリューションプロバイダー、業界団体等の協業により開発を行う。

●図1 実施体制図



### 4 工程表

実施内容	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
〔1〕リアルタイムデータ基盤の開発 （流通経済研究所） ①伝票電子化・検品レスシステムの開発 ②EDI連携・パース予約システムの開発 ③輸送実績データに基づく荷主マッチング ④コンビニ共同物流支援システムの開発		←→		
〔2〕リアルタイムデータ基盤を活用した概念実証の実施 （流通経済研究所） ①物流オペレーションデータ連携の開発 ②共同輸送支援システムの開発 ③コンビニ共同配送システムの開発		←→		
〔3〕リアルタイムデータ基盤の高度化 （流通経済研究所） ①物流オペレーションデータ連携の開発 ②共同輸送支援システムの開発 ③コンビニ共同配送システムの開発			←→	

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1)物流オペレーションデータ連携

#### ①研究開発概要

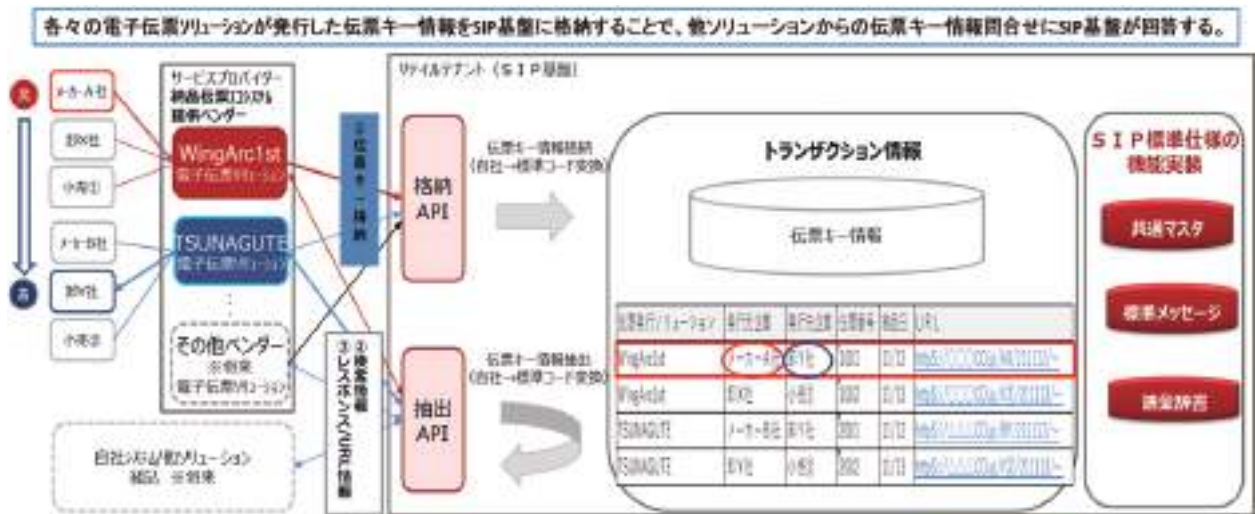
日用消費財業界は年間取引15兆円（日用品3兆円、ドライ加工食品12兆円）という巨大な市場にもかかわらず、紙媒体の納品伝票を使用した検品が主流で、煩雑な入出荷業務やトラックの待機時間が問題となっている。一部事業者間において納品伝票の電子化や着車バース予約システムの導入が進みつつあるが、様々なサービスプロバイダーが存在し、それぞれにデータ項目・レイアウトが異なり、非効率を招いている。

本研究では、納品伝票の電子化・検品レス、着車バース予約システムによる効率化を実証しながら、各プレイヤー（メーカー・卸・小売）が標準的に利用できる納品伝票エコシステムを開発した。

#### ②研究開発内容

前述の通り、納品伝票の電子化や着車バース予約システムはサービスプロバイダー毎にデータ項目・レイアウトが異なることがボトルネックで、発荷主・着荷主が使用するシステムに合わせて使い分ける必要がある。今回開発した図2に示す納品伝票エコシステムは、物流・商流データ基盤と物流情報標準ガイドラインの標準メッセージレイアウト及びデータ項目を活用することで、サービスプロバイダーにかかわらず容易に電子化することが可能となる。本研究では、ウイングアーク1st株式会社、株式会社TSUNAGUTEの2社の先行サービスプロバイダーと連携し、要件定義・システム開発・検証を進めた。

#### ●図2 納品伝票エコシステム



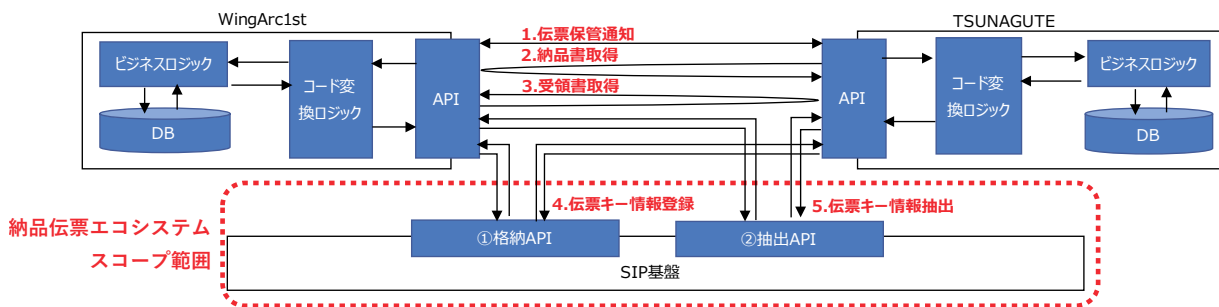
今回の開発要件を表1に、またSIP物流・商流データ基盤と各機能との位置づけを図3に整理した。開発した主な機能は、物流・商流データ基盤に対する「伝票キー情報の登録（情報蓄積）」と「伝票キー情報の抽出機能」である。「伝票キー情報」とは表2に示す納品伝票の情報項目で、これら情報がソリューションプロバイダーから物流・商流データ基盤に登録・蓄積されることで、各プレイヤーが標準的に利用することが可能となる。社会実装に向けて、これらの機能を表3に示す仕様でAPIとして開発するとともに、ソリューションプロバイダー間のデータ送受信に必要な「伝票保管通知」等の機能を表4に示す仕様で開発した。これらの研究開発のユースケースを図4、図5に示す。



●表1 納品伝票エコシステム開発要件

項目	概要	機能
伝票キー情報蓄積機能	荷主の納品伝票、受領書の情報の内、キーとなる情報をSIP物流データ基盤に蓄積。	①伝票キー情報蓄積機能 ・荷主の納品伝票・受領書の伝票キー情報をSIP物流データ基盤に登録するAPI
伝票キー情報抽出機能	SIP物流データ基盤に蓄積されている、荷主の納品伝票、受領書の伝票キーを抽出。 ※伝票キーを入手後、対象のソリューションプロバイダーのシステムより納品伝票もしくは受領書を取得する。	①伝票キー情報抽出（共有）機能 ・SIP物流データ基盤に蓄積されている荷主の納品伝票・受領書の伝票キー情報を、場所、納品日等の条件により抽出し共有するAPI

●図3 物流・商流データ基盤と開発要件との関連



●表2 伝票キー情報の項目

項目	項目	項目	項目
伝票発行ソリューション	出荷場所コード (本社)	荷受人コード (本社)	運送事業者コード (本社)
伝票種別	出荷場所コード (事業所)	荷受人コード (事業所)	運送事業者コード (事業所)
伝票発行日	出荷場所コード (ローカル)	荷受人コード (ローカル)	運送事業者コード (ローカル)
納入予定日	出荷場所名 (漢字)	荷受人名 (漢字)	運送事業者名 (漢字)
納入日	出荷場所電話番号	荷受人住所	運送事業者発店コード
納品伝票番号	出荷場所住所 (漢字)	荷受人電話番号	運送事業者発店名 (漢字)
発注番号	荷届先コード (本社)	自動車登録番号	運送事業者電話番号
共用送り状番号	荷届先コード (事業所)	車両種類	運送事業者電店コード
荷送人コード (本社)	荷届先コード (ローカル)		運送事業者着店名 (漢字)
荷送人コード (事業所)	荷届先名 (漢字)		中継拠点コード (本社)
荷送人コード (ローカル)	荷届先住所 (漢字)		中継拠点コード (事業所)
荷送人名 (漢字)	荷届先電話番号		中継拠点コード (ローカル)
荷送人住所	荷届先住所先条件		中継拠点名
荷送人電話番号			備口数
			合計商品重量
			合計商品容量
			伝票格納先URL

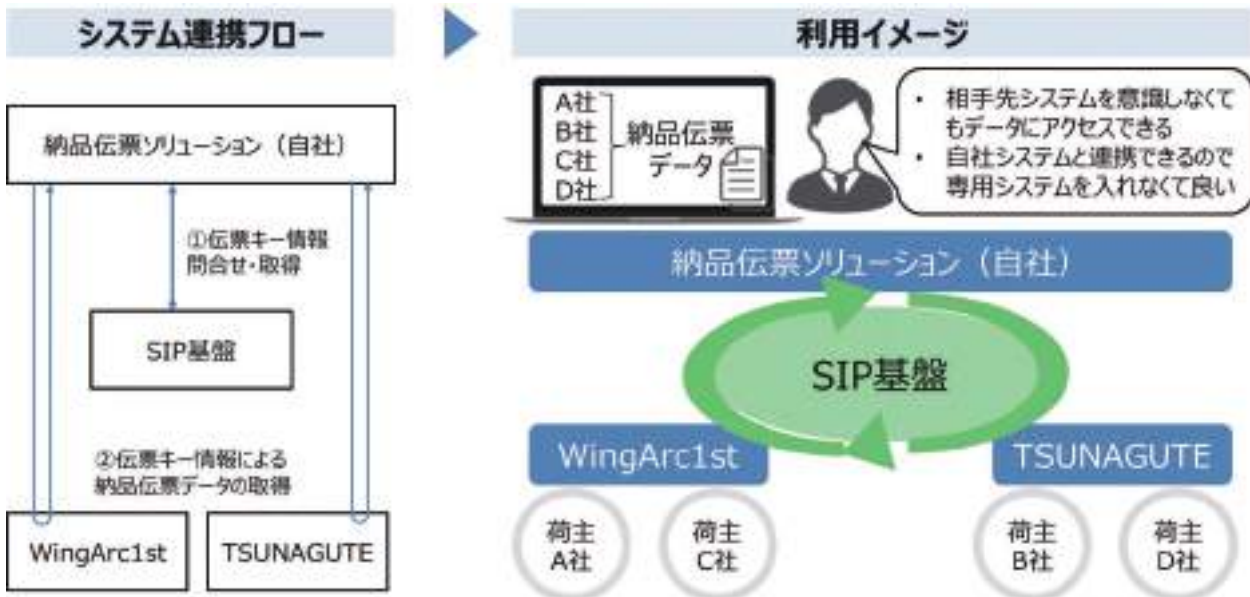
●表3 開発機能の実装・仕様概要

No.	提供機能	機能名	構築方式	機能区分	概要
1	格納API	格納API	SIP基盤 NodeRed	API(フロー定義)	URI連携でファイル受信し、データレイクへファイルデータとしてアップロード
2		DB格納	個社機能	バッチ処理	データレイクへアップロードされたデータをDBへ保存
3	抽出API	抽出API	SIP基盤 NodeRed	API(フロー定義)	URI連携で要求受信し、データレイクからファイルデータをダウンロード
4		納品伝票抽出	個社機能	バッチ処理	ダウンロードしたファイルデータのコードを元にDB参照
5	API連携ツール	API連携ツール	ツール	ツール	格納API, 抽出APIを呼出すテスト用ツール

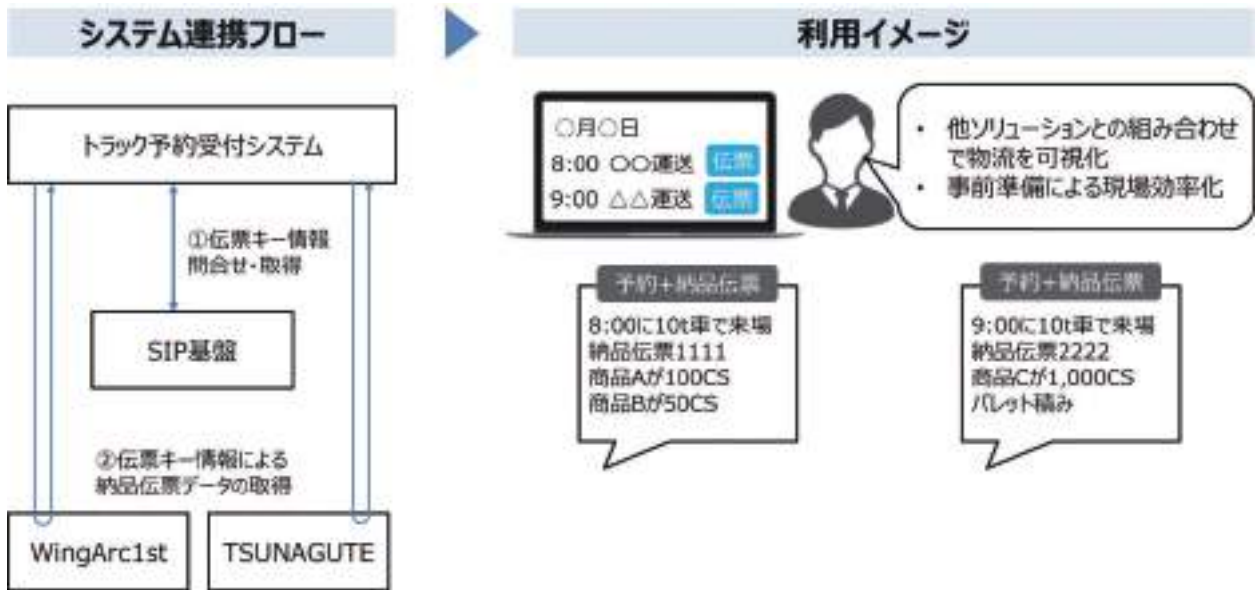
●表4 サービスプロバイダー側の実装・仕様概要

No.	処理分類	API名	API呼び出し		参照シート名(納品伝票エコシステムAPI定義書_v1.7)	
			FROM	TO	リクエスト	レスポンス
1	伝票登録	伝票保管通知	WingArc1st	telesa-delivery(API)	01.伝票保管通知_リクエスト	01.伝票保管通知_レスポンス(A)
2		ログイン認証	telesa-delivery(API)	WingArc1st	※WingArc1st側API仕様書参照 ( <a href="https://cs.wingarc.com/manual/spa/cloud/spac-api/ref/ja/1027707.html">https://cs.wingarc.com/manual/spa/cloud/spac-api/ref/ja/1027707.html</a> )	
3		伝票取得要求(納品書)	telesa-delivery(API)	WingArc1st	03.事前納品通知情報(車両確定前)_リクエスト	03.事前納品通知情報(車両確定前)_レスポンス
4	受領(通知)	伝票保管通知	telesa-delivery(本体)	telesa-delivery(API)	01.伝票保管通知_リクエスト	01.伝票保管通知_レスポンス(B)
5		伝票保管通知	telesa-delivery(API)	WingArc1st	01.伝票保管通知_リクエスト	01.伝票保管通知_レスポンス(C)
6		伝票取得要求(受領書)	WingArc1st	telesa-delivery(API)	04.納品確認通知情報_リクエスト	04.納品確認通知情報_レスポンス

●図4 ユースケース：納品伝票電子化システム



●図5 ユースケース：着車バス予約システム

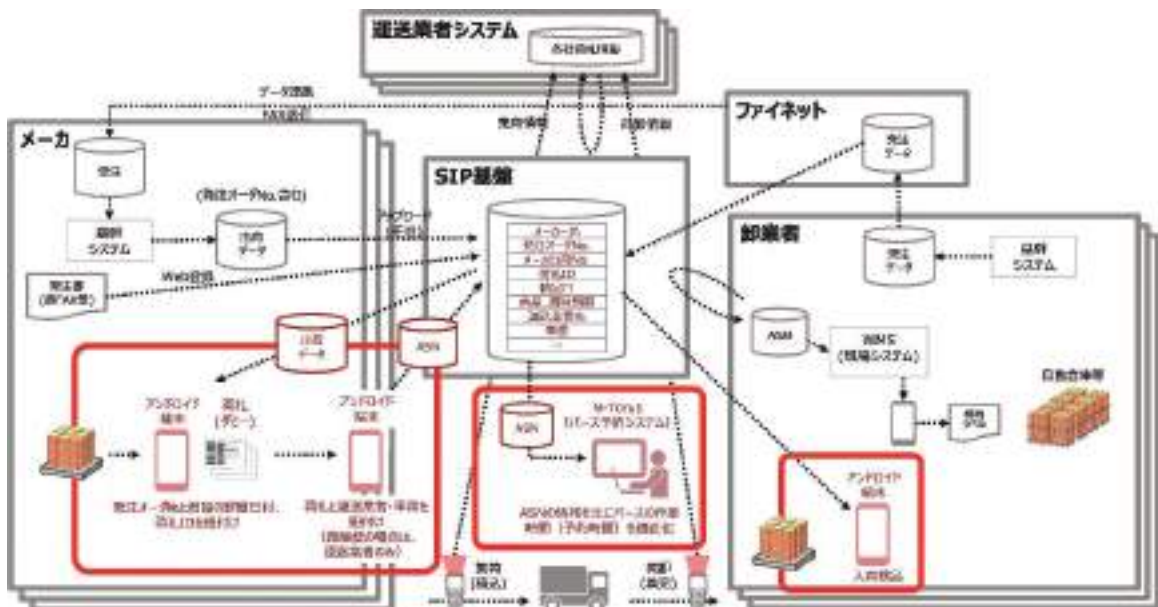


③研究開発成果

研究開発の有効性を示すため、2020年度にプロトタイプシステムによる概念実証を行い、2021年度に高度化したシステムによる実業務運用テストを行った。

2020年度に開発した図6のプロトタイプシステムでは、伝票電子化・検品レスシステム及び着車バス予約システムのデータ送受信の検証を行った。同時に、現状の作業時間等を計測し、同システム導入による効果を表5の通り算出した。

●図6 プロトタイプシステム概要

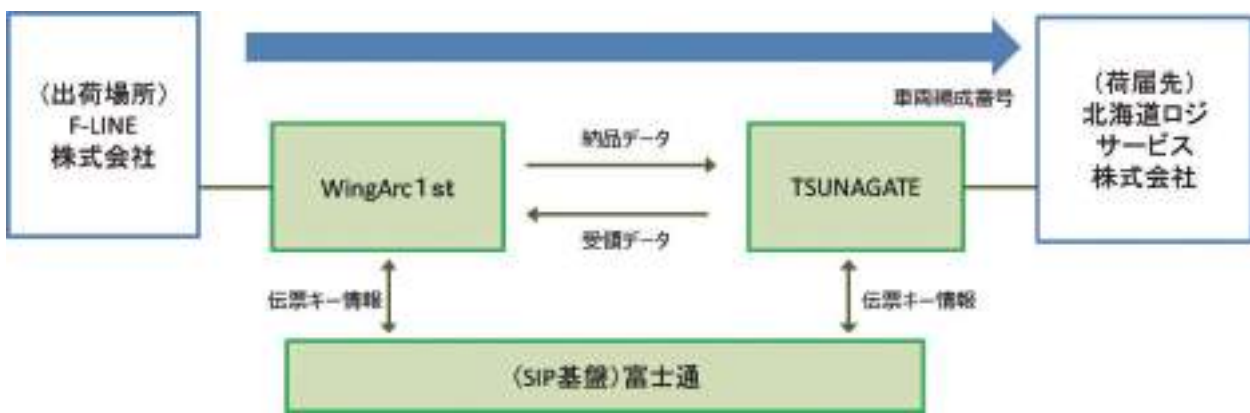


●表5 作業時間・待機時間の改善期待効果（まとめ）

検証項目	単位	現状	改善期待値	削減率
伝票発行作業時間（平均）	分/日	64.6	9.4	85.4%
入荷検品作業時間（平均）	時間/日	18.1	5.7	68.4%
トラック待機時間（平均）	分/台	59.0	25.3	57.2%

2021年度に行った実業務運用テストでは、より社会実装に近い形のサービスプロバイダーを含む図7に示す事業者・フローで行った。詳細の実施計画及び実施結果は、図8に示す通りである。納品伝票電子化を図9に示す新旧で比較すると、従来の紙媒体の納品伝票で必要であった印刷・仕分け・保管等の作業が不要となり、商品受領確認のサインも図10のようにスマホ画面で完結した。

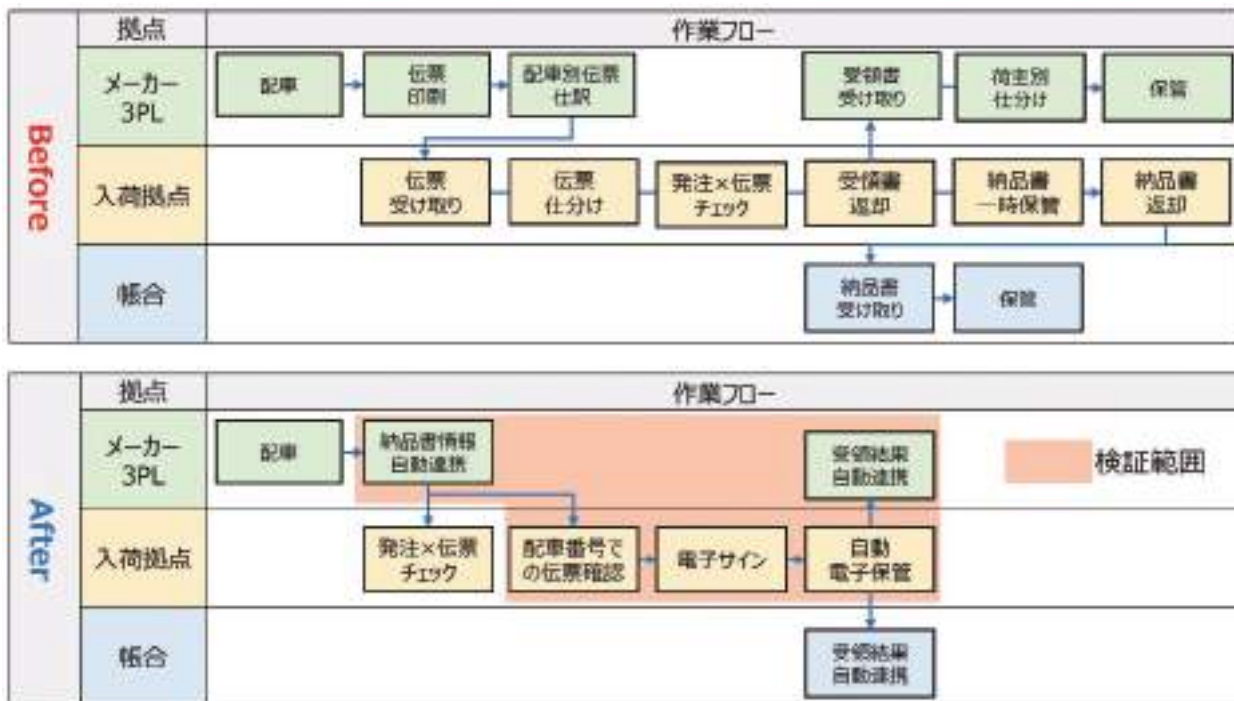
●図7 納品伝票エコシステム実業務運用テストフロー



●図8 実業務運用テスト実施計画及び実施結果

実施内容	担当	3月14日(月)	3月15日(火)	3月16日(水)	実施結果説明
納品伝票電子化システム運用開始		実施予定 15:00~17:00 2/15納成済 納品伝票作成、宛先付リスト到着	実施予定 15:00~17:00 2/16納成済 納品伝票作成、宛先付リスト到着		実施済。 正常稼働中完了。
納品伝票作成（電子） 本番荷物・テスト荷物	F-LINE（納品業務担当） F-LINE（納品業務担当） TSUNAGATE（納品業務担当）		実施結果 伝票枚数：1枚 [2/15納成済] 納品伝票作成：完了 納品伝票送信：完了	実施結果 伝票枚数：1枚 [2/16納成済] 納品伝票作成：完了 納品伝票送信：完了	実施済。 正常稼働中完了。
納品伝票受領（SIP基盤） テスト受領	TSUNAGATE（納品伝票キー情報送信） 富士通（納品伝票キー情報受信）		実施結果 伝票枚数：1枚 [2/15納成済] 納品伝票作成：完了 納品伝票送信：完了	実施結果 伝票枚数：1枚 [2/16納成済] 納品伝票作成：完了 納品伝票送信：完了	実施済。 正常稼働中完了。
受領伝票作成（電子） テスト受領	北海道ロジサービス（受領業務担当） TSUNAGATE（受領業務担当） F-LINE（受領業務担当）		実施予定 17:00 2/15納成済 TSUNAGATE、北海道ロジサービスにて到着	実施予定 17:00 2/16納成済 TSUNAGATE、北海道ロジサービスにて到着	実施済。 正常稼働中完了。
受領伝票受領（SIP基盤） テスト受領	TSUNAGATE（受領伝票キー情報送信） 富士通（受領伝票キー情報受信）		実施結果 伝票枚数：1枚 [2/15納成済] 受領伝票作成：完了 受領伝票送信：完了	実施結果 伝票枚数：1枚 [2/16納成済] 受領伝票作成：完了 受領伝票送信：完了	実施済。 正常稼働中完了。

● 図9 新旧業務フロー比較



● 図10 電子納品伝票のサイン受領スマホ画面



## (2) 共同輸配送支援システム

### ① 研究開発概要

日用消費財業界は、商品の多品目化・小ロット化が進む中、トラックの積載率の低下やトラックの不足といった問題が深刻化している。一部メーカー間においては共同輸配送の取り組みも進みつつあるが、業界全体では局地的な範囲に留まっている。

本研究では、主にメーカーを対象として出荷実績データから複数の荷主をマッチングする共同輸配送の有効性を実証しながら、実業務で運用可能な共同輸配送支援システムを開発した。

## ②研究開発内容

複数の荷主をマッチングする共同輸配送の実現には、共通のフォーマットでデータを収集し、そのデータを一定のルールで名寄せし、分析・シミュレーションを行った上で、最適なマッチングパターンを選び出すといったプロセスが必要となる。

本研究では、表6の輸配送実績データの共通フォーマットを作成し、共同輸配送を希望する荷主から実績データを収集した。各荷主が登録したデータを物流・商流データ基盤上で連携させ、マッチング・照会するシステムを開発した。

開発機能・システムの概要は、表7・図11の通りである。荷主が自社のデータを「登録」し、マッチングしたい情報を「照会」し、マッチング結果をダウンロードするフローとなっている。各社が登録するデータを物流・商流データ基盤のデータと紐付けるに際し、要素基礎技術の「個別管理データ変換機能」を活用している。

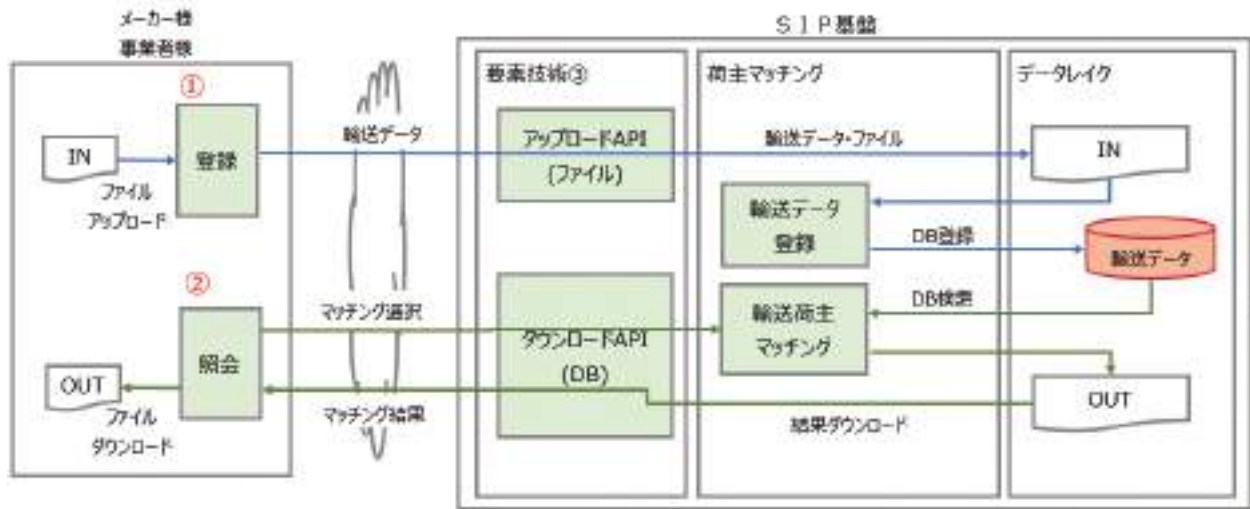
●表6 輸配送実績データのフォーマット

項番	項目	フォーマット	備考
1	出荷日	YYYYMMDD	出荷年月日
2	着荷日	YYYYMMDD	着荷年月日
3	出荷地名	文字列	拠点名称など
4	出荷地郵便番号	数値	ハイフン無し7桁
5	出荷地住所	文字列	都道府県から番地まで
6	着荷地名	文字列	拠点名称など
7	着荷地住所	数値	ハイフン無し7桁
8	着荷地郵便番号	文字列	都道府県から番地まで
9	重量	数値	ケース重量。単位：KG
10	容積	数値	ケース容積。単位：m3
11	商品カテゴリー	文字列	商品分類：調味料、即席麺、飲料など

●表7 開発機能の概要

No.	提供機能	機能名	構築方式	機能区分	概要
1	登録	登録	個社機能	画面	○輸送データ(CSVファイル)をアップロードする
2		輸送データ登録	個社機能	バッチ	○アップロードされた輸送データ(CSVファイル)をデータクレンジングし、輸送データ(DB)へ登録する
3		格納API(ファイル)	SIP基盤(Node-RED)	SIP基盤	○データレイクにファイル登録する機能を提供する
4	照会	照会	個社機能	画面	○マッチング対象を選択し、荷主マッチングを実行させる ○マッチング結果(CSVファイル)をダウンロードする
5		輸送荷主マッチング	個社機能	バッチ	○輸送データ(DB)と標準事業所マスタ(DB)を紐付け、データクレンジングを行う ○輸送地域間の車両台数データを算出する ○荷主マッチングを行う ○市区町村単位のマッチング情報を算出する
6		抽出API(ファイル)	SIP基盤(Node-RED)	SIP基盤	○データレイクに登録したファイルのダウンロード機能を提供する

● 図11 荷主マッチングシステム概要



③ 研究開発成果

研究開発の有効性を示すため、2020年度にプロトタイプシステムによる概念実証を行い、2021年度に高度化したシステムによる実業務運用テストを行った。

2020年度は、図12の19社のメーカーの協力を得て、数理計画のデジタルアニーラを用いて各社の1年間（2019年1～12月）の輸配送実績データから車両削減効果の推計を行い、荷主マッチングシステムの活用による効果を表8の通り算出した。

● 図12 実証実験参画企業

- アサヒ飲料株式会社
- アサヒビール株式会社
- 味の素株式会社
- エステー株式会社
- 大塚製薬株式会社
- 花王株式会社
- カメヤマ株式会社
- キッコーマン食品株式会社
- キューピー株式会社
- 牛乳石鹸共進社株式会社
- キリンビール株式会社
- クラシエホームプロダクツ株式会社
- 小林製薬株式会社
- サンスター株式会社
- 大日本除虫菊株式会社
- 株式会社タリヤ
- 日清食品株式会社
- ハウス食品株式会社
- ライオン株式会社



●表8 荷主マッチングシステムの活用による推定効果

KPI	現状	改善期待値	削減率
幹線輸送における 帰り荷必要車両数 (メーカー19社計)	930,730台/年	780,812台/年	16.1%
地域配送における 必要車両数 (メーカー9ペア計)	個社配送	共同配送	11.9%
	413台	364台	

2021年度は概念実証結果を踏まえ、図13のようなユーザーニーズに合致したシステム開発を行いながら、実際に荷主マッチングシステム利用を希望する13社のメーカーを対象に実業務における検証を行った。13社の1年間（2020年1～12月）の輸配送実績データから荷主マッチングシステムを用いて算出した空車の削減率は、表9の通りであった。また、発着の都道府県別に上位20パターンを整理したところ、表10の結果となった。兵庫県－大阪府（1位）、神奈川県－茨城県（2位）といった近距離のマッチングが目立つ一方、兵庫県－愛知県（4位）、埼玉県－大阪府（6位）といった中・長距離でのマッチングも可能であるとの効果が確認された。

●図13 荷主マッチングシステム ユーザー画面イメージ



●表9 荷主マッチングシステムによる空車削減台数の算出結果

	台数	構成比
輸送台数	1,980,701	100%
マッチング前空車台数	1,468,203	74%
マッチング後空車台数	1,213,865	61%
空車削減台数	254,338	13%
空車削減率	17%	

●表10 発着都道府県別空車削減台数の算出結果

地域1	地域2	輸送台数	マッチング前 空車台数	輸送 構成比	マッチング後 空車台数	輸送 構成比	空車削減 台数	削減率
合計	合計	1,980,701	1,468,203	74%	1,213,865	61%	254,338	17%
兵庫県	大阪府	54,592	41,646	76%	26,474	48%	15,172	36%
神奈川県	茨城県	43,530	16,236	37%	3,143	7%	13,093	81%
千葉県	神奈川県	33,370	14,586	44%	2,986	9%	11,600	80%
兵庫県	愛知県	19,054	13,412	70%	4,054	21%	9,358	70%
埼玉県	茨城県	16,101	10,409	65%	1,147	7%	9,262	89%
埼玉県	大阪府	10,164	7,892	78%	293	3%	7,599	96%
千葉県	茨城県	23,184	9,136	39%	1,686	7%	7,450	82%
兵庫県	神奈川県	15,299	10,243	67%	3,939	26%	6,304	62%
大阪府	福岡県	12,998	7,962	61%	2,051	16%	5,911	74%
埼玉県	神奈川県	52,049	37,045	71%	31,374	60%	5,671	15%
千葉県	埼玉県	16,439	9,355	57%	3,854	23%	5,501	59%
神奈川県	長野県	8,365	6,085	73%	737	9%	5,348	88%
兵庫県	福岡県	10,853	7,447	69%	2,104	19%	5,343	72%
兵庫県	岡山県	20,944	9,508	45%	4,364	21%	5,144	54%
大阪府	神奈川県	19,226	9,774	51%	4,753	25%	5,021	51%
大阪府	香川県	5,193	5,093	98%	209	4%	4,884	96%
東京都	茨城県	10,910	7,668	70%	2,945	27%	4,723	62%
愛知県	茨城県	14,370	9,154	64%	4,671	33%	4,483	49%
群馬県	茨城県	20,994	6,154	29%	1,698	8%	4,456	72%

### (3) コンビニ共同物流システム

#### ① 研究開発概要

コンビニエンスストアやドラッグストアといった大手チェーン小売業界では、各社が専用物流センターを設置し、個別最適の物流を目指してきた。しかしながら、人口の減少や過疎化等で人手不足・コスト上昇が深刻になる中、チェーン側は物流ネットワークの維持が困難となっている上、卸側もチェーン別の専用物流体制へ

の対応に課題が生じている。

本研究では、複数のチェーン小売業の共同物流による効率化を実証しながら、地域特性等に合わせた複数の形態の共同物流を可能とするシステムを開発した。

## ②研究開発内容

コンビニエンスストアやドラッグストア等の各チェーンが共同在庫・共同配送といった共同物流を行うには、出荷指示データや在庫データ等の共有を行う必要がある。しかしながら、既存の特定のチェーンのデータベースでそれを管理することは秘匿性の課題がある上、データ形式等のソフト面やマテハン等のハード面での課題がある。

本研究では、コンビニエンスストア各社の共同物流を行うためのレギュレーション（規格）や課題を検討するとともに、図14に示す共同在庫（TC型・DC型）・共同配送（センター間の共同幹線輸送・店舗への共同配送）を地域特性等に応じて使い分けすることが可能なハイブリッド型のコンビニ共同物流システムを開発した。

●図14 コンビニ共同物流システム概要

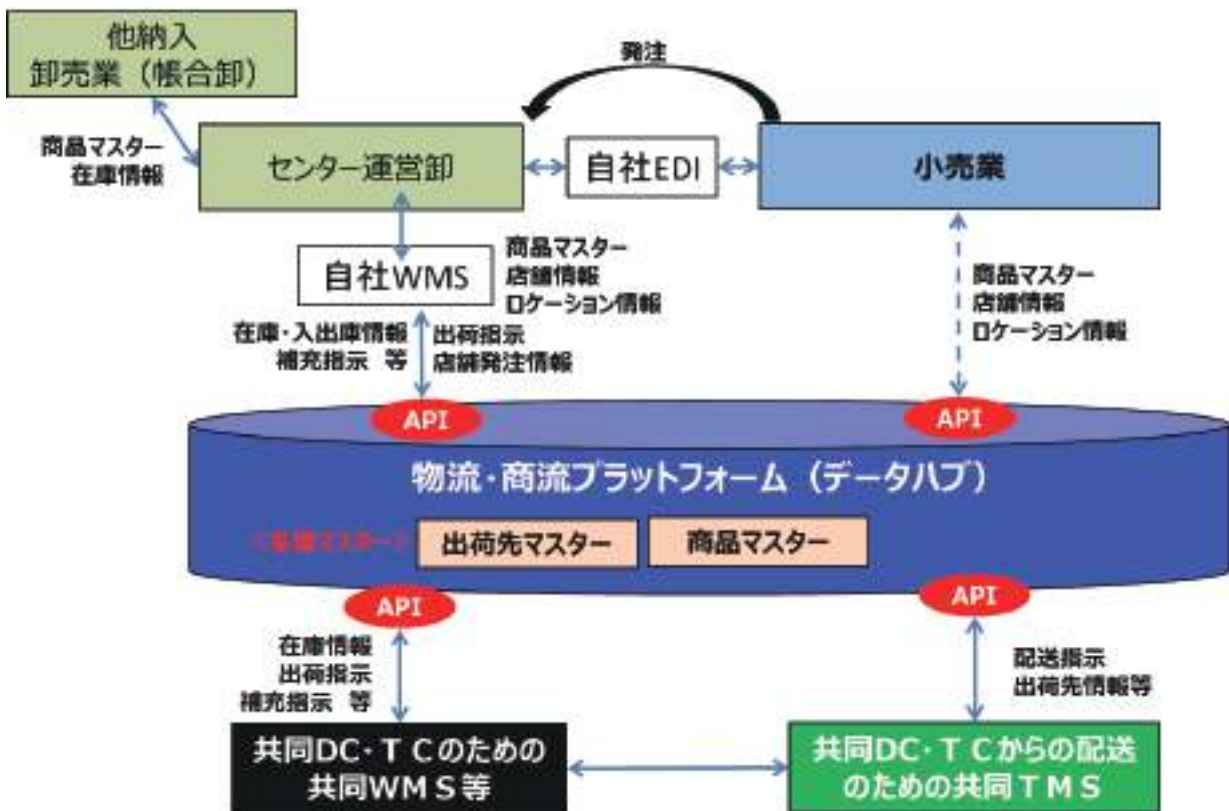
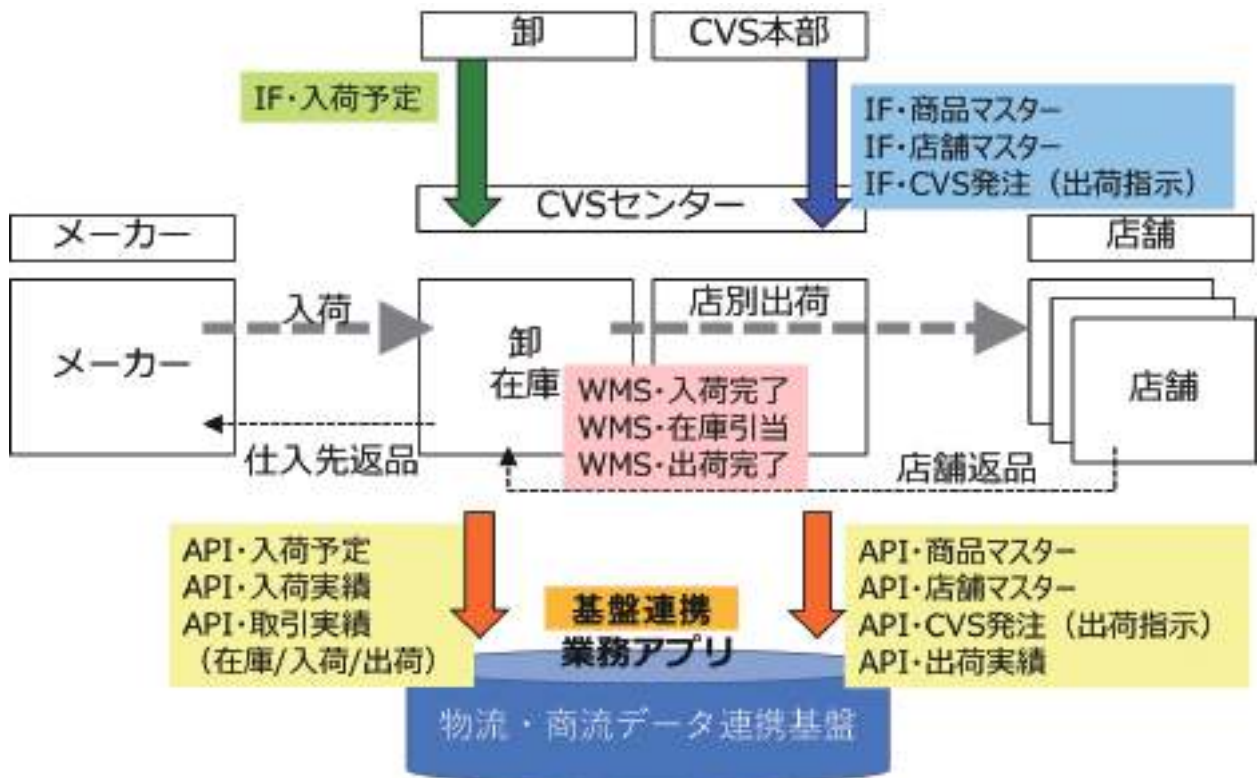


図15は、2020年度概念実証フェイズで開発したプロトタイプシステムの概要である。各チェーンとのインターフェイス及び物流・商流データ基盤と接続するための各種APIを開発した。また、並行してデータ連携を行うためのデータ標準化に着手し、図16のような形式で、標準化すべきコードと各種マスタの定義づけを行った。

● 図15 プロトタイプシステム概要

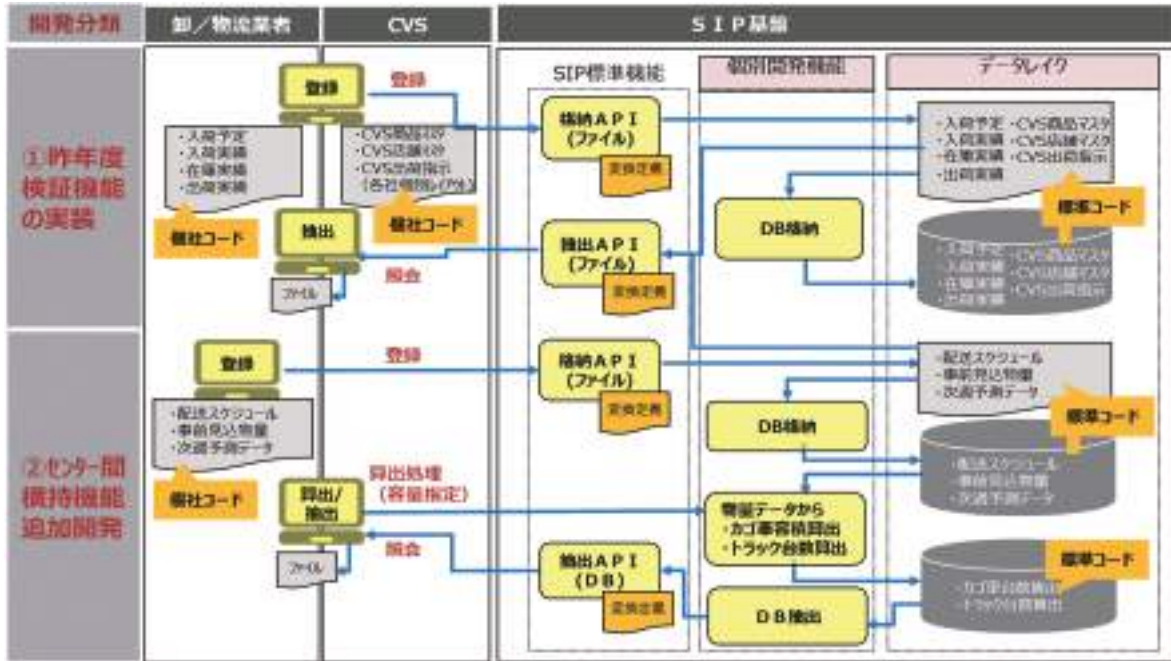


● 図16 標準化データ概要

データ種別	データ項目	状況
商品 マスタ	独自商品コード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	独自ベンダーコード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	製品の原価	他チェーンに見せられない (競争情報)
	独自の分類コード等	独自の有無自体がチェーンによって異なる
	IAJコード	統一コード (GTINコード)
店舗 マスタ	独自店舗コード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	店舗位置データ	住所、郵便番号等 (チェーンで異なる)
	店舗属性コード	商品取り扱いの有無データ等
	独自の分類コード等	独自の有無自体がチェーンによって異なる
	独自センターコード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
出荷指示 データ	独自商品コード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	独自ベンダーコード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	発注数量	発注単位等がチェーンで異なる
	出荷先店舗コード	桁数やフォーマットがチェーンで異なる
	チェーン識別コード	チェーンを識別する共通コードを策定
商品 マスタ	IAJコード	世界標準の商品コードを利用
	チェーンの商品コード	チェーンのデータと連携するためのキー
	商品名等の属性データ	共通の属性データを保持
	共通ベンダーコード	共通のベンダーコードを策定
	チェーン識別コード	チェーンを識別する共通コードを策定
店舗 マスタ	店舗コード (共通店舗CD)	世界標準のロケーションコードを採用
	チェーン店舗コード	チェーンのデータと連携するためのキー
	店舗位置データ	住所や緯度、経度の情報等
	店舗属性コード	共通の店舗属性を管理 (発注商品別の取扱等)
	IAJコード	世界標準の商品コードを利用
出荷指示 データ	共通ベンダーコード	共通のベンダーコードを策定
	発注数量 (単位統一)	発注単位等を統一したデータとして保持
	店舗コード (共通店舗CD)	世界標準のロケーションコードを採用

2021年度は、実証実験結果を踏まえ、実業務運用テストを経て、図17の通り店舗ルート・配送スケジュール・配送量予定を同一のデータフォーマットで物流・商流データ基盤に取り込む機能を追加実装した。開発した機能の概要は表11の通りである。

●図17 コンビニ共同物流システムのデータフロー



●表11 開発機能の概要

項目	概要	機能
複数小売業における共同配送、共同在庫機能	複数小売業の共同配送、共同在庫を卸売業のセンターで実現させるために、小売業のマスタや出荷指示、卸売業のセンターの入荷・出荷・在庫情報を蓄積。	<p>①データ蓄積機能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>小売業から「商品マスタ、店舗マスタ、出荷指示」情報を登録。</li> <li>※情報形式は小売業毎に異なるため、システム内で標準フォーマットへ変換し管理（コンビニ3社に対応：セブン-イレブン、ファミリーマート、ローソン）。</li> <li>卸売業から「入荷予定、入荷実績、在庫実績、出荷実績」情報を登録</li> </ul> <p>②蓄積データ抽出（共有）機能機能</p> <p>共同配送、共同在庫に必要なデータ種、期間、店舗等を条件に蓄積データを抽出し共有。</p>
カゴ車数、トラック台数予測機能	計画的な共同配送を実現させるため、小売業の見込物量より納品日、出荷場所、納品場所を指定しカゴ車、トラック台数を算出。	<p>①データ蓄積機能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>小売業もしくは卸売業より「配送スケジュール、事前見込物量、次週予測データ」を登録。</li> <li>※情報形式は小売業毎に異なるため、システム内で標準フォーマットへ変換し管理。（コンビニ3社に対応：セブン-イレブン、ファミリーマート、ローソン）</li> </ul> <p>②カゴ車、トラック台数算出機能</p> <p>納品日、出荷場所、納品場所をキーとして重量と容積からカゴ車数、トラック台数を算出。</p> <p>③カゴ車、トラック台数算出結果抽出機能</p> <p>上記②のデータ抽出機能</p>

### ③研究開発成果

研究開発の有効性を示すため、2020年度にプロトタイプシステムによる概念実証を行い、2021年度に高度化したシステムによる実業務運用テストを行った。

2021年度は、表12にあるコンビニエンスストア3社の協力を得て、図18に示す都市圏エリアにおいてコンビニ共同物流による効果検証を行い、目標値を上回る、表13に示す効果を得た。

●表12 概念実証の概要

目的	コンビニエンスストア3社の協力・参画の下、8/1~8/7に共同物流の実証実験を行い、小売チェーンによる共同配送・在庫の効果を検証、新たな物流連携の拡大につなげる。	
対象店舗	都内湾岸付近（有明・台場等）セブン-イレブン13店、ファミリーマート13店、ローソン14店 計40店	
共同物流センター	佐川急便 Xフロンティア（江東区新砂）	
取組内容	共同配送 TC型	各社専用DC（市川）にて、ドライ商品を店別ピッキング後、共同物流センター（新砂）に横持ちを掛け、共同物流センター（新砂）から各社店舗へ共同配送する。
	共同在庫 DC型	飲料カテゴリ限定アイテムを、共同物流センター（新砂）に在庫保管、店別ピッキングして共同配送する。共同在庫化に向けた実証を行う。

●図18 概念実証の運行ルート

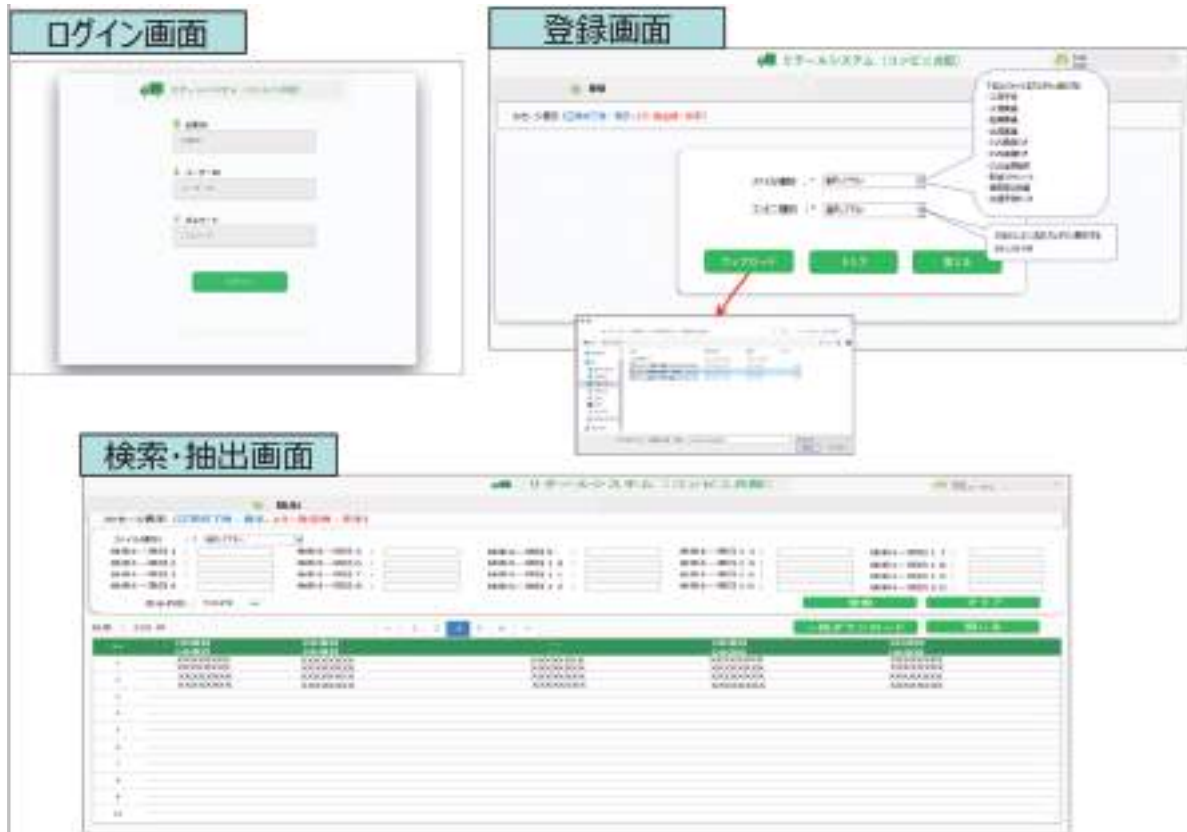


●表13 概念実証の結果

#	指標	目標値	達成状況
1	労働生産性	10%以上 上昇	店舗移動距離:13.8%短縮 ※1 トラック回転数:69%向上 ※2 ルートあたり店舗数:10%向上 ※2 ※1 チェーン横断的な共配店舗20店舗実績 ※2 時間調整をした場合の週全体の見込み
2	店舗配送トラック数	30%削減	41.8%削減(18.9台→11台) ※3 ※3 期間中最大荷量時(8/3)での比較
3	積載率	10%改善	実証期間中最大荷量日(8/3) ⇒7.8ポイント向上(※容積ベース) 時間調整実施時(火、木、金、土)累計 ⇒36.1ポイント向上(※容積ベース)

さらに、図19のようなユーザーニーズで高度化したコンビニ共同物流システムを用いて、地方での共同配送（センター間の共同幹線輸送・店舗への共同配送）の実業務運用テストを地方エリア（北海道札幌・函館）で行った。センター間の共同幹線輸送では、平均値として1便当たり距離で275km（▲48%）、時間で2.5時間（▲23%）の削減効果を得ることができた。また、店舗への共同配送では、図21に示す通り、1ルート当たり距離で61.9km（▲22%）、時間で2.3時間（▲20%）の効果を得ることができた。

● 図19 コンビニ共同物流システム ユーザー画面イメージ

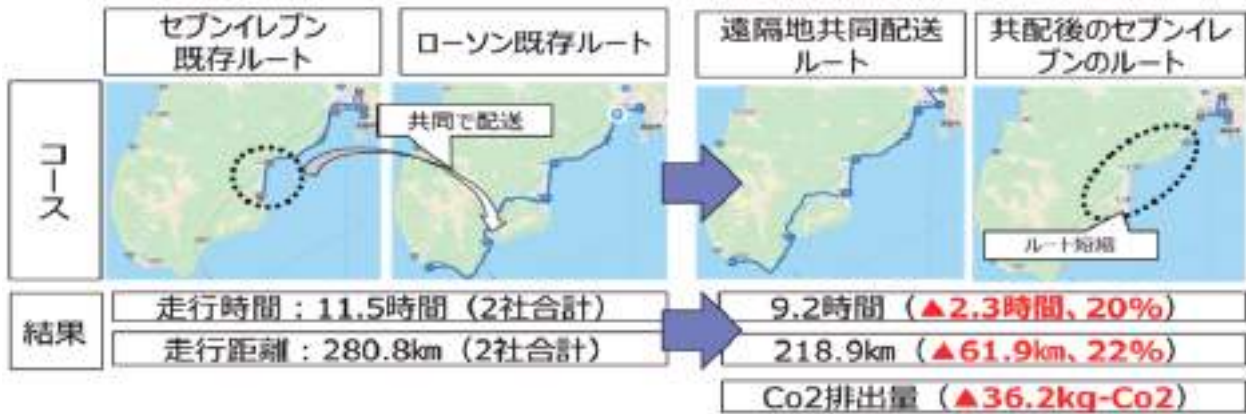


● 図20 センター間の共同幹線輸送の効果

	2/21(月)			2/24(木)		
	既存		実証実験	既存		実証実験
	SE	FM	SE+FM	SE	LS	SE+LS
コース						
時間	5.0時間	5.0時間	8.3時間	5.0時間	6.3時間	8.0時間
	10時間→8.3時間 ▲1.7時間、17%			11.3時間→8.0時間 ▲3.3時間、29%		
距離	308km	257km	283.7km	308km	286km	325km
	565km→284km ▲281km、50%			594km→325km ▲269km、45%		



●図21 店舗への共同配送の効果



#### ④防災・災害対応を見越したデータ連携・商習慣の見直し

コンビニエンスストアの防災・災害対応のためのデータ連携について、コンビニ3社のシステム担当部署を交えて具体的な検討を行ったところ、以下3点のデータ連携が必要であるとの結果を得た。

- 道路状況（国交省の情報の共有）
- 通行許可の申請（3社による共同申請を行うための情報）
- 被災地支援としての物資の支援状況

上記の内「道路状況」については、災害時にどのルートが通行可能かといった情報が必要だが、現在は国交省等が保有する情報が共有されていない。これらの情報を各社が共有できるようなデータ連携が望ましい。また「通行許可（特殊車両通行許可）」については、各トラック会社によるルート毎の申請が必要となっており、同じく各社で連携して申請できるようなデータ連携の仕組みがあることが望ましい。「物資支援状況」についても、各社が個別に被災地支援を行うのではなく、データ連携を図って適切に役割分担することが望ましい。

## 6 社会実装

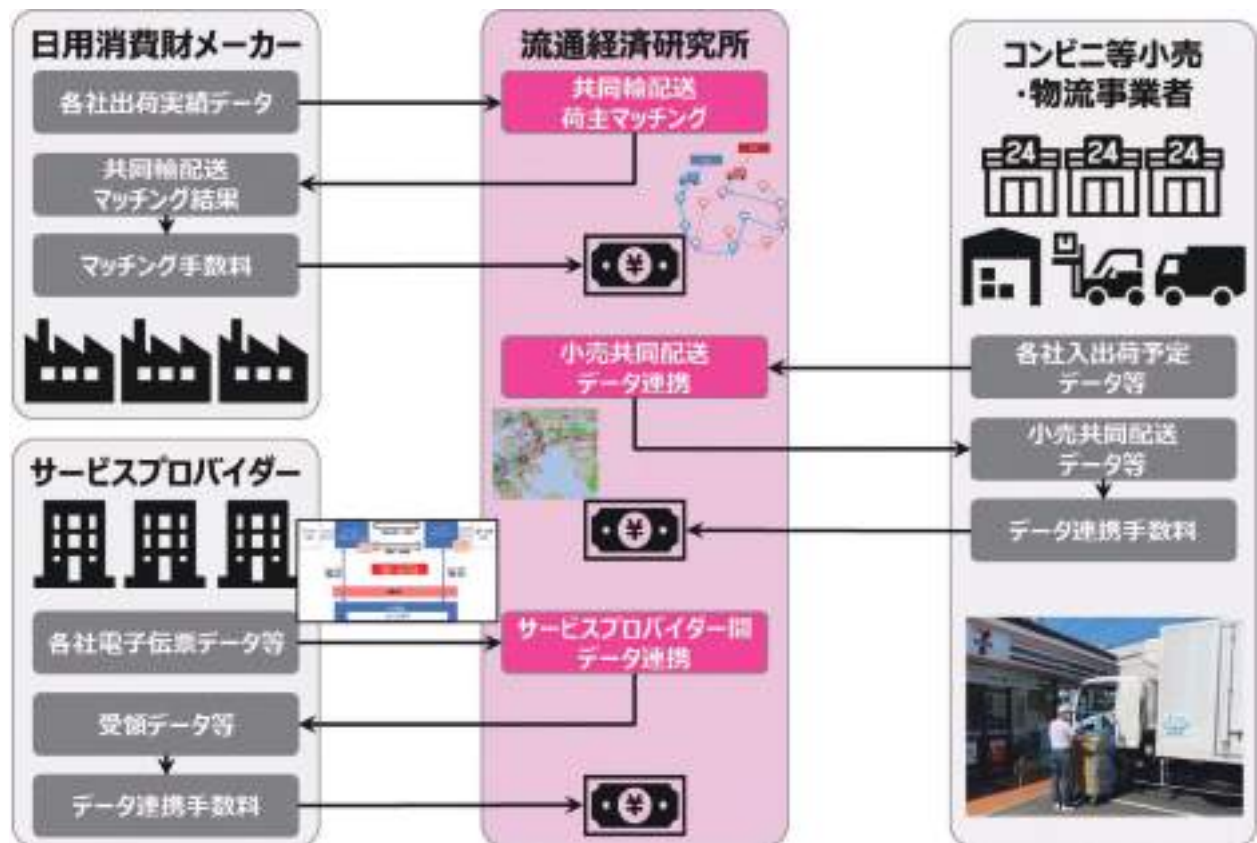
### 社会実装時のビジネスモデル

日用消費財業界のサプライチェーンの主だったメーカー・卸・小売及び業界団体等が参画する「製・配・販連携協議会」の事業者を基軸に物流・商流データ基盤を活用した輸配送の共同化、オペレーションデータ連携を進める。社会実装時におけるビジネスモデルは、図22に示す通りである。

- ①日用消費財メーカーを主とする荷主同士をマッチングするサービス
- ②コンビニ等小売の共同物流を支援するデータ連携サービス
- ③サービスプロバイダーや各事業者間のシームレスな電子伝票の送受信を実現するデータ連携サービス

これら3つのサービスを、スマート物流構築準備会に参画の企業から社会実装を行い、さらに類似する流通形態を持つ業界への水平展開を目指す。

● 図22 リテールデータ基盤ビジネスモデル





ユニット名	医療機器データ基盤
研究責任者	大島 弘明（株式会社日通総合研究所） 中河 龍司（日本電気株式会社） 依田 健司（日本電気株式会社）
参画機関	一般社団法人米国医療機器・IVD工業会 日本通運株式会社

## 1 研究開発の背景と目的

医療機器業界は医療現場の要望に合わせ、その流通形態は預託制度に代表される複雑なものであり、医療機器メーカー、ディーラーにとって非常に負担がかかっている。またコロナ禍で明らかになったように、マスクをはじめとする个人防护用具や、人工呼吸器、ECMO等まで、どこに、何があるのかを把握することに苦労している現状がある。医療機器の「安全性確保」と「安定供給」の確立にはトレーサビリティが確実に実行できる仕組みを実現することが必要であり、医療機器の物流に関する情報を蓄積するデータ基盤が必要不可欠である。また、トレーサビリティを実現するデータ伝達・収集手段として「バーコード」に加え「RFIDタグ」の活用が考えられる。これらの自動認識技術を用いることによって製品情報の正確で迅速な収集、確認が実現できるだけでなく、検品をはじめとする物流作業効率の向上が期待できると思われる。

本研究は、各種の実証実験を通じてトレーサビリティや物流作業効率などの検証を行い、社会実装に向けた課題等を整理することを目的に実施する。表1に本研究の背景と目的の概要を示す。

## 2 研究開発の目標

### (1) 医療機器データ基盤の開発

- ①RFIDタグの活用による共同物流可視化の仕組みの整備
- ②医療機器データ基盤活用による入庫、納品、返却時の検品作業効率化システムの開発
- ③トレーサビリティシステムの構築・運用

### (2) 医療機器データ基盤を活用した概念実証の実施

- ①共同配送によるメーカー・ディーラー間、ディーラー・病院間トラック便数70%削減
- ②共同倉庫による倉庫内作業効率化
- ③RFIDタグによる検品・棚卸作業時間70%削減
- ④医療機器データ基盤によるサプライチェーン内の製品情報の見える化

### (3) 医療機器データ基盤の高度化

医療機器供給の安定化、効率化に向けた医療機器データ基盤の提供価値として、医療機器メーカーとディーラーをつなぐデータ交換と検品、物流情報の見える化

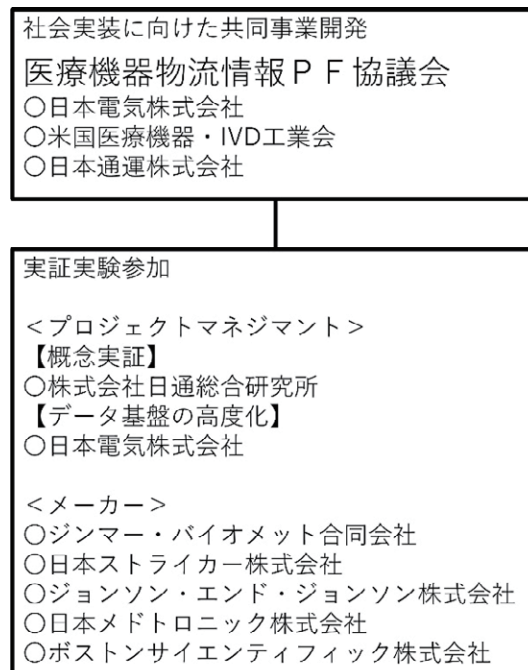
●表1 研究開発の背景と目的の概要

医療機器メーカー	ディーラー	医療機関	物流業者
<b>質の高い医療の提供、ESG経営の推進</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・命に関わる医療機器の安全性確保と安定供給</li> <li>・医療機器の流通の高度化と効率改善、物流クライシスの回避</li> <li>・持続可能な社会の成長支援、環境保全への取組み、企業統治</li> </ul>			
<b>サプライチェーン効率化</b>		<b>物流効率の向上</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注～納品リードタイムの短縮、配送の効率化（輸配送/倉庫共同化、中間物流拠点スルー）</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー業務の効率化（出荷検品、ディーラーからの返却検品、売上/補充情報生成者力化）</li> <li>- 在庫量削減、減価切れ率率削減（短期/長期貸出）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーラー業務の効率化（入荷検品、病院への納品検品、病院からの返却検品、売上/補充情報生成者力化）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・院内業務の効率化（入庫検品、ディーラーへの返却検品、在庫管理、補充情報生成者力化）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ活用による輸配送の効率化、保管在庫適正化</li> <li>・長時間労働の改善</li> </ul>
<b>見える化、精度向上</b>		<b>サービス拡大</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・流通経路における製品の可視化（短期/長期貸出）</li> <li>・在庫管理の精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流通経路における製品の可視化（メーカーから病院への直送便など）</li> <li>- 在庫管理の精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・院内での製品の可視化</li> <li>・在庫管理の精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・共同配送（アポ+ディーラー）</li> <li>・共同倉庫（デポ/ディーラーからの受託）による業務拡大</li> </ul>

### 3 実施体制

本研究は、概念実証実験については株式会社日通総合研究所（現株式会社NX総合研究所）、医療機器データ基盤の高度化については日本電気株式会社のプロジェクトマネジメントの下、図1に示すソリューションプロバイダー、物流事業者等の協業により開発を行う。

●図1 実施体制図



## 4

## 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)医療機器データ基盤開発及び概念実証 (NEC) ・データ基盤仕様の検討・選定 ・共同物流の詳細設計 実験 ・PFとのI/Fの検討・作成 実験 ・医療機器DBの仕様検討・構築 実験 ・PFとDBの連携システムの仕様検討と構築と実験				
(2)検品システム・物流データ交換システムの開発 (NEC) ・事業化検証・要件定義・サービス設計 ・詳細設計・製造・検証 ・システムテスト ・ターゲット獲得活動				
(3)物流情報見える化(物流・商流データ基盤活用) (NEC) ・事業化検証・要件定義・サービス設計 ・詳細設計・製造・検証 ・システムテスト ・ターゲット獲得活動				

※データ提供システムを2022年8月末にリリース、検品システム、データ交換システム、及び物流情報見える化は 2023年4月リリース予定

## 5

## 研究開発の取り組みと成果

## (1)概念実証実験

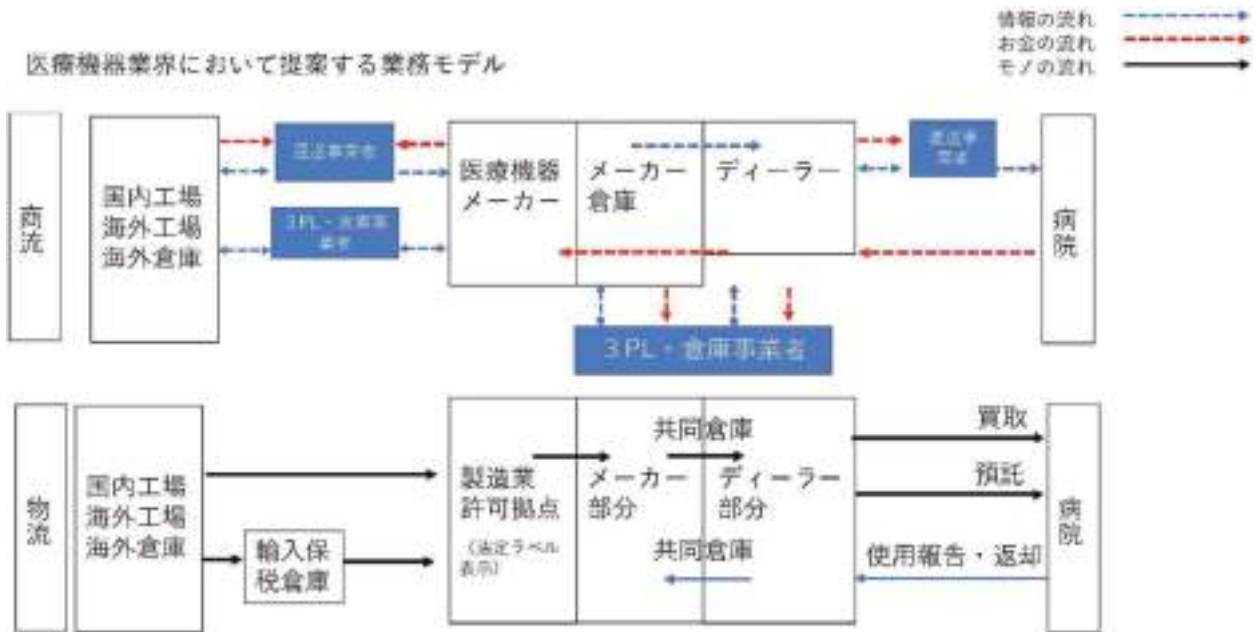
## ①概念実証実験概要

医療機器の流通・物流における大きな課題は「安全性確保」と「安定供給」である。これを実現するためには、トレーサビリティが確実に実行できる仕組みを実現することが必要である。

使い勝手の良いトレーサビリティを確立するためには、医療機器に関する情報を蓄積するデータ基盤が必要不可欠である。データ基盤上に多くのデータが蓄えられるようになれば、医療機器の物流は著しく効率化されると思われる。これを実現するデータ伝達・収集手段の一つとして「RFIDタグ」の活用が考えられる。

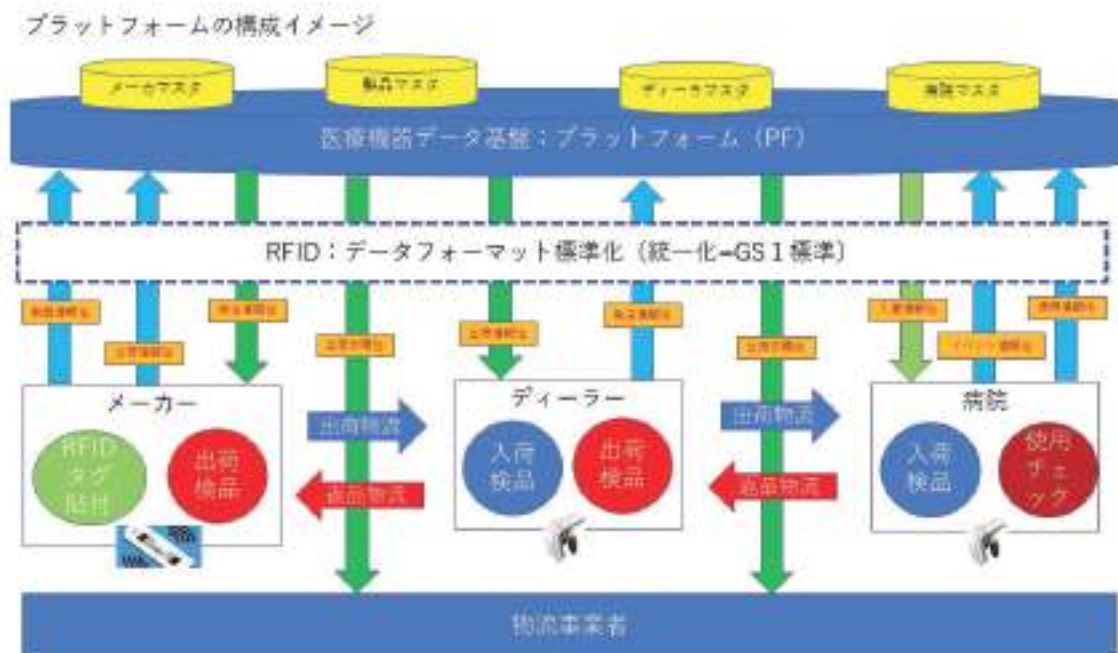
本研究が目指す業務モデルの概要は図2に示すとおりである。これまでメーカー、ディーラーがそれぞれ独自に行っていた物流を共同で行うことで、積載率の向上や輸送経路数の削減等、物流事業者にとってもメリットがあることを検証するとともに、横持ちや集荷など不効率な作業を洗い出し、共同物流に対する評価を行う業務モデルである。

● 図2 研究開発の業務モデル



また、本研究で活用する医療機器データ基盤：プラットフォーム（PF）は図3の通り。データ交換のための用語、データ交換方式などの標準化を行うとともに、データ収集や作業効率化に効果が大きいと思われる「RFIDタグ」の活用を前提としてPFを構築する。しかし、全ての製品に「RFIDタグ」を添付することは現実的ではなく、また、医療機器業界は他の業界と比べて統一バーコードとして「GS1バーコード」の表示と利用が広がっており、これによるアクセスも想定しておく必要がある。本研究では両者が共存できるプロトタイプ of 構築に取り組んだ。

●図3 医療機器データ基盤：プラットフォームの構成イメージ



実証実験は複数の関係団体、メーカー、ディーラー、病院が共同して表2のモデル概要を実施した。実証実験モデルは、医療機器によって整形及び循環器に分け、対象品の取引形態（買取、長期貸出、短期貸出）を考慮し、それぞれについて倉庫共同利用、共同配送、RFIDタグによる検品効率化などに取り組むこととし、物流効率化に対する評価を行った。

●表2 実証実験モデル一覧

分野	実験№	モデル概要
整形	整形実験①	メーカー・ディーラー倉庫共同利用モデル
	整形実験②-1	出荷情報の共有による病院直送モデル
	整形実験②-2	出荷情報の共有によるディーラー支店一括検品モデル
	整形実験③	ディーラーによるメーカー倉庫のミルクラン集荷モデル
	整形実験④	代表ディーラーによる病院への共同配送モデル
循環器	循環器実験①	代表ディーラーによる一括調達及び在庫コントロールモデル
	循環器実験②	中間タギングとRFIDタグによる消費情報取得モデル
	循環器実験③	中間タギングとRFIDタグによる消費情報取得モデル

②概念実証実験結果

実験前に想定した成果指標（Key Performance Indicator(以下KPIとする)）を概ね達成する結果が得られた。KPIは表3、表4の通りに整理することができた。



また、トレーサビリティシステムの活用で輸送中の製品の所在や履歴が正確に把握可能になるとともに、これまであまり行われてこなかった「メーカー間」、「メーカーとディーラー間」、「ディーラー間」等で物流の共同化等についての検討会等を行うきっかけとなった。

●表3 院外のKPIの整理

	目標値	実証実験の結果
業種等データ基盤による共同配送の実施	ディーラーによるメーカー倉庫ミルクラン集荷等 最終的な目標として75%効率化	トラック便数 現状：4台 結果：1台 75%削減
RFIDタグを利用した検品	RFIDタグによる納品、返品検品の効率化 最終的な目標として70%の効率化	1症例当たりの病院受取時平均作業時間の比較 現状：8.7分 結果：2.1分 76%削減

●表4 院内のKPIの整理

	目標値	実証実験の結果
買取品物流の効率化	従来の日規に対するRFIDを利用した入荷検取作業のスピードアップ 最終的な目標として75%の効率化	RFIDタグ1枚分当たりの時間計測 (2.35品目/RFID1枚) 現状：6.5秒 結果：2.5秒 62%削減
手術室における整形プラント品の受渡検取	RFIDタグによる手術単位の出荷品受取り・返却業務の効率化 最終的な目標として75%の効率化	入荷時・返却時の平均作業時間の比較 現状：539秒/1回 結果：136秒/1回 75%削減
手術室における整形プラント品の電子カルテ登録	手術実施時の電子カルテ入力効率化 最終的な目標として75%の効率化	1症例当たりの実績登録時間の比較 手入力：221秒→6秒 97%削減 バーコード：54秒→6秒 89%削減
データ連携基盤の拡充 (データバンク)	インターネットEHIによるデータ連携の確立 データバンクの可用性 参照レスポンス10秒以内 複雑な検索条件では30秒以内	EHIで連携したデータを各業務で活用可能 (本実証実験に適合) データバンクの検索は全て1秒以内 (データ量が増えても実用可能と想定)

## (2)医療機器データ基盤の高度化

### ①開発システム概要

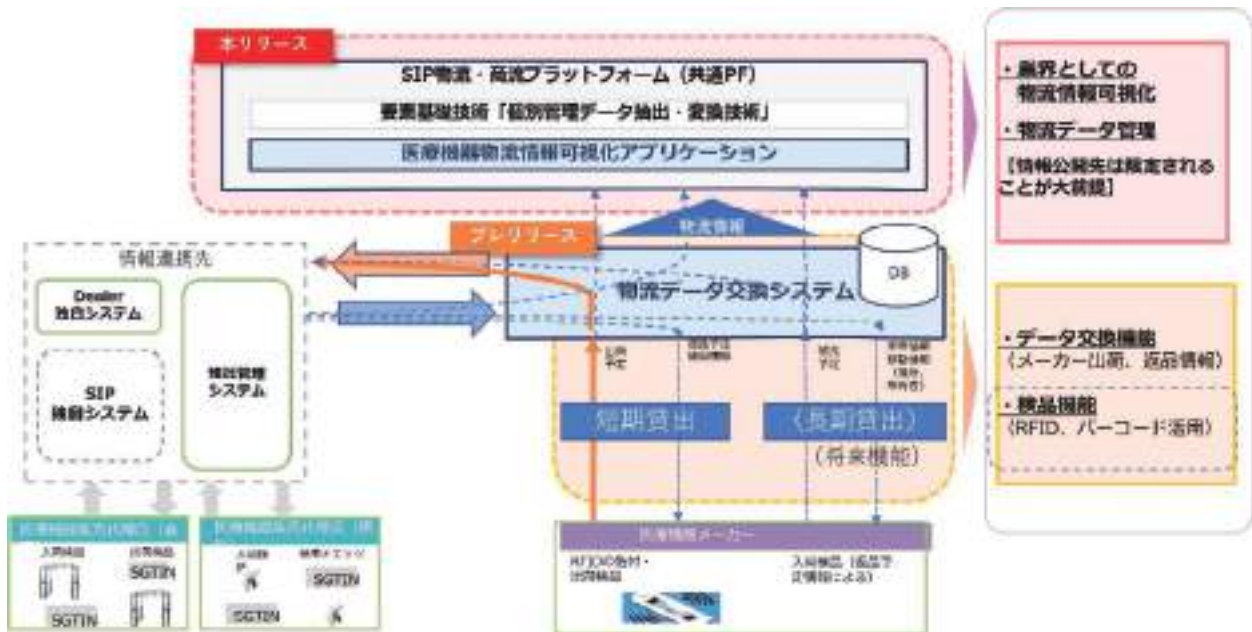
医療機器に望まれるトレーサビリティを実現するため図4に示す医療機器物流情報システムを開発した。医療機器データ基盤上に複数の医療機器メーカー及びディーラーの物流情報が存在することで、これらのデータをメーカー、ディーラー及び物流事業者が活用することができる。これにより、従来小口で行っていた配送を一括で行う、配送後のトラックを集荷に活用する計画を組む、共同倉庫、共同配送の実施等、個社単位ではない、業界全体を俯瞰したスケールメリットを享受できる。サプライチェーン上でも現在7日以上かかっている貸出サイクルの短縮にも対応できる。

医療機器データ基盤と物流商流データ基盤との連携を図4に示す。

プレリリースでは、医療機器メーカーからディーラーに対して、「製品・出荷情報」を物流データ交換システムを通じて提供、自社に必要な情報を利活用するオペレーションを実現する。

また本リリースでは、ディーラーが出荷・入荷・納品等のタイミングでRFID技術等を使った検品により検品業務の効率化を実現するとともに、「使用実績・返品情報」を物流データ交換システムを通じて提供、メーカーとディーラー双方が必要な情報を利活用できるようにする。さらに、標準コード体系を用いることによる統合DB化と、関係するシステムとの連携により、所在情報の可視化による配送効率化を目指す。

● 図4 医療機器物流情報システム概要図



②開発機能

今回開発するプレリリース、本リリースにて開発するシステムのサービス・機能概要を表5に示す。

＜プレリリース＞ 2022年8月末、＜本リリース＞2023年4月予定

● 表5 医療機器物流情報PF機能概要

サービスメニュー		主な提供機能
プレリリース	基本サービス	データ提供システム 【メーカー】：出荷予定情報の登録 【販売代理店様】：入荷予定情報の取得 【共通】 ・アクセス制御、ファイル送受信権管理、突合 ※ 各社システムからの情報入力、データ基盤からの取得情報の取り込み、各社システムからのファイル出力、データ基盤への登録機能は含まれない
	データ管理サービス	データ交換システム 【メーカー】：使用実績・返却予定情報の取得 【販売代理店様】：メーカー返却予定情報の登録
本リリース	データ管理サービス	物流情報可視化 ・標準コード変換、コード変換台帳の作成、統合データの管理、可視化 ※ 各社システムとの連携 (共同配送、共同倉庫運営のため) は含まれない
	オプションサービス	検品システム ・入出荷商品の検品 (入荷・出荷予定情報との突合) ・使用実績登録 (使用された/返却される商品情報の登録) ・使用済商品の検品 (使用実績情報との突合) ※ RFID読み取りのための設備・機器は含まれない

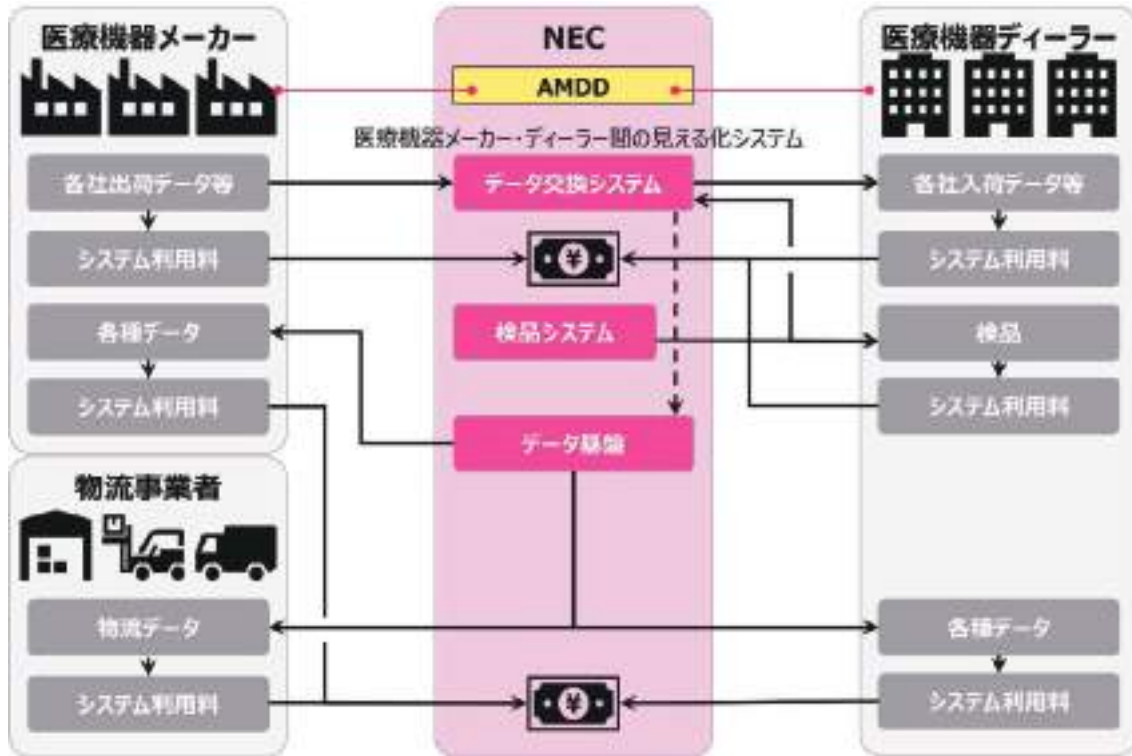
## 6 社会実装

### 社会実装時のビジネスモデル

医療機器物流情報PF協議会を基軸に、日本電気株式会社または日本電気株式会社を含めた新団体が事業主体として医療機器データ基盤サービス事業運営を行う。

社会実装時におけるビジネスモデルは図5に示す通りである。

●図5 医療機器データ基盤ビジネスモデル



ユニット名	医療材料データ基盤
研究責任者	平野 義明（帝人株式会社）
参画機関	小西医療器株式会社、株式会社ホギメディカル、学校法人聖路加国際大学 聖路加国際病院、国立大学法人 東京医科歯科大学病院

## 1 研究開発の背景と目的

医療材料メーカー・ディーラーから医療機関へのサプライチェーンでは、少量多頻度かつ短リードタイムでの納品が必要な上、生命関連産業という特性上、高い物流品質が求められている。また、近年のコロナ禍の影響に伴い、医療の安定供給のための保有在庫増等、さらにコスト要因が増えているにもかかわらず、医療材料の多くが償還価格（公定価格）である特性上、物流費のコスト転嫁は容易ではない。

本研究では、近隣の医療機関共同の院外倉庫及びデータ連携基盤を活用し、受発注・配送情報を共有することで、倉庫・医療機関内の業務効率化及びメーカーから倉庫への配送回数削減・積載率の向上を実現する。また、RFID等の新技術も併せて活用することで、より精度・生産性の高い物流を実現し、医療材料の持続可能な安定供給を目指す。

## 2 研究開発の目標

(1)医療材料データ基盤の開発

(2)共同院外倉庫を活用した配送合理化

KPI：メーカーから倉庫への配送回数の削減 削減率▲30%

(3)共同院外倉庫における医療材料のピッキング、出荷、棚卸等の準備作業の業務効率化

KPI：医療材料の出荷作業等業務時間の削減 削減率▲30%

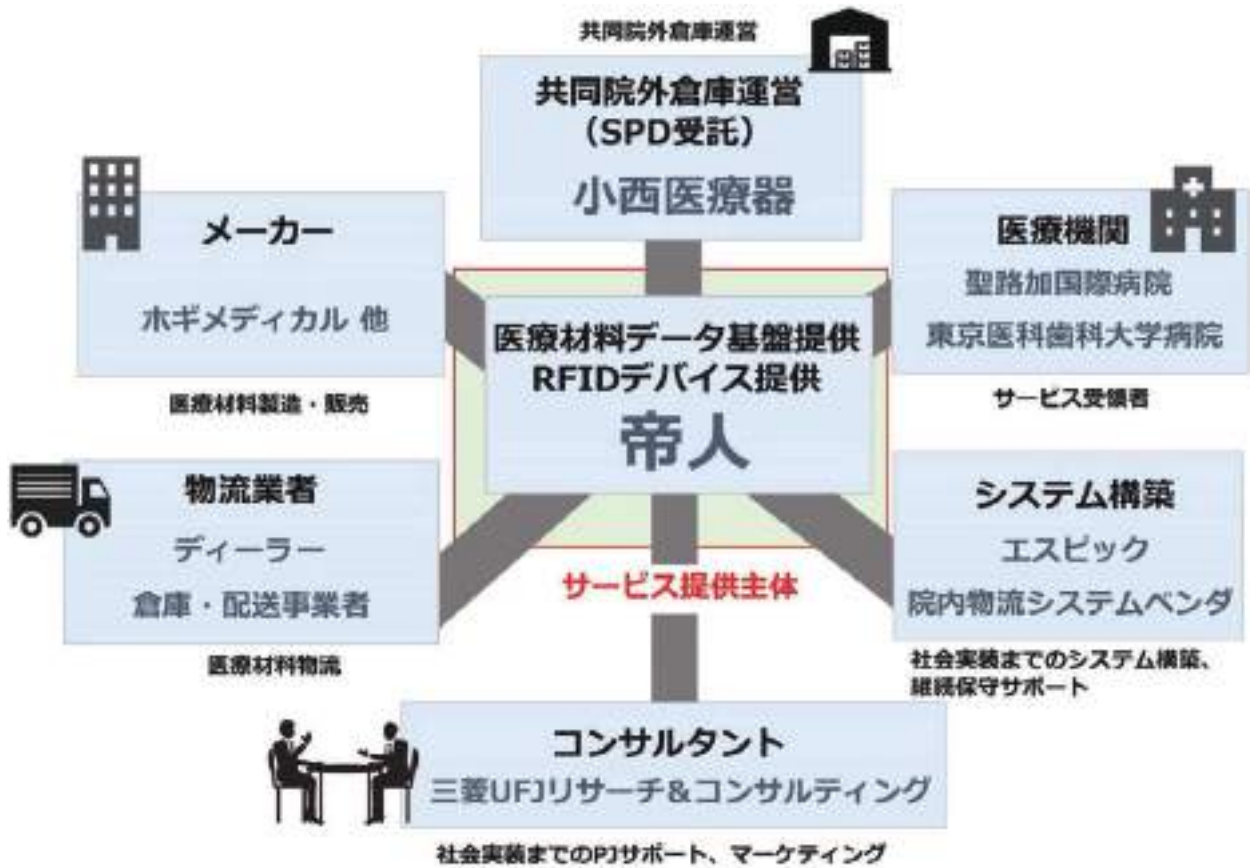
(4)医療機関内におけるRFID等新技術の活用による医療材料登録工数削減

KPI：医療機関内における使用登録作業（発注、バーコード読み込み、カード回収）時間の削減 削減率▲70%

## 3 実施体制

代表研究機関は帝人が担うが、図1・表1に示すように参画機関が相互に役割を持ち、医療材料サプライチェーンの課題に取り組む体制とした。これまで医療材料物流についてはメーカーやディーラーが改善を検討してきたが、医療機関個別の要望等もあり、なかなか効率化が進んでいなかった。今回の研究は、医療機関側が初めて主体的に参画した共同院外倉庫構築による新たな物流構想であり、「物流の効率化」と「院内の使用実績取得や在庫管理業務の人的工数削減」を実現するものである。

●図1 実施体制図



●表1 参画機関の役割内容一覧

分類	参画機関名	役割内容
代表研究機関	帝人株式会社	研究開発計画実施、検討会運営、医療材料データ基盤構築・運営、RFID等実証機器提供
参画機関	小西医療器	院外倉庫運営、在庫管理システム改修、実証フィールド提供
参画機関	ホギメディカル	実証フィールド提供
参画機関	聖路加国際病院	院内在庫管理システム改修、実証フィールド提供
参画機関	東京医科歯科大学医学部附属病院	実証フィールド提供
支援機関	コスモ開発、サンシステム	院内物流システム改修
支援機関	エスピック	医療材料データ基盤連携システム構築
支援機関	佐川急便	配送、実証フィールド提供
支援機関	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	検討会・実証運営支援

## 4

## 工程表

実施経緯	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(2) 共同院外倉庫を活用した配送効率化 (ホメメディカル、小西製薬様) -メーカーから共同院外倉庫への配送回数減少によるコスト削減 -共同院外倉庫から病院への配送効率化の検討 -配送効率検討会の実施			←→	←→
(3) 共同院外倉庫における医療材料のピッキング、出荷、梱包作業の業務効率化 (常人) -作業工数削減効果の検討 -業務効率化検討会の実施			←→	←→
(4) 医療機関内における医療材料の検閲業務登録 (聖路加国際病院) -入力作業工数削減効果の検討 -準備前倒し効果の検討 -手術使用材料の精査による準備リスト、手術キットの整備 -検討会の実施			←→	←→
(1) 医療材料データ基盤の構築 (常人)			←→	←→

## 5

## 研究開発の取り組みと成果

## (1) 医療材料データ基盤の開発

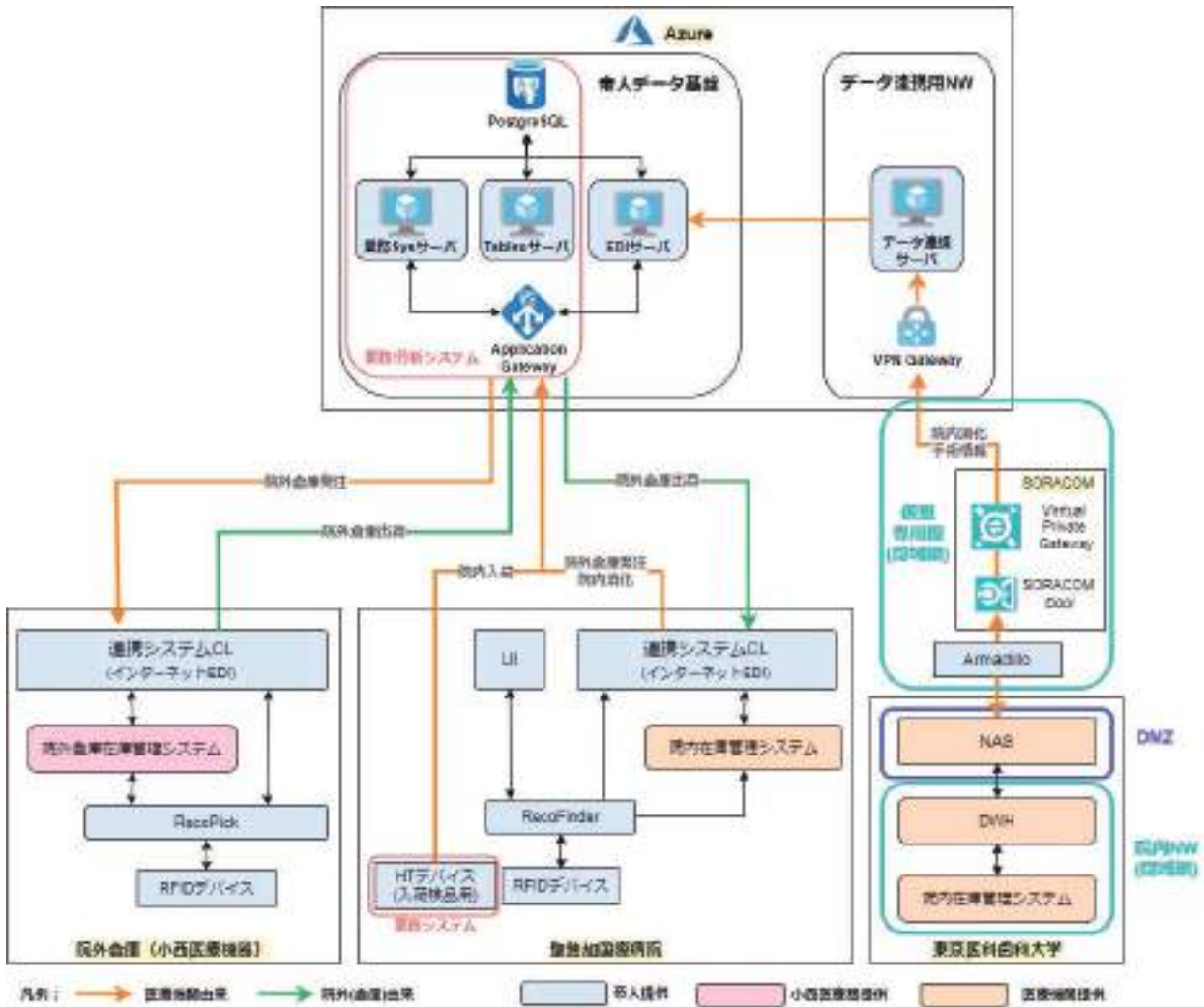
## ① 医療材料データ基盤開発の背景

医療材料物流の合理化について、過去より医療材料物流管理システム（Supply Processing and Distribution (SPD)）作業業務を中心にRFID技術活用の検討を進めてきた結果、作業合理化の効果が確認できたものの、RFIDタグによってリアルタイムに取得した消費情報等をSCM全体で最大限に活かすには物流情報の共有データ基盤の構築が最も有効である。近隣の各医療機関と共同院外倉庫の物流情報を共有できる医療材料データ基盤を構築し、受発注・配送・消費情報を共有することで、倉庫内の業務効率化及び配送業者の配送回数減少・積載率の向上を実現する。効率的かつ正確な運営が実施でき、ひいては国民へ安心、安全な医療提供が可能になる。

## ② 医療材料データ基盤開発

共同院外倉庫からは受注情報、出荷情報、マスタ情報等を、医療機関からは入荷予定情報、消化情報、発注情報、マスタ情報等をやり取りする仕組みを実証実験段階では図2に示す業務システム環境に構築した。

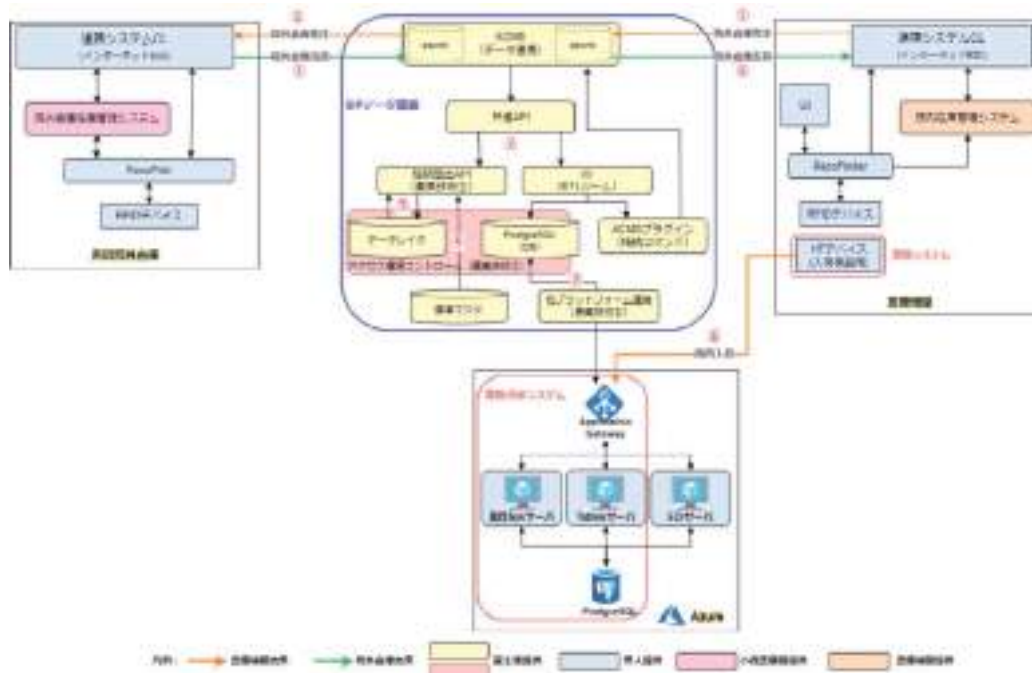
●図2 業務システム環境



今後物流・商流データ基盤にて運用を行う場合、図3に示す医療材料データ基盤の概要、及び具体的な運用は下記の通りである。

- ①医療機関、院外倉庫からのデータはACMS（データ連携）を利用して物流・商流データ基盤に取り込む
- ②①で取り込まれたデータは格納抽出API（要素基礎技術3）を利用して、データレイクに格納する。また共通API（NODE-RED）やⅢ（ETLツール）を利用してデータの格納抽出を行う
- ③さらにデータレイクから格納抽出API（要素基礎技術3）でデータベースのマスタ情報等と突き合わせを実施し、医療機関からのデータは院外倉庫へ、院外倉庫からのデータは医療機関へ転送することで、個々の在庫管理システムへ取り込まれる。また、データベースではマスタのステータス管理を行う
- ④医療機関に配置しているRFIDデバイス・HTデバイスへのマスタ情報提供や読取データの吸い上げは業務システムで実施し、物流・商流データ基盤とのやり取りは他プラットフォーム連携技術（要素基礎技術5）を利用する

● 図3 物流・商流データ基盤にて運用を行う場合の医療材料データ基盤



## (2)研究開発成果

### ①共同院外倉庫を活用した配送合理化

近年医療業界においても業務委託費や配送費の上昇が続いている一方で、人材の定着もままならず、「経験が浅い人材が多くなり同程度の業務量でも必要人数が増える」という負のスパイラルに陥っている。また大都市圏の医療機関では院内在庫スペースも不足しており、効率的な配送を検討しようにも院内スペースに合わせた配送しかできない状況である。さらにコロナ禍での医療材料の安定確保のために、一度に大量購入を行うことも必要となり、現在も置き場に苦労している医療機関は多い。

そのため本研究では、近隣の医療機関共同の院外倉庫及びデータ連携基盤を活用し、受発注・配送情報を共有することで、倉庫・医療機関内の業務効率化及びメーカーから倉庫への配送回数削減・積載率の向上など配送合理化を図4に示すように実施した。

KPIは、メーカーから倉庫への配送回数の削減とした。本実証実験では、聖路加国際病院と東京医科歯科大学病院の2病院が参画し、下記のような削減率を見込むことができた。

【KPI】 メーカーから倉庫への配送回数の削減

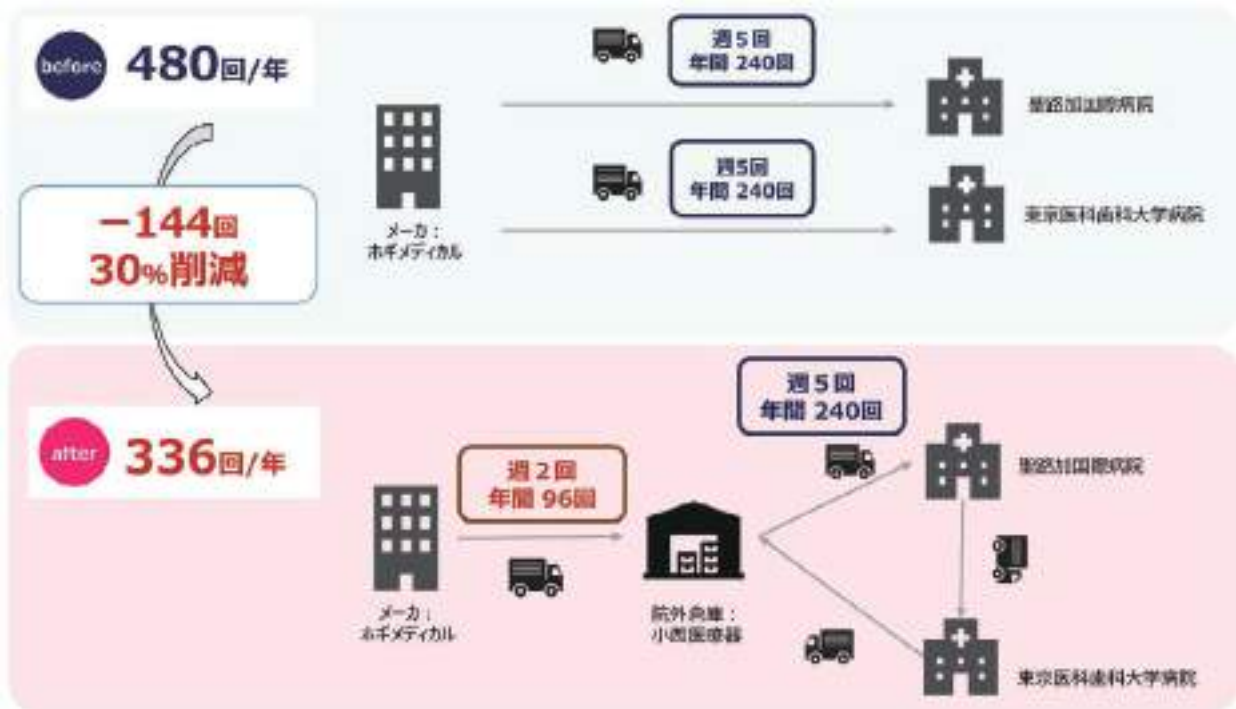
【実証実験前】 メーカーから病院内倉庫への配送回数 480回/年 (週5回配送、年間240回×2病院)

【実証実験後】 メーカーから共同院外倉庫への配送回数 336回/年 (週5回配送、年間240回×1拠点、及び週2回ルート配送、年間96回)

【削減率】 ▲30%



●図4 共同院外倉庫による配送合理化



### ②共同院外倉庫における医療材料のピッキング、出荷、棚卸等の準備作業の業務効率化

医療材料物流は、医療機関の内外を問わず人材の流動性が激しく、スキルの低下（商品把握等）が課題である。さらに医療材料の種類も多様化していることに加え、ピッキング作業や出荷検品、棚卸作業時に1つ1つバーコードを読み込んでおり、多くの工数が発生している。

本研究では、RFIDタグを使用し共同院外倉庫におけるピッキング、出荷登録や棚卸に一括読取を実施することにより、経験の浅い人材でも対応容易な業務効率化を実現した。

KPIは、医療材料ピッキング、出荷、棚卸など準備作業工数削減つまり作業時間短縮とした。共同院外倉庫内での医療材料ピッキング、出荷、棚卸について、バーコードによる作業とRFIDタグ読取機を用いた作業について、Before/After調査を実施した。

【KPI】医療材料ピッキング作業工数の削減

【実証実験前】バーコードによる作業時間

【実証実験後】RFIDタグ読取機による作業時間

【削減率】棚入れ▲41%、小分け▲46%、ピッキング(定数)▲29%、ピッキング（臨時）▲63%、出荷▲57%

### ③医療機関内におけるRFID等新技术の活用による医療材料登録工数削減

現在医療機関内において使用した医療材料を登録するために、バーコードの読取もしくは手入力を行っており、工数が多く発生している。手術で使用する医療材料については、術式ごとに準備する手術物品リストが存在しているが、医師の入れ替わり等が発生してもリストの定期的見直しは実施されておらず、無駄な準備や追加の準備が発生している。

そのため本研究では図5に示すように、医療機関内に医療材料の使用記録や補充依頼のための自動読取機を設置し、バーコード読取工数を削除した。また、医療機関内での医療材料の使用情報がリアルタイムで共同院外倉庫に連携されることにより、ピッキング準備の前倒し等も実施した。

また、手術の準備リストの精度向上により、適正数量での準備ができるかについても検証を行った。

KPIは、医療機関内におけるRFID等新技術の活用による医療材料登録工数削減とした。RFID等新技術の活用により、医療機関内での医療材料の受入検品時、使用実績登録時、発注時の作業について、before/after調査を実施した。

【KPI】医療機関内における医療材料登録工数削減

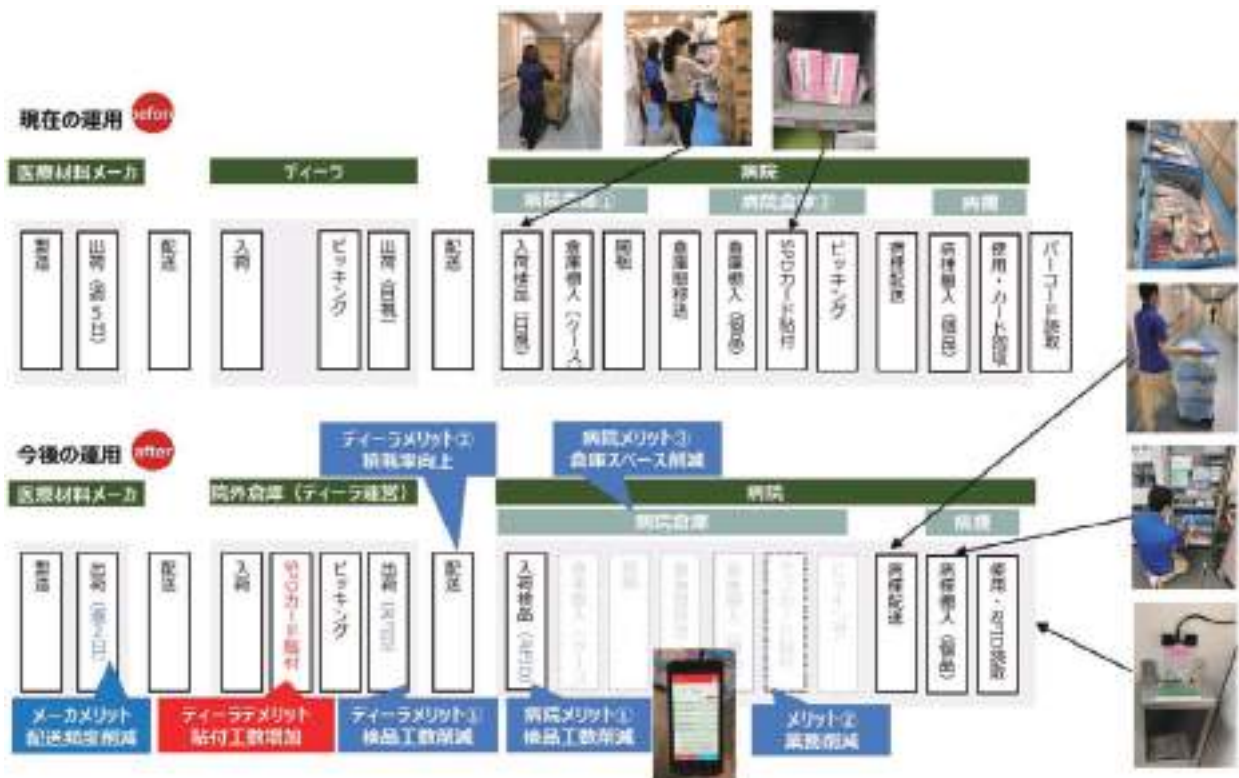
【実証実験前】院内倉庫運用時の医療材料物流管理業務の実測、同行調査による業務量把握

【実証実験後】共同院外倉庫運用時の医療材料物流管理業務の実測、同行調査による業務量把握

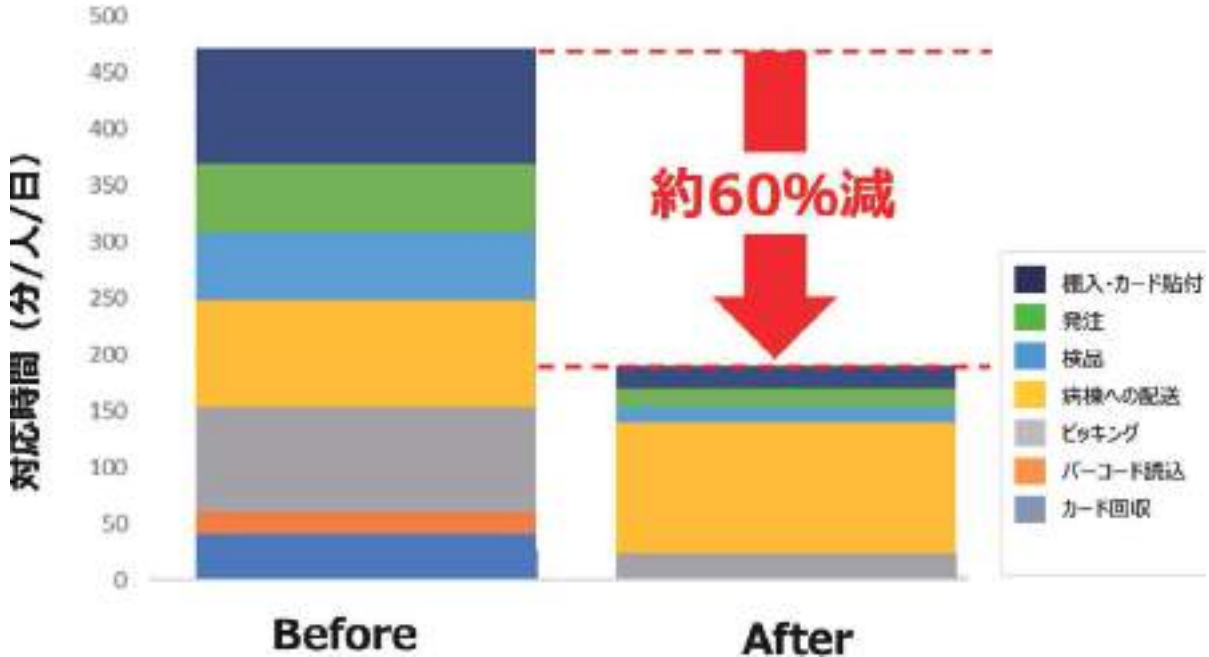
【削減率】受入検品▲77%、ピッキング▲75%、棚入れ・カード貼付▲80%、使用登録作業▲87%

RFID等新技術の活用により、図6に示すように受入検品時の作業時間が475分/日から、190分/日に削減できた。また、ポスト型のRFIDタグ読取機にRFIDカードを投函することで、リアルタイムに使用実績登録が実施でき、迅速な発注につながられた。医療機関内での医療材料の使用情報がリアルタイムで共同院外倉庫と共有され、ピッキング準備の前倒しが期待できる。

●図5 運用フローのbefore/after



●図6 院内物流スタッフの業務削減時間

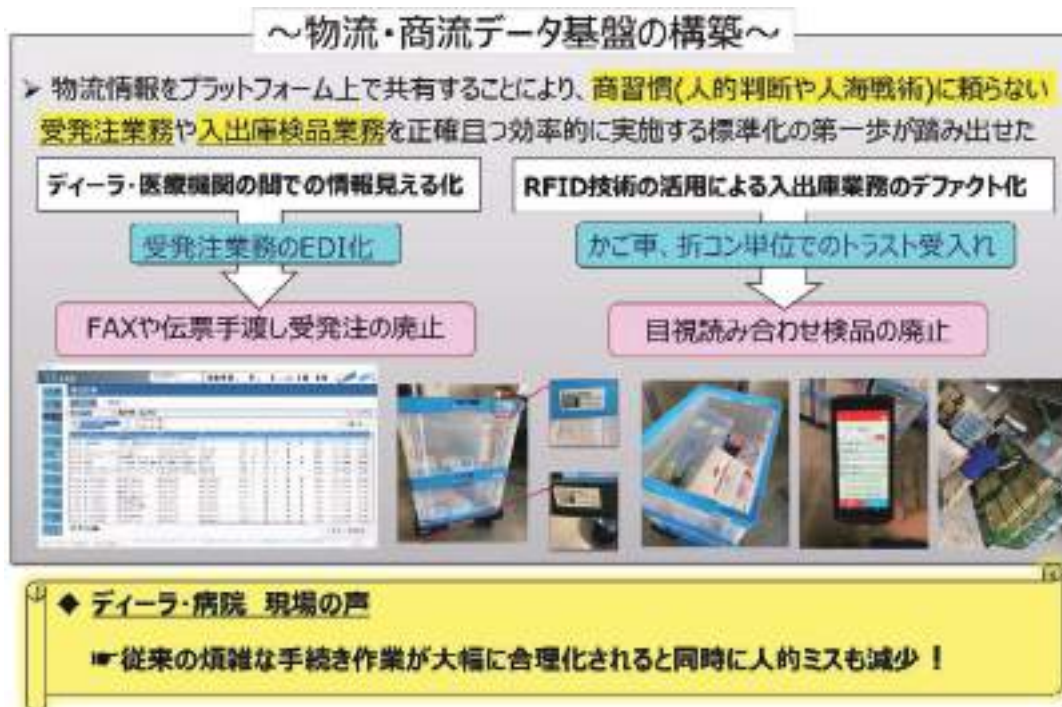


④商習慣改革

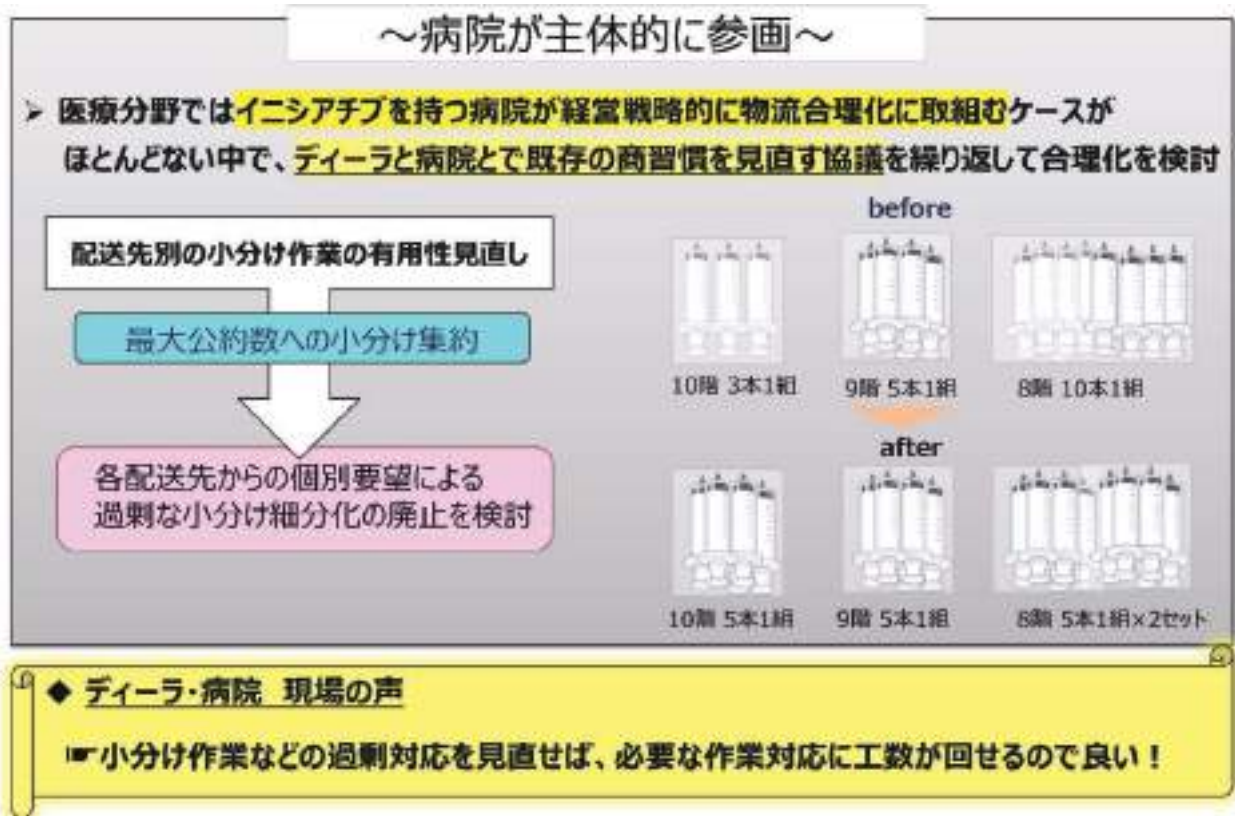
本業界は生命関連産業という特性上、欠品や在庫差異が許されない精度の高い在庫管理や入出荷検品が求められる。しかしながら、医療現場の多くで人的判断や人海戦術に頼る運用を行っており、また、そのルールは医療機関によって異なる。

今回の研究開発では、医療機関側の高い改善意識の下、情報の見える化や図7に示すようなRFID等新技術活用による入出荷業務のデファクト化、図8に示すような納品形態の合理化といった商習慣改革に着手し、さらなる物流品質の向上と業務効率化が可能であることを実証した。

●図7 人的判断や人海戦術に頼らない業務の効率化



● 図8 小分け作業の画一化（納品形態の画一化）

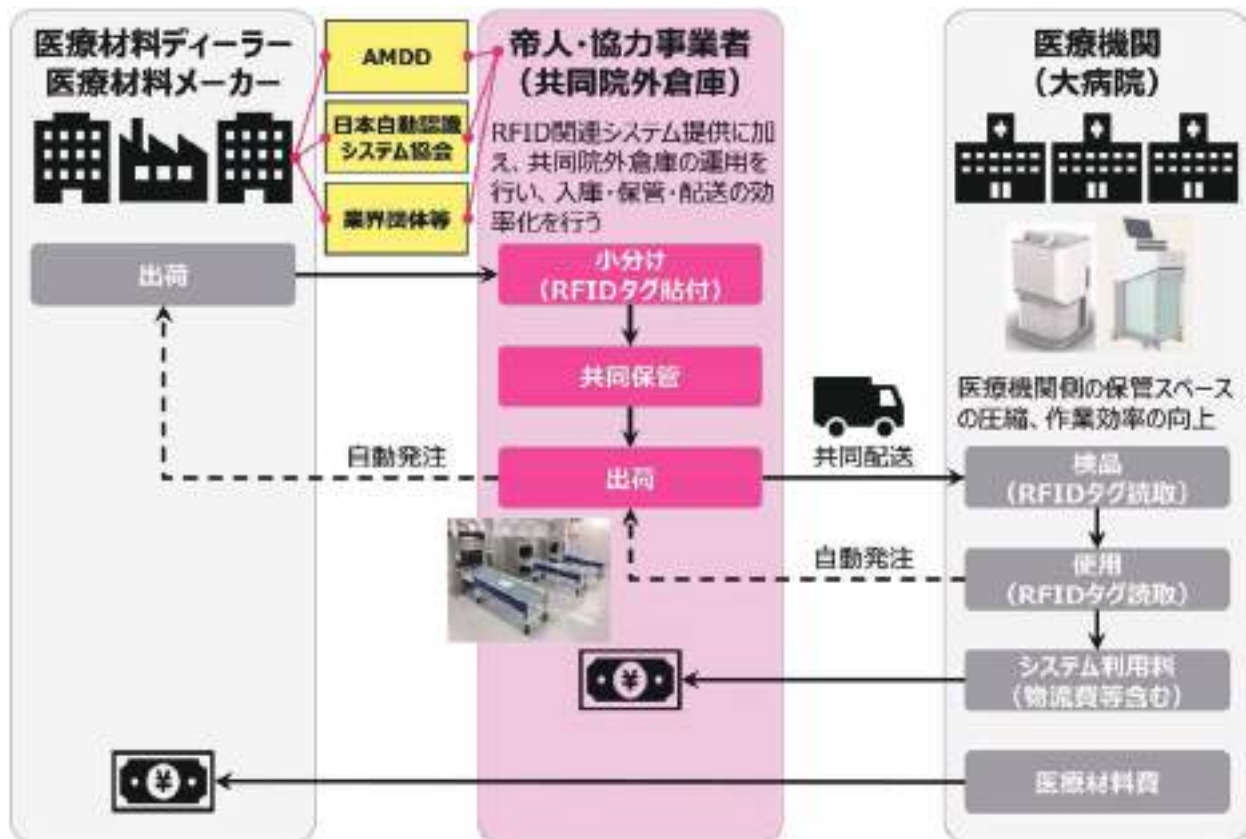


## 6 社会実装

### (1)社会実装後のビジネスモデル

社会実装時におけるビジネスモデルは、図9に示す通りである。

●図9 医療材料データ基盤ビジネスモデル



### (2)拡大戦略

#### ①ターゲット市場ならびに拡大展開イメージ

当該プロジェクトにおける対象となる病院施設の選定について、①院内に保管スペースがない②複数医療機関が近くに存在する③物量が多い-の3つを条件に全国300床以上規模の病院をターゲットとして、関東、中部、近畿の大都市圏にセグメントしてアプローチしていく。図10に示したように、3ステップに分けて段階的に拡大展開していく。

● 図10 ターゲット市場ならびに拡大展開イメージ

**【ターゲット市場の選定】**

➢ 院外倉庫が有効な3条件

- ① 院内の**保管スペース小**
- ② 近辺に**複数の医療機関**
- ③ **物量多**

➢ 市場規模

全国300床以上  
**1533病院**



➢ ターゲット

大都市圏300床以上  
**964病院**

**【拡大展開イメージ】**



② 拡大の具体的方策

医療材料データ基盤の社会実装拡大に向けた具体的活動は図11に示す通り、大きくは3つに分けられる。まずは当該テーマの肝となる主体的に参画している病院のネットワーク活用による拡大である。さらには、関連する業界団体組織への参加呼び掛けのアプローチや、首都圏のみならず、近畿、中部、他地域でRFID等新技術を活用したSPD合理化に興味のある病院や、関連企業へのアプローチも主体的に実施する。その上で参加病院数が増えた段階で、SIP医療機器データ基盤から医療機器メーカーの製品マスタ情報と連携することができれば、医療機器メーカーにとって有用である手術での医療材料使用情報の病院への提供が可能となり、更なる活用拡大が期待できる。

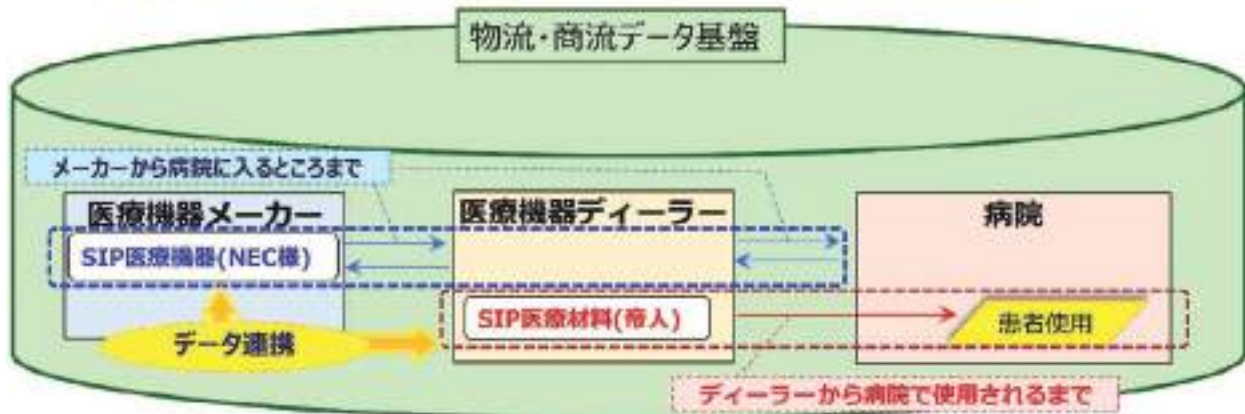
●図11 医療機器チームとの連携

1. 医療材料データ基盤テーマ参画企業、病院による展開拡大策

- 1) 病院間ネットワーク
  - ① 聖路加国際病院 → 病院間の経営・購買関連の勉強会等
  - ② 東京医科歯科大学病院 → 国立大学病院材料部部長会議等
- 2) 業界団体へのアプローチ → 日本医療機器販売業協会、日本SPD協議会、MDOJ研究会等
- 3) RFID展開先病院へのアプローチ → 機能分担しているグループ経営病院や、地域連携の病院

2. 本課題テーマ間での連携拡大

➢ メーカーから患者使用まで一気通貫のデータ取得を可能にすることで拡大展開



(3)将来構想

本研究でのPOC実施後、社会実装について図12で示すPhase1からスタートする。現時点の参画病院数では物流・商流データ基盤活用の費用が賄えないため、業務システムによる情報共有活用のみで開始する。Phaseの進捗に従って将来的に参画病院数を増やし、物流・商流データ基盤の運用費用をシェアすることによってPhase3段階には物流・商流データ基盤活用につなげたいと考える。現状での採算シミュレーションでは物流・商流データ基盤活用が可能となるのは12施設の病院が参画した時点からの予測となる。

●図12 拡大ステップイメージ



ユニット名	アパレルデータ基盤
研究責任者	長谷川 裕治（一般社団法人日本アパレル・ファッション産業協会（JAFIC））
参画機関	JAFIC会員企業(2社)、Ridgelinez株式会社、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

## 1 研究開発の背景と目的

アパレルサプライチェーンには多数のプレイヤーが存在し、縫製、検品、配送等の業務が多段階に実施され、製品はファッショントレンド、気候等にも大きく左右される。市場においては多様な取引チャンネルと顧客ニーズへの対応のため緻密な商品コントロールが必要となり、結果として物流プロセスが細分化されている。また生産・調達に季節性が存在し、特に物流において施設・人員の稼働率の変動が大きい。さらにアパレル各企業における海外生産比率の高さが、物理的・時間的に長いサプライチェーンを構成し、課題をさらに複雑にしている。昨今のコロナ禍による消費者マインドの低下に起因する衣服市場の低迷から、各アパレル企業では生産数量が減少している。製品一点に対する物流コストは高騰せざるを得ない状況である。

アパレル業界の物流課題には大きく3つがあり図1に示す。

- (1) 海外輸送業務：コンテナでの低い積載率のため、1品当たりのコスト負担が高い
- (2) 国内物流業務：国内倉庫での開梱/検品/仕分/積込等が重複し、作業負荷が大きい
- (3) 国内配送業務：個別配送のため、多数の車両を必要とし、積載率が低い

このような事態を打開するため、アパレル業界は本事業を通してプレイヤー間の役割分担・個別性の見直し、これまで同業他社間においては競争領域であった物流工程を協調領域であると再定義し、他社間における一括物流（調達から納品）の実現を目指すことが必要である。

本研究では、海外（主に中国）からの共同輸入を主眼としたアパレル企業間による共同配送にて行う新しいビジネスモデルを提案し、アパレル業界全体の最適化を目指す。

●図1 アパレル業界の物流課題



## 2 研究開発の目標

本研究での具体的に解決したい課題は下の2点であり、図2に示す。解決するための開発目標を(1)、(2)に示す。

- 海外調達物流プロセスにおける共同物流（共同輸送）ができていない



複数企業の荷物集約化による共同物流の実現、物流効率向上／コスト削減を図る

- ・共同輸送実現による派生効果として、店舗直送型物流の増加につながることで期待される海外での店別梱包実施により国内での開梱・検品など重複作業の削減が可能となる。

●他パターンの業務モデル及び情報共有システム検討による物流効率化ができていない

業界内における物流効率化および情報共有システムを検討することにより、利用者の拡大を図る

- ・異なる生産地や商品カテゴリを対象とした物流プロセスの構築
- ・海外から国内までの物流プロセスにおける重複な非効率の情報共有による解消

●図2 本研究での課題解決



### (1)アパレル情報共有システム (FALCO<sup>1</sup>) の開発

アパレル業界において、海外調達物流の共同化をアパレル企業間で行うに当たり、必要な物流情報を複数のアパレル企業である利用企業、サービスプロバイダー、物流・商流データ基盤運営者の間でのデータ連携ができるようにするアパレル情報共有システムを開発する。

- ①海外からの共同配送実現のための業務及び情報共有モデル設計
- ②他パターン実現に向けた業務及び情報共有モデル設計
- ③海外からの共同配送実現に向けた情報共有システムの研究開発
- ④他パターン実現に向けた情報共有システムの研究開発

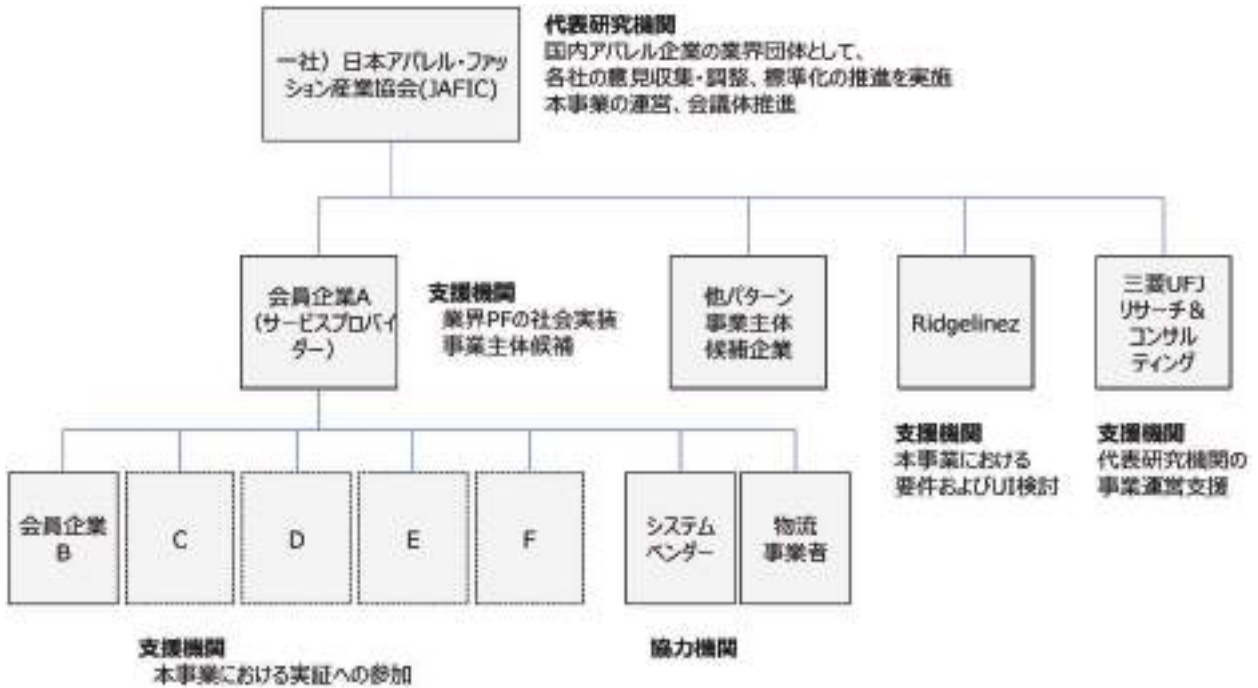
### (2) FALCO情報共有システムを活用した概念実証の実施

- ①海外からの共同配送 積載率20%向上 (現行60%→80%)
- ②多段階物流プロセスの解消による作業工数の削減 (現行100%→85%)

### 3 実施体制

本研究は図3の実施体制で実施した。

●図3 実施体制



### 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1) FALCOの開発 (JAIFIC) ①海外からの共同配送実現のための業務及び情報共有モデル設計 ②他パターン実現に向けた業務及び情報共有モデル設計 ③海外からの共同配送実現に向けた情報共有システムの研究開発 ④他パターン実現に向けた業務及び情報共有システムの研究開発			←→ ←→ ←→	
(2) FALCOEを活用した概念実証の実施 (JAIFIC) ①海外からの共同配送 ②多段階物流プロセスの解消による作業工数の削減				←→ ←→

### 5 研究開発の取り組みと成果

#### (1) FALCOの開発

構築するモデルでは、サプライチェーンへの参加プレイヤーが、海外調達物流の共同化、国内物流プロセスにおける直送や施設・設備の共用および最適地配送のために必要となる物流情報を共有する。図4に示すようなデータ基盤であるFALCOを構築することにより、共有データを活用して、サービスプロバイダーによる共同物流サービスを提供可能にした。

FALCOの保有機能として以下を開発した。

①共同物流の実現に必要な情報共有／意思決定支援機能

- ・ 納入予定や店別配分指示に関するデータを共有することにより、物流共同化(共同輸送やコンテナ共用)の実施可否の判断を支援
- ・ 配送先やスケジュールに関する情報等、複数アパレルの荷量情報を組み合わせることで国内最適地輸送実施可否の判断を支援

②物流ステータス管理機能

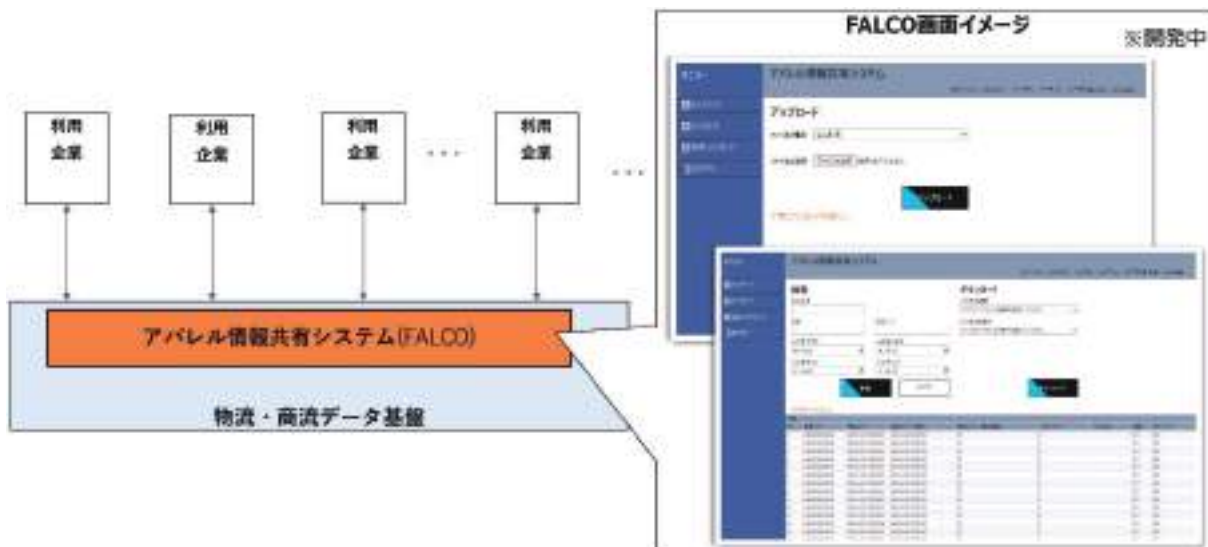
- ・ 複数の委託先への参照・更新・共有範囲を設定
- ・ 各種物流業務の進捗を参照画面に提供
- ・ 対象取引や物流ステータスを、付与された権限に基づいて参照可能

③規模別・取扱量別料金体系提示機能

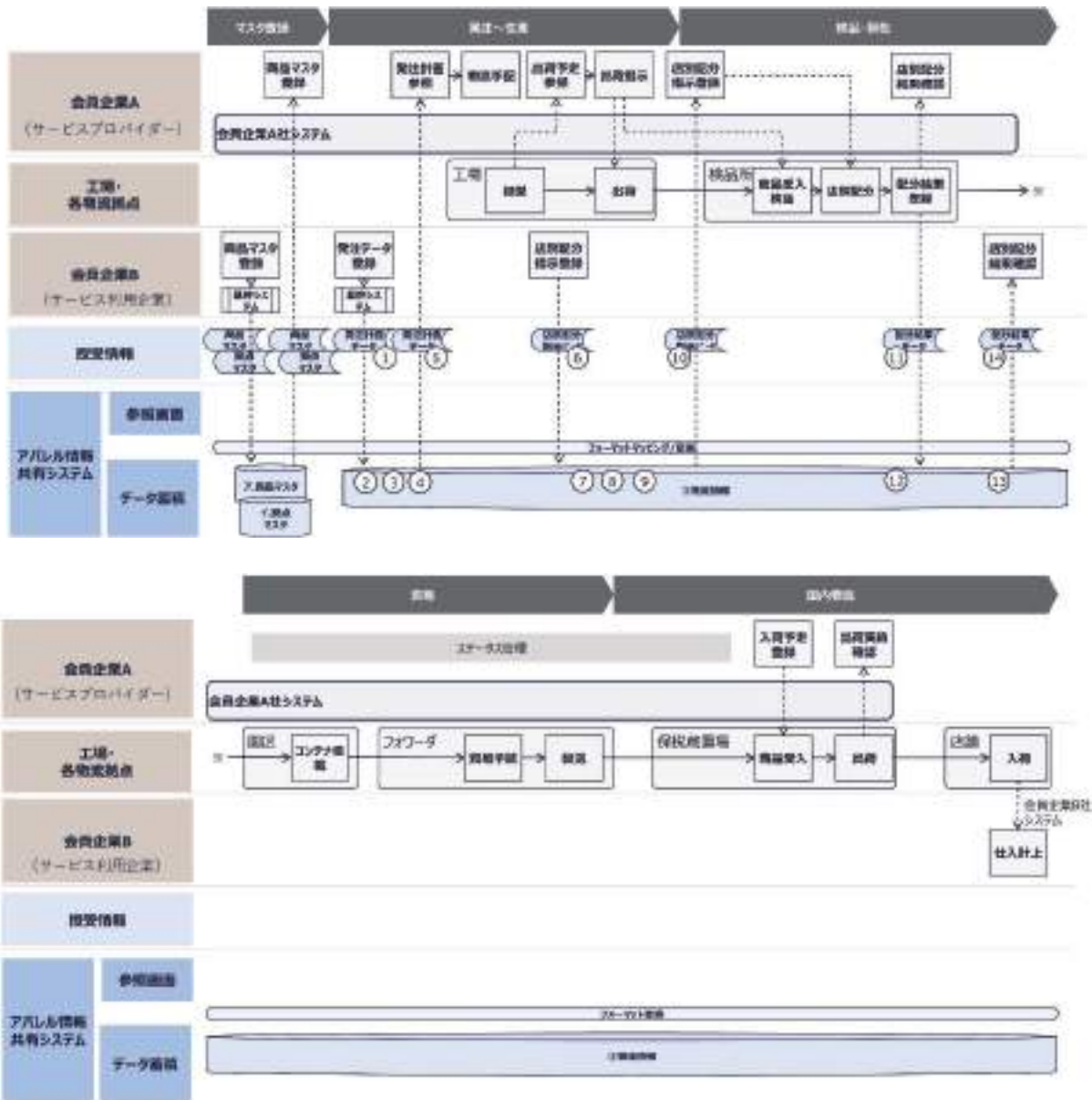
- ・ 普及・促進を主眼とした簡素かつ安価な料金体系
- ・ 取扱商品量（データ量）に対応した月額固定料金、中小企業を含めた利用促進

また、このようにFALCOを使用して一括物流、海外における店別梱包の業務上検証を行うため、関係者の間で図5に示すような各物流プロセス時点での物流データの連携を実施し、表1に示す3つの検証項目（発注計画、店別配分指示、店別配分結果）の検証を実施した。

●図4 研究でのデータ基盤



●図5 各物流プロセスにおけるデータ連携



●表1 共同物流（コンソリ）および店別梱包（配分）の実証実験における検証項目

	業務	データ	主なエビデンス
検証項目	発注計画	・会員企業A前で発注実施に必要なデータが必要なタイミングで入手できる	・業務側でのデータ(帳票)受領日時 ・実際の受領日 ・受入商品の情報(計画・実績)
	店別配分指示	・店別配分を行うために必要なデータが、必要なタイミングで受領できる	・会員企業Bへの送付日時 (FALCOへの登録、帳票・DL) ・会員企業Aへの送付 (システムへの登録)
	店別配分結果	・店別配分結果に基づき、店別配分データを作成できる ・「発注伝票No.」を発行し、FALCO経由で会員企業Bへ共有することができる	・店別配分データの送付日時 ・FALCOへの登録 ・会員企業B側システムへの登録 (伝票スクリーン) ・2社の商品の入荷状況 (写真) ・コンテナ積込状況 (写真) ・コンテナ積込率

## (2)FALCOを活用した概念実証の実施成果

本研究の有効性を示すため、2022年度に実証実験を行った。

本実証実験による効果について、「共同物流による物流費負担の軽減」、「多段階物流プロセスの解消による作業工数の削減」、の2つのモニタリング指標を設定し評価した。表2に2つのモニタリング指標の算出方法及びその実績についてまとめた。

●表2 本事業での研究開発成果

実証実験	モニタリング指標	計画
共同配送	コンテナ積載率	60%→80%
多段階物流プロセスの解消	重複の削減による作業工数	100%→85%

## 6 社会実装

### (1)社会実装時のビジネスモデル

2022年9月から2023年1月までの実証実験を経て、実装に向けての課題を整理、解決策を講じた上で、2023年4月以降の社会実装を目指す。

アパレルでの社会実装体制は、図6に示す通りJAFICが一括物流に関する業界プラットフォームであるFALCOの運営を行う事業主体となる。

一括物流を行う会員企業であるサービスプロバイダーがユーザーとなるアパレル会員企業のデータをFALCOより共有し、一括物流に必要な業務を行う。

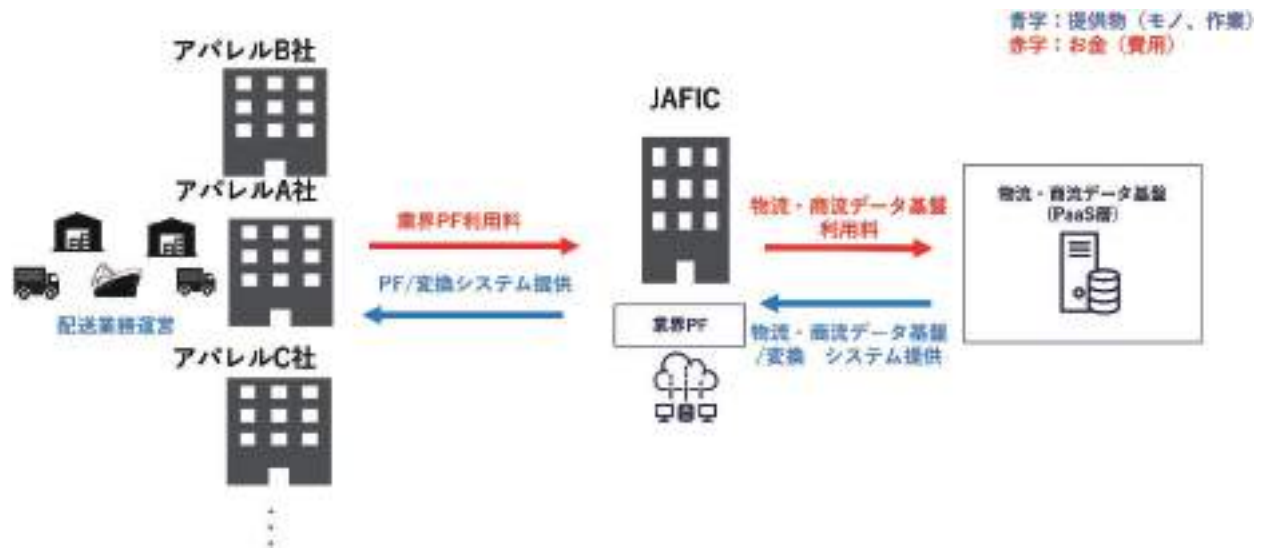
●図6 本事業の社会実装体制



このような社会実装でのビジネスモデルは、図7に示す通りである。

FALCO利用企業からのシステム利用料によってアクセス権限コントロール技術、個別管理データ抽出・変換技術の利用対価である物流・商流データ基盤利用料を賄う。

●図7 社会実装のビジネスモデル図



<sup>1</sup> FALCO : Fashion Apparel Logistics Collaborative Operation Support System



ユニット名	横断的ビッグデータ利活用技術
業務支援機関	Ridgelinez株式会社
実証実験者	ascend株式会社、株式会社MatrixFlow、株式会社アイディオット、国立大学法人 東京大学 先端科学技術研究センター

## 1 ビッグデータ利活用技術の背景と目的

本課題で開発した物流・商流データ基盤に常時収集・蓄積されるデータに、他領域の様々なオープンデータを加えたビッグデータ（以下、「BD」）解析等によりオンデマンド、トレーサビリティ、シェアリング等の分野における新たなサービスの創出、新たなテクノロジーの実装等のイノベーション創出効果が期待される。

本テーマは、物流・商流データ基盤の中で様々なBDがつながる可能性を検証し、本課題や政府策定の総合物流施策大綱（2021～25年度）が目指す「物流DXや物流標準化の推進によるSC全体の徹底した最適化や強靱で持続可能な物流ネットワーク構築」等のBD連携の効率性等の検証やBD解析モデルの可能性の検証等を、早期実現が可能であるかを実証することを目的とする。

## 2 BD利活用技術の目標

### (1) 実証実験のための環境準備

業種等データ基盤から蓄積されるサプライチェーン（SC）上の各種業務トランザクションデータや、他の既存プラットフォーム（PF）等の公開／商用情報等の外部データ等を用いる BD 解析モデルの実証実験を可能にする下7つの項目を準備する。

- ①分析共通PF（実証用機能）やサンドボックスPF等の実証実験を行う環境の全体像の設計
- ②分析共通PF運用方策及びデータ提供・収集運用規約（実証用）の設計
- ③実証実験者からのヒアリング等による実証実験の要件整理・スキーム設計
- ④データ提供支援計画の策定及びデータ準備
- ⑤実証実験実施への技術的支援
- ⑥本ガイドラインに準拠した物流標準メッセージレイアウト適用への支援
- ⑦分析共通PF（実証用機能）の追加機能の要件整理／設計／開発／テスト

### (2) 実証実験

(1)で準備した環境を使ったBDを利活用する実証実験を行うこととした。実証実験の目標を下に示す。

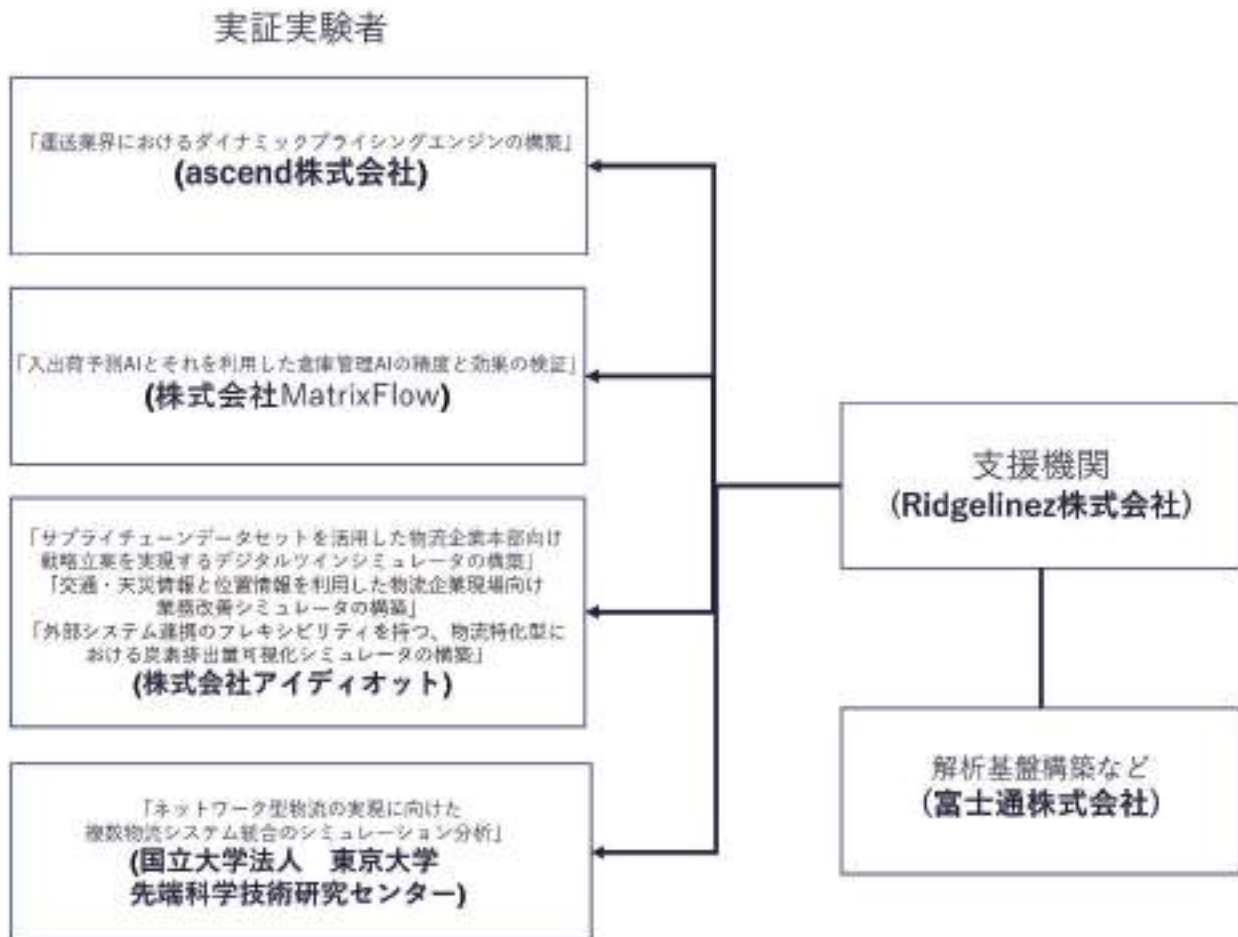
- ①分析共通PFに使用するデータを格納する際に、本ガイドラインに準拠させ、実証実験を行う
- ②分析共通PFやサンドボックスPFを実証実験者に使用してもらい、改善点など抽出する



### 3 実施体制

Ridgelinez株式会社が富士通株式会社と共に、分析共通PFやサンドボックスPFの構築を行った。またRidgelinez株式会社が実証実験者への技術的な支援や助言、必要とするデータ収集支援を行った。これらの支援の関係を図1に示す。

●図1 BD利活用実証実験体制図



## 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1) 実証実験のための環境準備 (Ridgeline, 富士通) ①環境の全体像の設計 ②データ提供・収集運用機种(実証用)の設計 ③実証実験の要件整理・スキーム設計 ④データ提供支援計画の策定及びデータ準備 ⑤実証実験実施への技術的支援 ⑥物流標準メッセージレイアウト適用への支援 ⑦分析共通PFの追加機能の要件整理等				
(2) 実証実験 (Ridgeline, 富士通) ①実証実験支援 ②改善点等抽出				
『運送業界におけるダイナミックプライシングエンジンの構築』 (ascend)				
『入出荷予測AIとそれを利用した倉庫管理AIの精度と効果の検証』 (MatrixFlow)				
『サプライチェーンデータセットを活用した物流企業本部向け戦略立案を実現するデジタルツインシミュレータの構築』 (アイディオット)				
『交通・天災情報と位置情報を利用した物流企業現場向け業務改善シミュレータの構築』 (アイディオット)				
『外部システム連携のフレキシビリティを持つ、物流特化型における改善排出量可視化シミュレータの構築』 (アイディオット)				
『ネットワーク型物流の実現に向けた複数物流システム統合のシミュレーション分析』 (東京大学)				

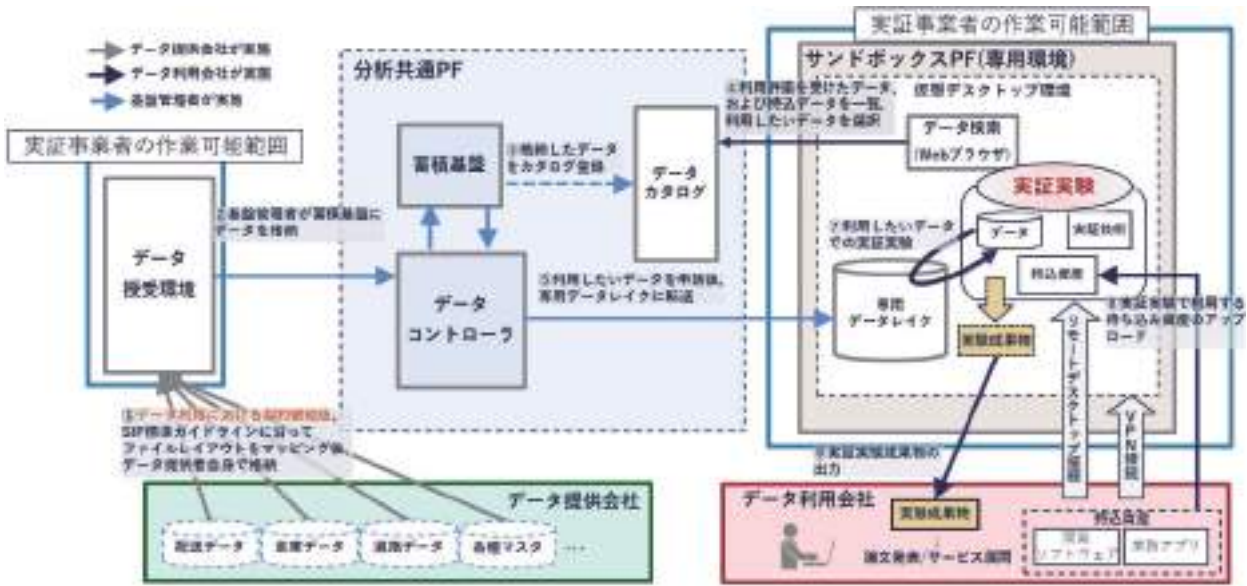
## 5 実証実験の取り組みと成果

(1) 実証実験のための環境準備の具体的な取り組みとして以下①～⑦を実施した。

### ① 実証実験の設計

図2に示すように実証環境基盤にはサンドボックスPFと分析共通PFを定め、実証実験者はデータ格納・抽出を通して実証実験を行うよう全体を設計した。

● 図2 実証環境基盤の構成



実証環境基盤内の各機能における概要は表1の通りである。

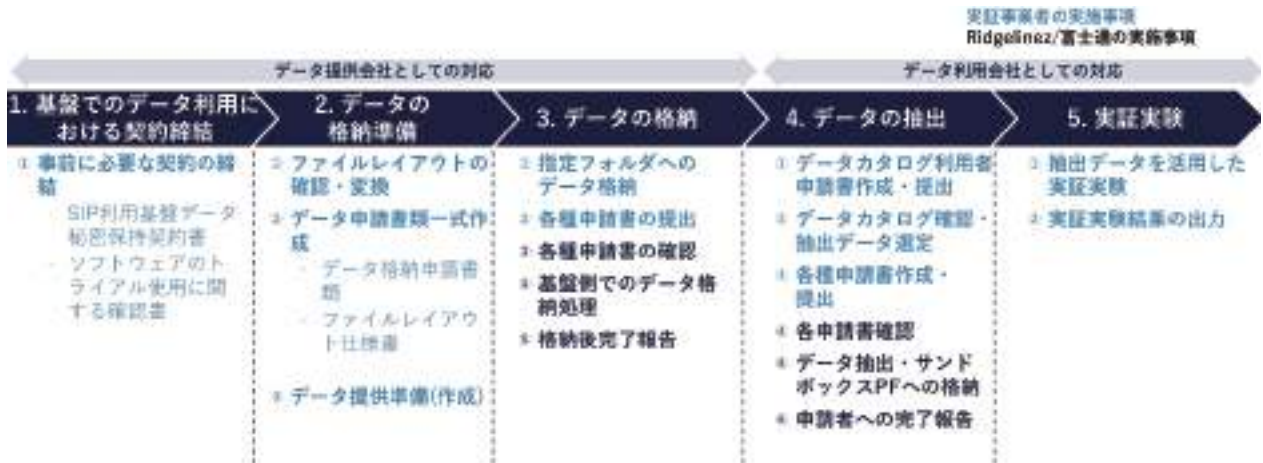
● 表1 実証環境基盤内の機能と概要

機 能		概 要
サンドボックスPF		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基盤利用者が自社環境からリモート接続し、実際にサービス開発や研究を行う基盤</li> <li>・ 各機能へはこの基盤上からのみアクセス可能とする</li> </ul>
分析共通PF	蓄積基盤	データ提供会社から提供された構造化データ／非構造化データを、日別／種類別等の基準でデータ格納していく環境
	データカタログ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄積基盤に存在する各種データを利用者が検索することができる機能</li> <li>・ 各データにメタデータを付与し、利用者が目的に沿ったデータを発見するための機能</li> </ul>
	データコントロール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄積基盤と専用データレイク間のデータ転送を行う機能</li> <li>・ その際フォーマット変換や機密情報のマスキング等の処理を行う機能</li> </ul>

②分析共通PF運用方策及びデータ提供・収集運用規約（実証用）の設計

- ・ 運用方策を契約締結から実証実験までのプロセスを図3の通り分解して策定した。

●図3 運用における全体像



・運用方策として表2の実証実験運用マニュアルを作成し、各実証実験者へ配布・説明した。

●表2 実証実験運用マニュアル

作成資料	内容
実証実験運用マニュアル	・実証実験上における禁止事項・制約事項 ・データ格納・抽出における制約事項 ・実行環境整備における制約事項 ・システム運用における制約事項

・データ利用規約の策定

実証実験者がサンドボックスPFで実証実験する上でのデータの格納ならびにその活用を想定した利用規約を策定した。

表3の通り実証環境基盤を利用する上での契約書を定め、各実証実験者と締結した。

●表3 データ利用規約資料

作成資料	内容
実証環境基盤でのデータ利用に関わる秘密保持契約	・実証環境基盤上でのデータを基盤管理者が取り扱うため、その秘密保持義務と責任範囲を定める
ソフトウェアのトライアル使用に関する確認書	・実証環境基盤のソフトウェアを利用するにあたっての免責事項等を定める

③実証実験者からのヒアリング等による実証実験の要件整理・スキーム設計

- ・実証実験者へ2回に分けてヒアリングを実施し、実証実験に必要な要件を整理した。
- ・実証テーマの整理

公募で選定された各実証実験者の実証テーマは、表4に示す物流課題解決に向けたソリューション開発を行うこととなった。

●表4 物流課題とテーマ検討

物流課題	実証テーマ
物流需要の局所的集中	・ 物流業界におけるダイナミックプライシング
過剰在庫	・ AIとデジタルツインを活用した物流倉庫の効率化・持続化
労働力不足	
小口配送増加	・ to B物流特化型デジタルツイン構築 (短期プランニング)
原料高騰 カーボンニュートラル	・ to B物流特化型デジタルツイン構築 (中長期プランニング) ・ CO <sub>2</sub> 排出量可視化シミュレータ
物流最適化	・ ネットワーク物流全体最適化のための基礎解析

- ・ 実証実験者へのデータ取得支援

データが十分に取得できない実証実験者に対し、Ridgeline社のコネクションを紹介し、データ取得を支援した。

④データ提供支援計画の策定及びデータ準備

各実証実験者が利用予定とするデータの一覧をヒアリングしリスト化した。下はその例である。

- ・ ascend社：販売価格情報
- ・ アイデオット社：走行時間距離圏可視化情報、過去配送実績可視化情報、拠点リソース可視化情報、自然可視化情報、競合拠点可視化情報、輸配送状況可視化情報、配送リソース可視化情報
- ・ MatrixFlow社：アパレル入出荷情報、化粧品出荷情報、気象データ、SNSつぶやき単語情報
- ・ 東京大学：集荷・出荷情報、交通センサス情報

⑤実証実験実施への技術的支援

実証実験の進捗確認や技術的なアドバイスを通して効率的かつ効果的に推進できるよう支援した。

- ・ 実証実験に対する技術的支援

各実証実験者の実証実験の推進において基盤利用、データ利用、分析、AI、ビジネスの観点で支援した。実際に支援した内容を表5に示す。

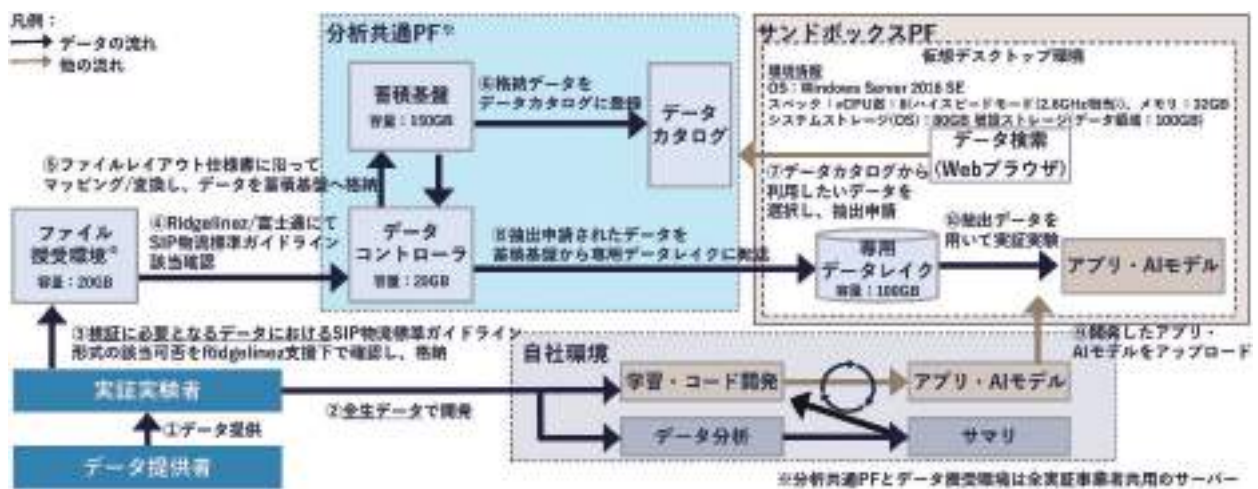
●表5 各実証実験者への支援内容

項目	支援内容
基盤利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コンテナアプリを利用したいという要望に対し、利用する上でのメリット・デメリットを迅速に整理して活用できるよう支援した</li> <li>・ 基盤を利用するうえでの接続方法や制限などの質問が来た際に迅速に対応ならびにマニュアルの配布を行うことで実証実験へ影響がないよう支援した</li> </ul>
データ利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ データ提供先からのデータ授受について、迅速に授受が可能になるよう受け渡しの方法を提案した</li> <li>・ 授受したデータに不備や未受領分があった場合は、データ提供者へ迅速に連絡し実証実験での分析に遅れが出ないよう支援した</li> </ul>

分析、AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIモデルの予測結果の分析をする上で、要素分解の観点として日時や季節変動など様々な粒度で行うよう助言した</li> <li>需要予測と各機能の関係性について、拠点や配送計画等を連動させることで基幹とした計画を作成しシミュレーションすることがよいと助言した</li> </ul>
ビジネス	<ul style="list-style-type: none"> <li>予測や分析結果に対し、今後のビジネス展開として運送会社の交渉材料の強化、交渉適正化に寄与することをアピールするよう提言した</li> <li>配置最適化をイメージしたアニメーション画面について、現場で稼働するには難しいと感じるが、営業ツールとして使えるのではないかと提言した</li> </ul>

各実証実験者に実証実験のデータフローをヒアリングしデータの流れを図4のように図式化した。

●図4 実証実験データフロー図



⑥本ガイドラインに準拠した物流情報標準メッセージレイアウト適用への支援

- ・本ガイドライン適用のポイント整理

本ガイドラインの適用におけるポイントについてガイドライン作成企業にヒアリングし整理し、表6のポイントに従い該当を判断した。

●表6 物流情報標準ガイドライン該当判断ポイント

項目	ポイント
マッチング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本ガイドラインの項目名称がガイドラインに沿っていないものがあつたので、注意して確認する必要がある</li> <li>・プロセスが重複した場合は、分割するかどちらかのプロセスとして扱うかを実証実験者の方で決める必要がある</li> <li>・「出荷依頼が発生→運送依頼→配車」という標準プロセスを定めているが、実績ベースでは標準プロセスに沿っていない可能性があるため、どのプロセスに該当するか判断する必要がある</li> </ul>

マッチングの確認	・マッチングを支援企業が行う場合は、どのようなデータかを実証実験者にヒアリングし、マッチング結果を実証実験者に共有して判断する必要がある
----------	--

- ・本ガイドライン適用方法の策定

実証実験者の利用するデータが以下の条件に全て該当する場合、本ガイドラインに従いインプットデータをマッピングし、該当しない場合はマッピング不要と判断した。

- ・本ガイドライン適用確認フローの策定
- ・本ガイドライン適用項目のリスト化

各実証実験者の利用データについて、本ガイドラインに該当したデータ項目をリスト化し、データと本ガイドライン適用項目を表7に一部抜粋した。

●表7 本ガイドライン適用項目

該当データ	本ガイドライン適用項目
販売価格情報	荷送人名（漢字）、荷受人名（漢字）、商品名（漢字）、運送梱包時総重量等
配送データ	保管場所名（漢字）、配達地域、車輛種別、出荷日、配達予定日、商品名等
アパレル入荷データ	入庫確定日、商品コード、個数（報告）
集荷・出荷情報	運送依頼年月日、出荷場所コード（事業所）、荷届先コード（事業所）、個数等

⑦分析共通PF（実証用機能）の追加機能の要件整理／設計／開発／テスト

実証実験者のニーズに合わせて追加要件を検討・具体化し、必要と判断した要件について開発／テスト等を行った。

**(2)実証実験**

①分析共通PFに使用するデータを格納する際に、本ガイドラインに準拠させ、実証実験を行う

AI等を使った物流改善に取り組んだ結果と成果を表8に示す。

●表8 各実証実験テーマの結果と成果

テーマ名	結果や成果
運送業界におけるダイナミックプライシングエンジンの構築	運送会社の99%は中小事業者であり、荷主よりも価格に対する立場が弱いケースが見られる。荷主と運送会社双方が納得するプライシングのシステム（ダイナミックプライシング）構築を行うことを目的とする。2つの求貨求車システムのデータからプライシングエンジンに必要な項目のみを抽出した上で、本ガイドラインに準拠させることで標準的なデータ項目として定義付けし、運賃予測AIモデルの教師データ、検証データ、テストデータとして用いた。実証実験では検証サイクルを4回繰り返しながらUI・追加機能、モデルの修正を行い現実世界での値付け感覚に近づけた。
倉庫管理AIの精度と効果の検証	倉庫内作業の50%の負荷となっているピッキング作業の効率化を行い、生産性向上を目的とする。蓄積された物流業務の実績データを使用し、出荷量を予測する出荷予測AI、未来のピッキングに合わせて商品の配置換えをする配置最適化AI、ピッキング時の最短ルートを示す行動最適化AIの3つのAIを使用し実証実験を行った。その結果、全体作業時間を最大29%削減、

	一人当たりの作業時間を最大46%削減可能であることがわかった。
サプライチェーンデータセットを活用した物流企業本部向け戦略立案を実現するデジタルツインシミュレータの構築	物流企業本部の業務効率改善を目的として人材・車両の最適化を図る需要予測AIを構築した。運送会社の出荷データ等を用いAIに学習させ実証実験の結果、熟練者による需要予測に比べ構築したAIは精度が良く、需要予測・配車台数の最適化を実施することで運搬費のコストを最大12%削減、配車台数を最大32%削減可能であった。また現場ヒアリングを通して、現場の要望を元に15個の項目の物流関連情報について可視化した。
交通・天災情報と位置情報を利用した物流企業現場向け業務改善シミュレータの構築	物流現場の日常業務として属人的で経験や勘を頼りに実施されていた配車計画作業の効率化を目的とした。運送会社の実カート数データを使用しAIに学習させた。これまで前日でしか配送の依頼梱包数が判明せず、人員・車両調整できなかった配車計画が、2カ月分のカート数の予測をAIが20%前後で予測することが可能になり、現場で活用できる可能性があることがわかった。
外部システム連携のフレキシビリティを持つ、物流特化型における炭素排出量可視化シミュレータの構築	カーボンニュートラルに向けて物流部門でのCO <sub>2</sub> 削減が急務となっている。物流業務におけるCO <sub>2</sub> 排出量を環境省により公表されている算定方法・排出係数一覧から、可視化する脱炭素シミュレータを構築し、貨物の配車実績に対して、配車最適化システムを活用することでどれだけCO <sub>2</sub> 排出量削減効果があるのかを定量評価することを目的とする。運送会社の実データを使用した実証実験では4tトラックから10tトラックの活用を増やしていくことで20.4%のCO <sub>2</sub> 削減効果が見込まれることがわかった。
ネットワーク型物流の実現に向けた複数物流システム統合のシミュレーション分析	フィジカルインターネットを念頭に置いたネットワークレベルでの物流最適化において、どのような効果が得られるか実データを用いて定量的に評価することを目的とした。物流企業2社の物流データを用い、季節性パターンの分析、需要パターン分析から需要モデルを作成し、実際の配送データを元に輸送ルートの統合による積載率向上、走行距離削減、CO <sub>2</sub> 削減が可能かシミュレーションシナリオを策定し実証実験を実施した。その結果いくつかのケースで輸送ルートの統合による輸送効率向上が見込まれることがわかった。

## 6 BD利活用本格導入時に向けて

今回のBD利活用プログラムでは物流サービスプロバイダーが物流・商流データ基盤にデータを提供することを想定した実証実験である。データの提供が始まった後のBD利活用本格導入時には今回の実験結果から得られた改善点などが有用となる。下は分析共通PFとサンドボックスPFの今後の方針である。

### (1)機能性についての評価、改善点

- ①「外部ネットワークへの接続」、「日本語入力が出来ない」、「接続環境がWindowsのみで準備に手間がかかる」と言った部分の改善を図る。

### (2)各PFや環境へ追加すべき機能・要件

- ①データアクセス部分とレイヤを分けるなどして開発・アプリ動作環境のみでも外部ネットワークにアクセス可能にすることを検討する。



- ②Apple テクニカル学習管理システム (ATLAS) のオンラインマニュアルを参照することを検討する。
- ③事前申請により必要な分析ツールをサンドボックスPFにセットアップすることを検討する。
- ④深層学習・予測をする場合に必要となるGPUをサンドボックスPFに実装することを検討する。

### **(3)データの共通フォーマット化・データ変換等のデータ整備機能**

---

- ①本ガイドラインの適用について、適用に必要なポイントを整理しユーザーが一目でわかるような資料を準備する。

### **(4)データ蓄積のガイドライン作成・提示**

---

- ①やり取りの煩雑さを回避するため、標準化したフローに対し、ワークフローシステムの導入による作業効率化を実施する。

### **(5)課題を抱える企業と協業企業のマッチング・調整・コミュニティ形成**

---

- ①サンドボックスPFの外部接続が可能であれば応募したいとの声が多くあり、物流課題解決へ向け間口を広げるために、安全性と利便性の両立を図る必要がある。
- ②データ提供側のデータ開示の壁が高いことに対し、データ提供側に発生するメリットなどを提案して働きかける必要がある。

## 研究開発項目 (B) 自動データ収集技術に関する概要

現在、物流・商流分野で取得されていない情報を自動的に収集し、研究開発項目(A)で構築する物流・商流データ基盤に取り込むことを目的として、物流・商流データ基盤活用の根幹となるサプライチェーン上の各段階における個品単位の情報を上流から下流までシームレスかつ正確に把握し、トレーサビリティを確保する自動データ収集技術の研究開発を行う。また、荷役や物流センター等の自動化、輸送手段の共有による省力化等の技術と、それらにより得られる新たなデータを自動的に収集する技術の一体的開発を行う。研究開発項目(B)の本課題での位置付けを図1に示す。

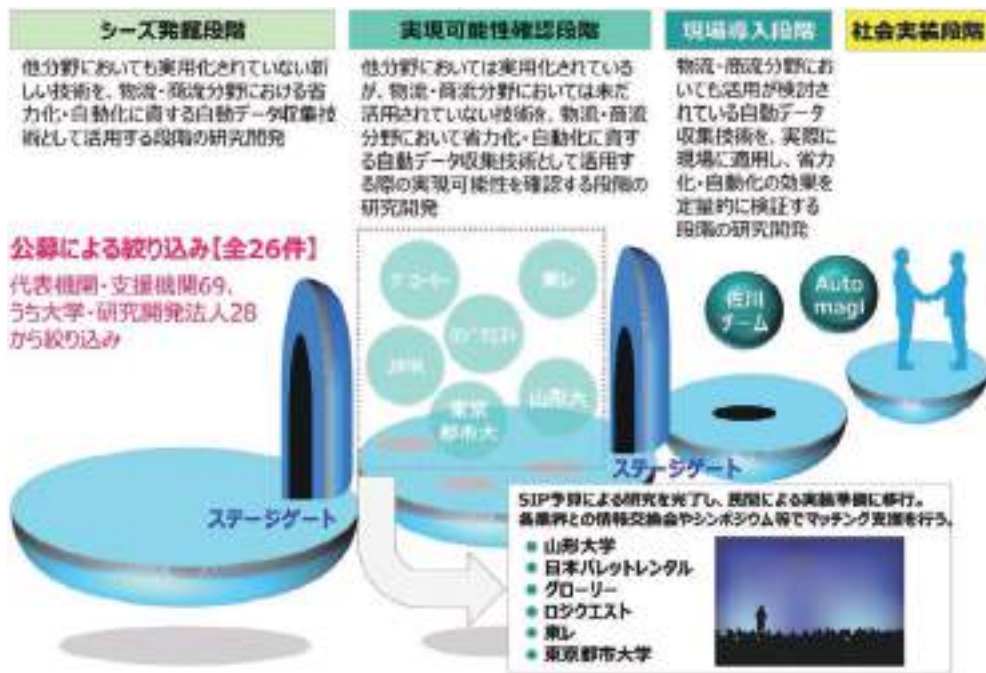
●図1 研究開発項目 (B) の位置付け



本研究の実施にあたっては、図2に示すように実現可能性確認段階、現場導入段階以降に進む研究開発段階に分けて進めた。

実現可能性確認段階の6件の研究については、研究開発対象の実現可能性の確認を行い、それらの中からステージゲート方式で絞り込みを行い、選定されたテーマについて研究開発段階に着手することとした。ステージゲートでの選定の結果、研究開発に着手するテーマは無かった。

● 図2 ステージゲート方式によるテーマ選定



「スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術」と、「荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発」の2件については、公募時から研究開発段階の研究開発として選定し、研究開発を実施した。図3に研究開発全体の工程表を示す。

● 図3 工程表



全ての研究テーマが計画通りに目標を達成し終了した。

- (1) 「スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術」は、LiDAR技術を使用したダンボール箱等の3辺計測等のアプリケーションを、世界に先駆けて開発し、社会実装を開始した。
- (2) 「荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術」は、個々の荷物を瞬時に認識する目、荷物をつかむポイントを的確に判断する脳、判断結果に基づき的確に掴む手の3つを研究開発し、マニピレータ付きロボットに適用することで、社会実装を想定した自動荷降ろし機の製作と検証を行った。

ユニット名	スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション基盤技術
研究責任者	佐藤 峻（2021年4月～2022年3月） 櫻井 将彦（2019年12月～2021年4月） （Automagi株式会社）
支援研究機関	東京大学

## 1 研究開発の背景と目的

共同配送の普及に不可欠な配送計画の最適化、配送料の決定、荷積みの際に必要な「荷物情報」（サイズ・荷物識別番号・上積み可否等）の取得はドライバー等の人手に頼っており、物流業界の長時間労働（長時間の拘束）等の悪弊の一因となっている。

誰でも簡単かつ正確に取得できる仕組みを、世の中に広く普及している市販のスマートフォンで実現することにより、荷物サイズ計測業務を効率化し、積載効率の改善やドライバー等集荷/配達スタッフの生産性向上に寄与することで、物流業界のDXを推進することを目的とする。

## 2 研究開発の目標

物流業界のDXを推進するために必要な荷物情報を現在十分にデータ化されていない三辺サイズ・荷姿・上積みラベルとした。また荷物は定形と非定形の2種類を対象とすることとした。またデータの取得方法を、市販のスマートフォンで利用できるARCore\*とLiDAR\*\*の2方式とした。図1にそれぞれの目標精度を示す。

●図1 測定物に対する精度

### (1)定形三辺サイズ計測精度

①ARCore版	95%
②LiDAR版	95%



### (2)非定形三辺サイズ計測精度

①ARCore版	90%
②LiDAR版	95%



### (3)荷姿判別精度

- |          |       |
|----------|-------|
| ①ARCore版 | 90%以上 |
| ②LiDAR版  | 90%以上 |



ダンボール



袋状包装



ビン・缶



緩衝材/ビニール包装

### (4)注意ラベル読み取り精度

- |          |       |
|----------|-------|
| ①ARCore版 | 90%以上 |
| ②LiDAR版  | 90%以上 |



先行する類似技術としては、技術的に確立された複眼のステレオ三次元カメラを用いた計測技術があるが、単眼2Dカメラの映像から、計測点の自動判定を含め自動でサイズ計測する技術は新規性が高い。また、2021年始め頃に市場に投入されたLiDAR付きスマートフォンのLiDARセンサを最大限活用した高精度のサイズ計測機能の開発も新規性は高い。非定形梱包についても、扱える外形認識の深層学習モデルを開発し、より物流現場での適用場面を拡大することができるため、実用性が高いと想定している。

活用シーンとユーザー事業者のすそ野拡大を目指し、ユーザー事業者が独自にカスタマイズして自社の業務アプリケーションに活用できるソフトウェア開発キット（SDK）の開発も目標とする。

自動で収集された(1)、(2)、(3)、(4)のデータはAPIを通して顧客の在庫管理システム（WMS）に連携できるものとする。

\* ARCore：米国Google社が開発した拡張現実アプリケーションを構築できるSDKである。ARCoreでは、以下の3つの主要な技術を使用して、バーチャルコンテンツをスマートフォンのカメラを通して見える現実世界と合成する。

- 6DoF（Depth of Field、被写界深度）により、スマートフォンは相対的な位置関係を判断し、トレースできる。
- 周囲の環境を読み取って、地面やコーヒーテーブルのような水平面の大きさや位置を検出できる。
- 光の推定機能により、現時点の照明状況を推定できる。

ARCoreは、多くのメーカーのスマートフォンに組み込まれている。

(参考文献：Wikipedia <https://ja.wikipedia.org/wiki/ARCore> 2022年12月確認)

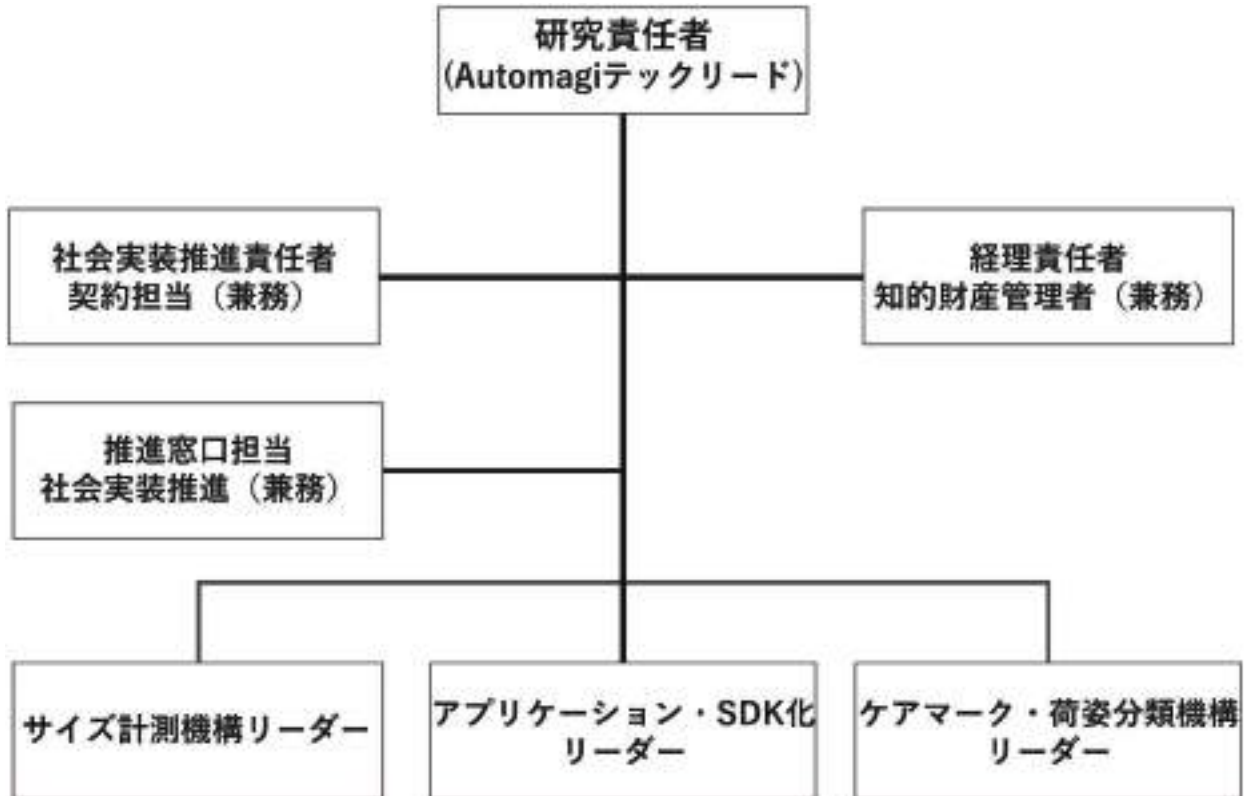
\*\* LiDAR：「光検出と測距」ないし「レーザー画像検出と測距」は、光を用いたリモートセンシング技術の1つで、パルス状に発光するレーザー照射に対する散乱光を測定し、遠距離にある対象までの距離やその対象の性質を分析するものである。民間利用としてはApple社の製品であるiPhone12やiPadのPro以上の機種に搭載されており、「ナイトモード時の対象物測距」や「3Dスキャン」機能等もこの技術を用いて実現されている。

(参考文献：Wikipedia <https://ja.wikipedia.org/wiki/LIDAR> 2022年12月確認)

### 3 実施体制

本研究は図2の実施体制で行った。(2022年3月研究終了時)

●図2 実施体制図



### 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)定形三辺計測機能研究開発 (Automagi) ①ARCore版 ②LiDAR版		←	→	
(2)不定形三辺計測機能研究開発 (Automagi) ①ARCore版 ②LiDAR版	←		→	
(3)荷姿判別研究開発 (Automagi) ①ARCore版 ②LiDAR版	←		→	
(4)注意ラベル読み取り (Automagi) ①ARCore版 ②LiDAR版	←		→	

### 5 研究開発の取り組みと成果

#### (1)定形三辺サイズ計測精度

##### ①ARCore版

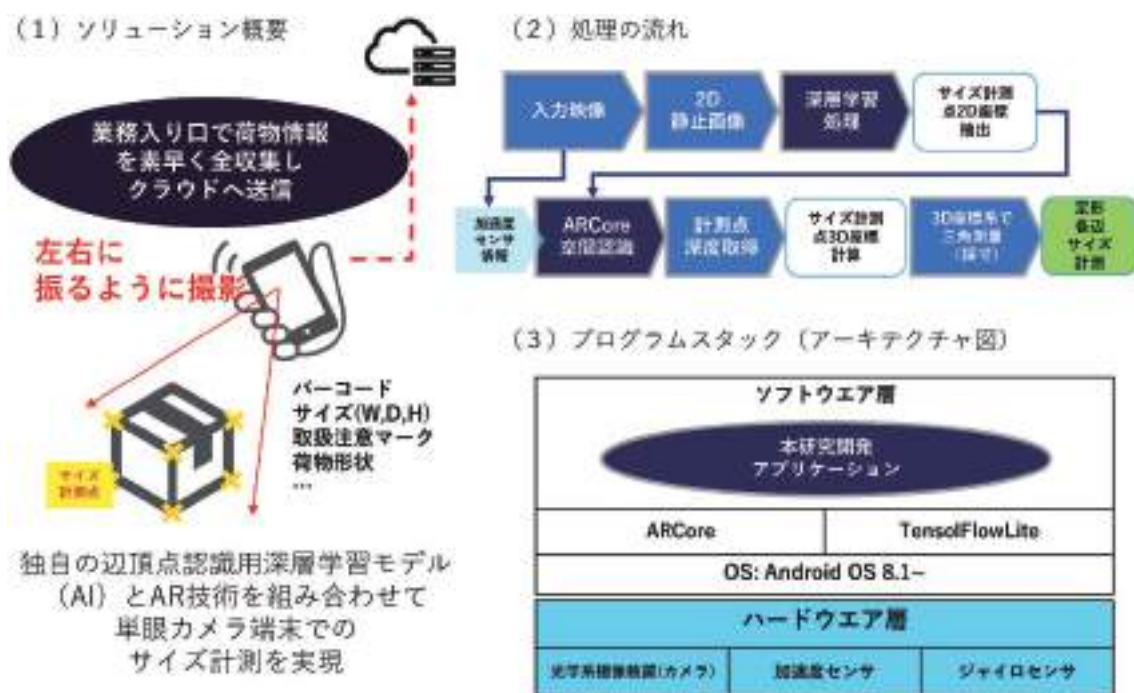
人間が箱型荷物（定形荷物）のサイズ計測の際、自然に計測点として考える最近接頂点及び奥行き方向・横幅方向・高さ方向の隣接頂点の平面位置を算出する独自の深層学習モデルを構築した。AR技術の活用により、単眼カメラ端末であっても、動画撮影風に複数視座の情報を統合することで視差を生み出す。また端末センサ情報の活用により短時間測定で端末の空間移動距離を推定することにより、三角測量の要領で指定点の奥行き

を算出することが可能である。この2つの組み合わせにより、三次元空間上の複数の計測点の座標認識が可能となり、計測点座標からダンボールで梱包された定形荷姿の荷物の奥行き、横幅、高さの三辺長が計算可能となる。図3にARCore版のサイズ計測ロジックを示す。

深層学習のためにオリジナルデータやオーグメンテーション（拡張）データ等18万枚の教師データを使用してモデルの作成を行った。Android端末で撮影している映像の中から水平面を取得し、その平面に深層学習処理で取得した定形荷姿の辺頂点の情報すなわち計測点の二次元座標情報を使用することで、定形荷姿の各辺の長さを計測するようにプログラム部の実装を行った。スマートフォンで動作するためにモデルのプログラム軽量化・処理速度向上を図った。

実装したスマートフォンで実際の定形ダンボールの測定を繰り返し、モデルの修正を繰り返すことで計測精度の向上を図った。その結果として計測精度96%を達成することができた。

●図3 ARCore版のサイズ計測ロジック



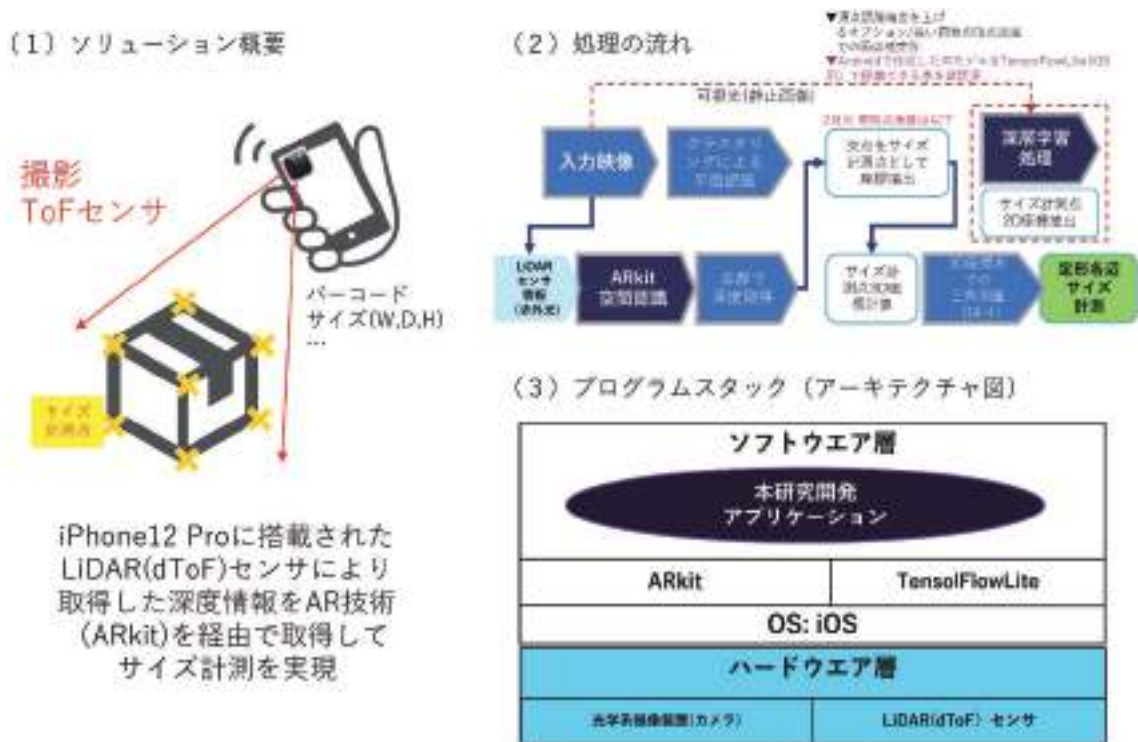
## ②LiDAR版

スマートフォンに搭載されたLiDARセンサにより、取得された点群情報に対してクラスタリング処理（自動分類）を行うことで、計測対象物を特定し、それを最小の立方体で囲い、この立方体の3辺をAR機能と併用することで対象物の三辺長が計算可能となる。図4にLiDAR版のサイズ計測ロジックを示す。AR機能にはApple社のライブラリを使用した。

ARライブラリは、提供元のApple推奨で、新しくまたシンプルな構成になっている「RealityKit」を選定した。モデルへの実装時に一部つなぎこみ部分において、既存のOSSでは対応していない部分が存在したため、独自実装を行うことで対応した。また、「RealityKit」の使用部分の効率化を考え、実装を行った。

実装したスマートフォンで実際の定型ダンボールの測定を繰り返したとき、得られた点群の情報には常に誤差が発生しており、計測結果は実際より少し大きな値になった。点群の誤差を調査した所、カメラ位置から遠くにある点ほど誤差が大きくなる傾向を実測から把握した。この傾向を捉え、点の位置を正しく把握する処理を追加した。その結果として計測精度97.7%を達成することができた。

●図4 LiDAR版のサイズ計測ロジック



(2)非定形三辺サイズ計測精度 (採寸測定精度)

①ARCore版 ②LiDAR版

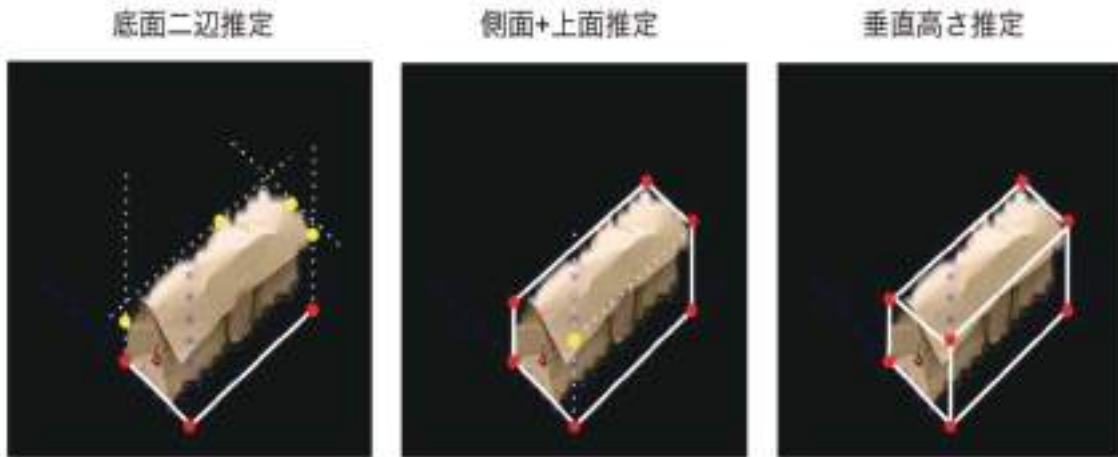
非定形荷姿の三辺サイズ計測については、計測対象物体を内包する最小サイズの仮定の直方体を空間上に想定し、その直方体の三辺サイズを物体サイズとして定義する。非定形の梱包・荷姿にあたる異形物の荷姿を認識するために、非定形荷姿検出が必要となる。非定形荷姿検出は前景抽出つまり外形抽出技術と疑似3DBox生成の順番で行う。検出後は(1)定形のARCore版を使用することで三辺長が計算可能となる。図5に非定形荷物の三辺長測定例を示す。

前景抽出では、撮影された画像から非定形荷姿を前景、それ以外を背景として分離する処理を実装した。分離処理は画像処理技術であるGrabCutを利用して実現できるが、GrabCutは対話的利用を行う必要があるため、その対話動作部分の自動化を行った。この自動化のために、対象とする非定形荷物は画面の中心あたりに撮影されるという前提条件を利用した。これにより画面中央に写った対象物の自動前景抽出が実現できた。また、前景抽出の精度向上の工夫として、エッジ抽出(輪郭線抽出)を先に行い、エッジ情報を元画像に付加するようにした。疑似3DBox生成では前景抽出した非定形荷姿を適当な形で囲うような仮想直方体を画像処理と計算により生成する処理を実装した。図6に非定形荷物の外形抽出例を示す。

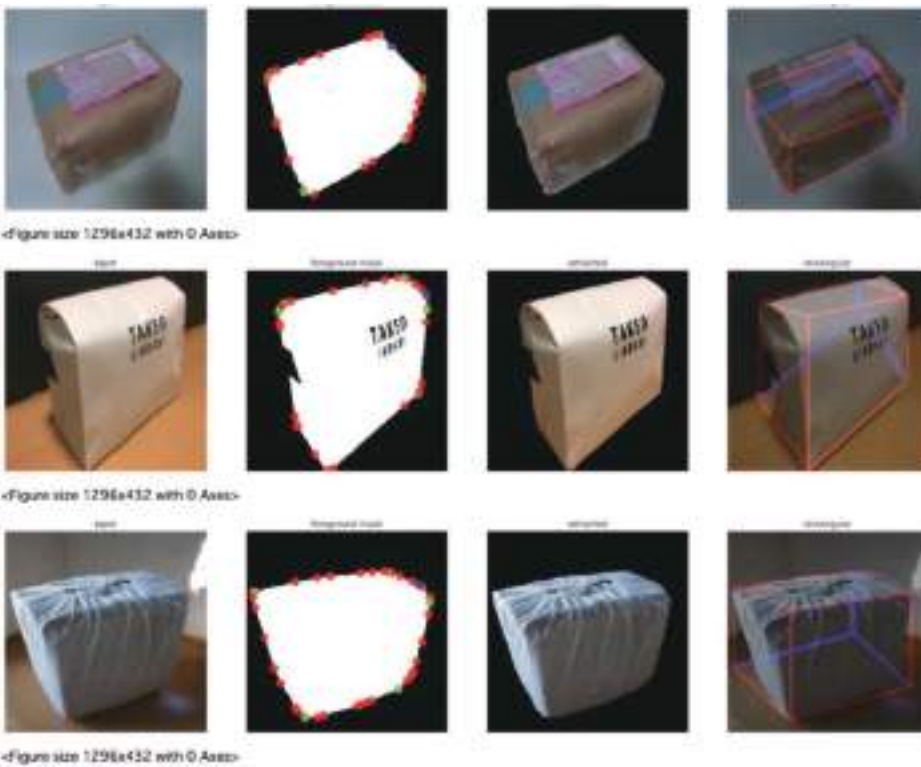
実装したスマートフォンで実際の非定形荷物を測定した際に、荷物の色や影などの影響があったため、抽出を補助するAIの作成や色の影響を小さくするフィルタを追加する等の対策を行い、計測精度はARCore版では90%、LiDAR版では93%を達成することができた。



●図5 非定形荷物の三辺長測定例



●図6 非定形荷物の外形抽出例



### (3)荷姿判別精度 (分類精度)

#### ①ARCore版 ②LiDAR版

荷姿分類は深層学習によるマルチクラス分類モデルによって、対象物を以下の10カテゴリに分類する。  
 A. 直方体ダンボール B. 折りたたみコンテナ C. 直方体以外のダンボール D. 緩衝材梱包 E. ビン  
 F. 長尺物 G. セメント袋 H. タイヤ I. 缶 J. 紙袋である。

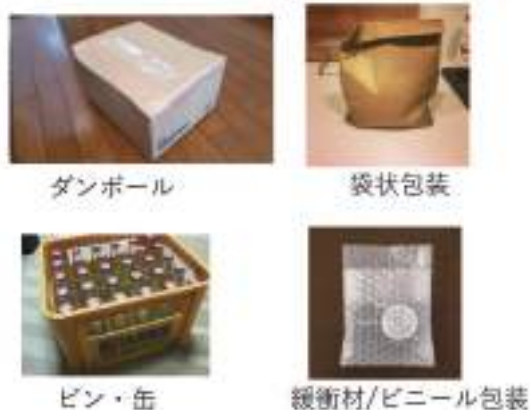
図7に荷姿分類の例を示す。

深層学習では公開されている学習済みモデル (imagenet) を転移学習/fine-tuningの形で利用し、物体の特徴を認識するニューラルネットワーク層を活用することで高精度を実現した。

実装したスマートフォンで実際に荷姿判別を行った結果、分類精度は91%を達成した。

● 図7 荷姿分類例

## 荷姿分類 (深層学習による形状分類)



### (4)上積みラベル読取精度 (認識精度)

①ARCore版 ②LiDAR版

上積み可否等判定用ラベル読取は、深層学習モデルによって、対象物に記載された以下の6種類のケアマークを図形認識することで実現した。ア. われもの注意 イ. 天地無用 ウ. 水濡れ防止 エ. 取扱注意 オ. 火気厳禁 カ. 上積禁止である。深層学習については、1つの荷姿/梱包に複数の取扱注意マークが貼付されるケースがあるため、単純なマルチクラス分類ではなく、図形マークを1つの物体と見立てて物体認識 (Object Detection) タイプの深層学習モデルで機能目的を実現した。図8にケアマーク貼付例を示す。

深層学習では、公開されている学習済みモデルを転移学習の形で利用し、研究機関で用意した3876枚の教師データで再学習を行った。

実装したスマートフォンで実際に荷姿判別を行った結果、読取精度は96%を達成した。

● 図8 ケアマーク貼付例

## ケアマーク認識 (深層学習による図形認識)



スマートフォンで取得したデータはAPIを通してWMSに連携できることを確認した。

## 6 社会実装

2021年9月29日にLiDAR版の商用リリースを開始した。まず物流事業者を中心に幅広くアプローチを行い、380を超える多く（2022年4月時点）の事業者から引き合いがあった。社会実装した情報収集アプリケーションは「Logi measure」という名称で、Apple社のAppStore上に展開済みである。LiDARセンサが搭載されている機種（2022年4月時点では、iPhone12Pro、iPhone12ProMAX、iPhone13Pro、iPhone13ProMAX、iPad Proの一部機種が対象端末となっている）が利用できるアプリケーションとなっており、アプリ検索をしてApp Storeのクラウド上から簡単にダウンロードできる仕組みとなっている。事業者には端末は別途用意してもらうことに加え、Automagi社から端末を貸し出すプランも用意して社会実装拡大を目指している。本研究対象であった複数の機能の中で、物流事業者からニーズの高い「定形荷姿の三辺自動計測」に特化したアプリケーションとなっている。

2022年4月時点では、図9に示す主に以下の2つのビジネスモデルで展開している。

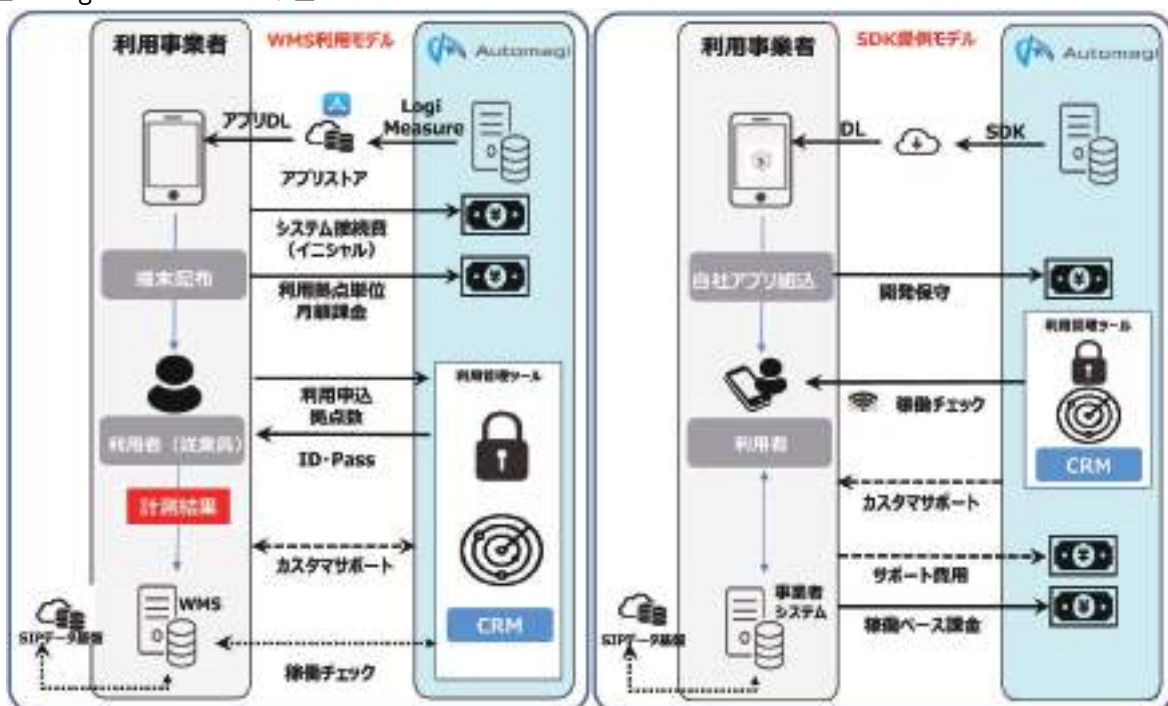
### (1)WMS利用モデル（大企業B2B向け）

物流事業者は、計測したサイズ情報を自社のWMSに同期したいニーズが高いため、「Logi measure」で計測した情報をAutomagi社のデータベースに送付するだけでなく、顧客のシステムに連携するオプションを設けている。連携する際に発生する開発費用と、拠点数に応じた「Logi measure」の利用料をサブスクリプションモデルで提供している。連携費用については顧客ごとにWMSの仕様が異なるため、都度見積もりとなる受託開発型を採用している。

### (2)SDK提供モデル（B2C・C2C事業者向け）

「Logi measure」自体はAppStoreに展開済みのアプリケーションとなっており、基本的にはカスタマイズなしの汎用的なソリューションとなっている。大手企業や、既に顧客向けに自社サービスを展開している企業は、自社サービスの機能の一部として「Logi measure」活用のニーズが高い。こうした要望に応じて、LiDARを活用した計測部分だけを機能として切り離したSDKを提供するプランも用意している。

●図9 Logi measureのピクト図



今後5年間の計画では、2026年度までに累計55社の導入を目標としている。

ユニット名	荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発
代表研究機関	佐川急便株式会社（研究JV）
研究責任者	徐 剛（Kyoto Robotics）
支援研究機関	Kyoto Robotics株式会社、早稲田大学、フューチャーアーキテクト株式会社

## 1 研究開発の背景と目的

物流の各工程を見ると、輸送、庫内ピッキング作業において自動化の研究開発は進んでいるが、トラックからの荷降ろし作業や検品等においては、人手に頼っているという現状がある。生産年齢人口の減少やECのさらなる増加により、人手に頼った荷降ろし作業や検品作業は実施困難となり、物流サービスが途絶える危機に直面する可能性が高い。このため前述の作業の効率化は急務となっている。

本研究においては以下の2つを目的とする。

- (1)トラックやコンテナに直積みされた荷物を対象に、サイズ、重量の事前登録を必要としないマスターレスであり、かつ事前に積み込み場所を指定しないティーチレスの自動荷降ろし技術を開発することで、運送業界を中心とした多種多様な荷物を取り扱う物流(DC)/中継(TC)センターにおける荷降ろし作業の自動化を実現する。
- (2)荷降ろし時に荷物1個1個に対し、いつどこで何を降ろしたという情報を、「物流・商流データ基盤」を通じて既存の（倉庫管理システム）WMSに保管されている入荷予定と突合することにより、入荷検品を自動化し、倉庫作業の自動化・省人化を実現する。

## 2 研究開発の目標

本研究は以下の4つのテーマで実施する。

### (1)開発技術設計に関する研究

- ①実績データを基にした想定効果に関する研究
- ②開発要件、技術目標値に関する研究

### (2)技術開発に関する研究

- ①直積みに対応したティーチレスの自動荷降ろし技術の研究（認識する目、判断する脳）
- ②荷物取り扱い時の情報の自動読み取り技術の研究
- ③異なるサイズ、重量の商材が取り扱い可能なハンドリング技術の研究（掴む手）

### (3)開発技術の実用化に向けた研究

- ①実用化に必要な実証実験に関する研究
- ②「物流・商流データ基盤」との連携を想定した実証実験に関する研究

### (4)研究成果の社会普及に向けた研究

- ①創出した技術の社会普及に関する研究
- ②創出した技術の量産化に関する研究
- ③創出した技術を利用した事業化に関する研究

具体的な対象荷物や研究目標は以下の通りである。(5) 対象とする荷物と荷姿

- |                    |           |
|--------------------|-----------|
| ①対応荷物サイズ（LxWxH：mm） | L 200～750 |
|                    | W 200～750 |
|                    | H 80～600  |

②対応荷物重量 (kg)	最大30
③対応荷物情報	少なくともバーコードまたは二次元コードがあること
④対応荷姿	単載混載両対応可

(6)自動荷降ろし機を構成する認識する目・判断する脳・掴む手の研究開発目標

①対象荷物認識速度 (秒/個)	3.5
②荷物認識精度 (%)	99.9
③寸法計測精度 (±mm以内)	10
④対応積付形態	パレット、カゴ車、コンテナ直積み対応可

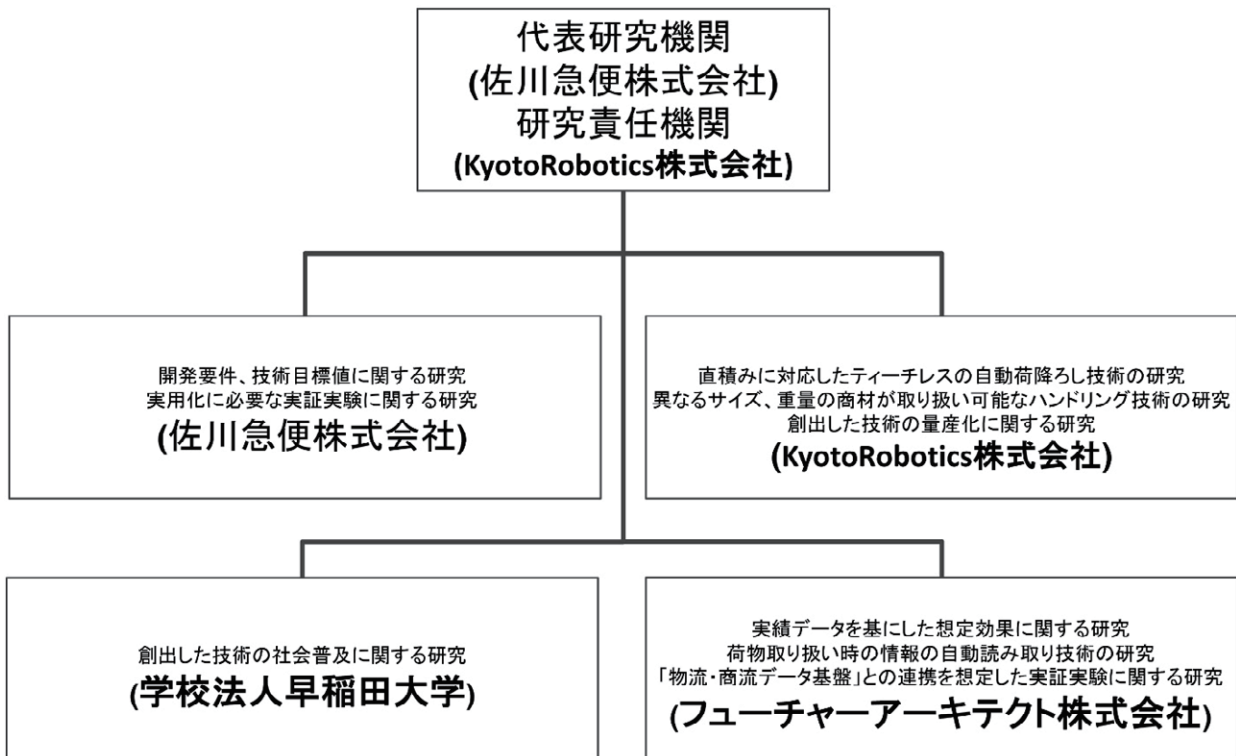
(7)自動データ収集技術の目標

①収集データの種類	バーコード/二次元コード、3辺サイズ、重量、荷降ろし日時、荷降ろし場所、荷物画像
-----------	--

### 3 実施体制

本研究は図1のように4つの機関が研究内容を分担し、佐川急便株式会社が研究責任機関として実施した。

●図1 実施体制図



## 4 工程表

実施期間	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)開発技術設計に関する研究 ①実績データに基づいた想定効果に関する研究(フューチャーアーキテクト) ②研究案件、技術目標値に関する研究(佐川急便)	←→			
(2)技術開発に関する研究 ①積荷みに対応したティアグラスの自動荷降ろし技術の研究(Kyoto Robotics) ②荷物取り扱い時の情報の自動読み取り技術の研究(フューチャーアーキテクト) ③異なるサイズ、重量の荷物が取り扱い可能なハンドリング技術の研究(Kyoto Robotics)	←→		←→	
(3)開発技術の実用化に向けた研究 ①実用化に必要な実証実験に関する研究(佐川急便) ②「物流・商流データ基盤」との連携を想定した実証実験に関する研究(フューチャーアーキテクト)			←→	←→
(4)研究成果の社会普及に向けた研究 ①創出した技術の社会普及に関する研究(早稲田大学) ②創出した技術の量産化に関する研究(Kyoto Robotics)				←→

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1)開発技術設計に関する研究

荷降ろし現場を調査し、1.2の(5)対象荷物、(6)各要素技術の研究開発目標、(7)で示した自動データ収集技術の目標を作成した。

### (2)技術開発に関する研究

認識する目・判断する脳・掴む手・自動データ収集の研究開発にあたっては、最初にユニット毎に分割して研究開発を行った。

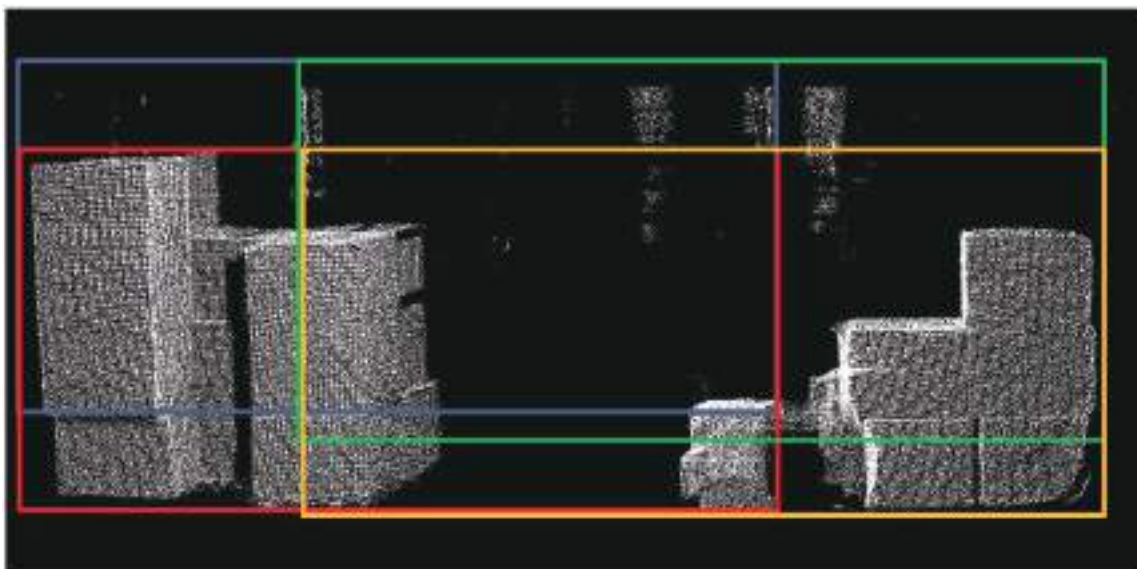
#### ① 認識する目・判断する脳

Kyoto Robotics社内に、コンテナに積まれた荷物を模した実験場所を用意した。荷物を認識するカメラの選定やカメラ配置等の目のハード部分の要素を決定した。同時にカメラで取得した画像をTime Of Flight (TOF) 等の技術を使って、荷物の位置や大きさやハンドで掴む位置等の決定を行うソフトで対応する判断部分の研究を行った。写真1に実験時の様子を示す。図2にカメラで荷物を認識し、荷物の場所を判断した一例を示す。

●写真1 Kyoto Robotics内での実験の様子



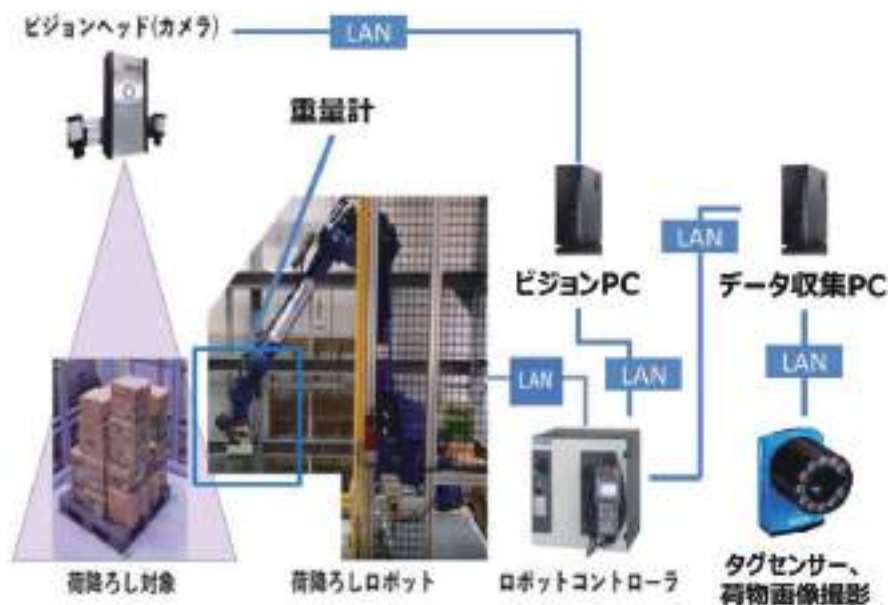
●図2 カメラで荷物を認識し、位置を判断した例



②荷物取り扱い時の情報の自動読み取り技術

自動荷降ろし機を制作するオークラ輸送機株式会社で、図3に示すシステム構成を作成し、荷物データの自動読み取りについて実験を行った。

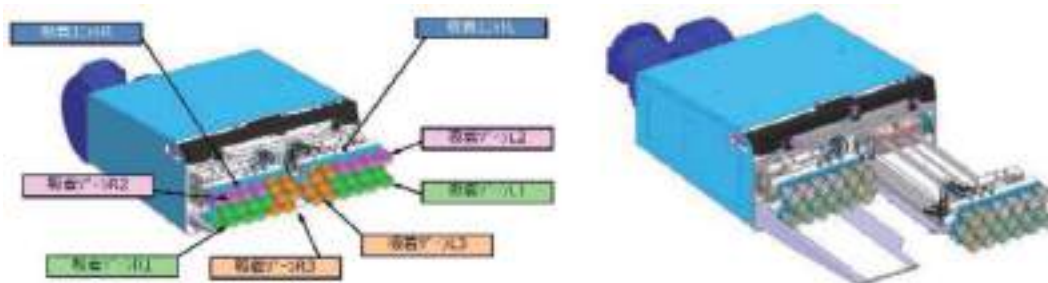
●図3 荷物データの自動読み取りシステムの構成図



### ③掴む手

オークラ輸送機で、対応荷物サイズを効率的に掴むことができる手の研究開発を行った。荷物サイズの対象範囲が広いと、大きさを2種類に分けて吸着する分割ユニットを研究開発した。また重量30kgまで対応することが求められたため、荷物を下から支える方式を採用することとした。荷物を引き出す際にも荷物に損傷を与えないようにハンドの動作に工夫を加えた。図4に研究開発したハンドの例を示す。

●図4 研究開発したハンドの例



①、②、③の研究結果から、1.2 (6) (7) の目標を達成また上回る、以下の結果を得た。

1.2 (6) ①対象荷物認識速度 (秒/個)	2.8
1.2 (6) ②荷物認識精度 (%)	99.9
1.2 (6) ③寸法計測精度 (±mm以内)	10
1.2 (6) ④対応積付形態	パレット、コンテナ直積みの対象荷物を取り出すことに成功
1.2 (7) ①収集データの種類	バーコード/二次元コード、3辺サイズ、重量、荷降ろし日時、荷降ろし場所、荷物画像についてすべて取得

### (3)開発技術の実用化に向けた研究

実用化に必要な実証実験に関する研究では、研究開発した技術を市販のマニピュレータに装着し、写真2に示す自動荷降ろし機をオークラ輸送機で製作した。

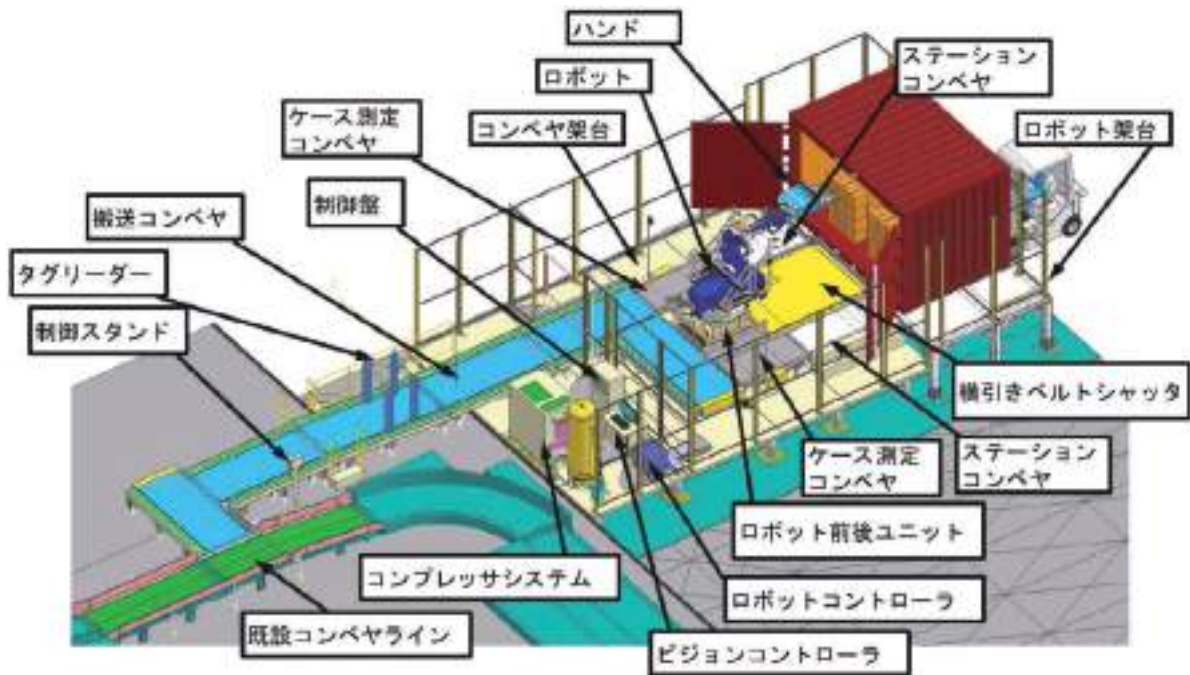


●写真2 自動荷降ろし機



佐川急便札幌営業所の実際の荷降ろし現場に自動荷降ろし機を設置し、様々な顧客の混載荷物を利用した荷降ろし実証実験を行った。実証実験時の構成を図5に示す。

●図5 実証実験時の構成



①実用化に必要な実証実験に関する研究について以下の結果を得た。

・パレットでの荷降ろし

○生産性(個/時間)	600
○荷物認識精度 (%)	99.9
○寸法計測精度 (±mm以内)	10

・コンテナ直積み

○生産性(個/時間)	150
○荷物認識精度 (%)	99.9
○寸法計測精度 (±mm以内)	10

②「物流・商流データ基盤」との連携を想定した実証実験に関する研究について以下の結果を得た。

佐川急便 札幌営業所で様々な顧客の混載荷物を利用したデータ自動収集の検証を行い以下の情報を自動収集しつつ、収集した情報を1つの荷物として紐づけて任意のデータベースへ格納できることを実証した。

・収集データの種類	バーコード/二次元、3辺サイズ、重量、荷降ろし日時、荷降ろし場所、荷物画像
-----------	---------------------------------------

#### (4)研究成果の社会普及に向けた研究

1.2 (4) ①創出した技術の社会普及に関する研究に関して、以下の4項目を行った。

・シンポジウムの実施

本研究テーマについて物流業界だけに留まらず、陸上輸送や海上・航空輸送、地域の物流関係の仕事に携わる方々をはじめとする多くの方々にご理解・ご支援いただくために、地方自治体と連携し、シンポジウムで研究成果の発表を行った。コロナ禍であり、オンラインも併用することで参加しやすい環境を整えた。相馬市、北九州市、いわき市と連携しシンポジウムを行った。その際の様子を写真3に示す。またシンポジウムの内容をまとめた書籍「スマート物流」を発行し、関係団体などに配布を行い、啓発活動に資した。

●写真3 地方自治体と連携したシンポジウムの様子



・研究部会での勉強会の実施

本研究テーマの目的を達成するために広く社会の方々からご意見ご要望をお聴きして研究に反映すべく、早稲田大学システム競争力研究所内に研究部会を発足し、定期的な勉強会を10件実施した。

・既存研究テーマとの協力関係構築

本研究で創出する技術を広く社会実装するために環境構築・整備をすべく、官民間問わず、本研究とコラボレーション可能な既存の研究テーマを探し、しごと能力研究学会との協力関係を構築した。

・研究内容の外部発信

ニュースリリースや学会での研究報告、展示会等での講演、各社HPへの掲載、実証実験の見学による研究

内容の外部発信を12件実施した。

1.2 (4) ②創出した技術の量産化に関する研究に関して、以下の3項目を行った。

- ・自動荷降ろし機のバリエーション展開

試作した自動荷降ろし機を基本として、より生産性を上げる、またより狭い場所でも動作することができる等の装置バリエーションの研究を行った。

- ・自動荷降ろし機のコストダウン

自動荷降ろし機の普及を目指して装置のコストダウンについて研究を行った。

- ・自動荷降ろし機のユーザビリティ向上

実証実験現場でのオペレータの使い勝手を聞き取り、量産装置へのフィードバックすべきポイントを明確化する研究を行った。

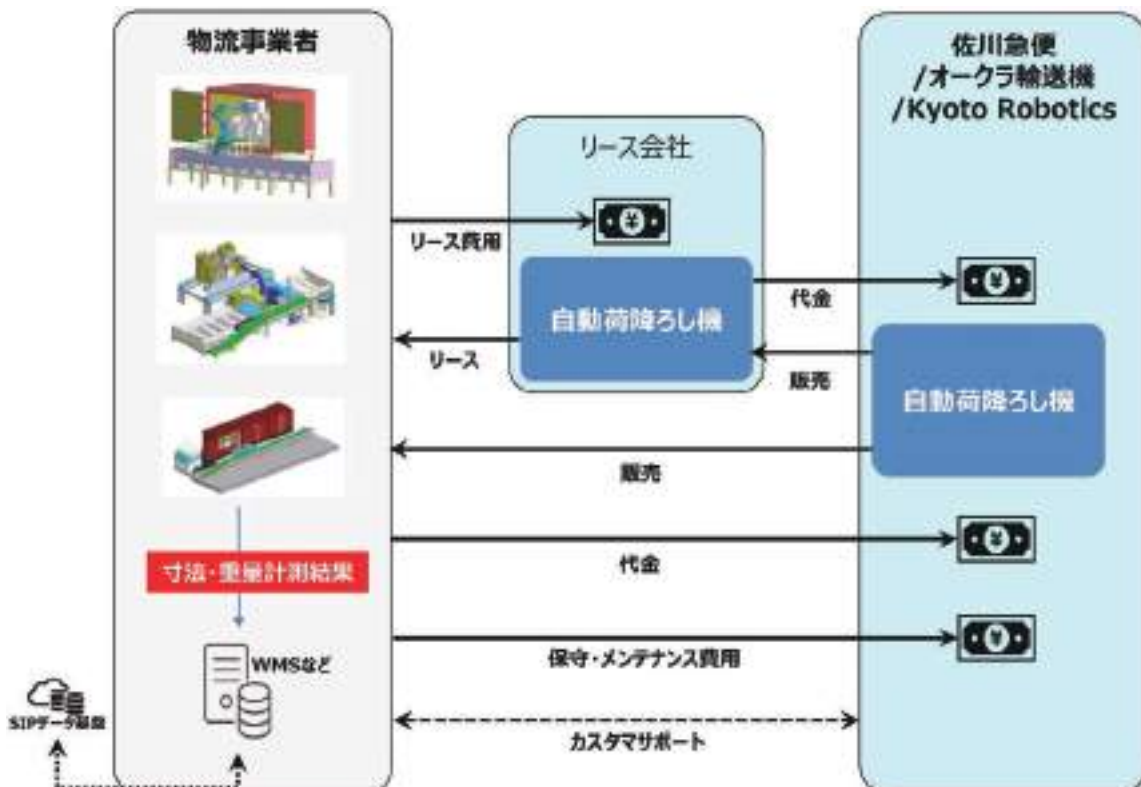
## 6 社会実装

社会実装を推進するため、佐川急便を責任機関とする社会実装体制を確立した。ここには支援機関だけでなく、装置開発に携わったオークラ輸送機も参加している。

社会実装に向けて、2022年3月に国際ロボット展にて自動荷降ろし機の展示、荷降ろしの実演を行い、各種業界へ認知を広めた。その結果、30社のポテンシャル顧客リストを作成することができた。ポテンシャル顧客に対してヒアリングを行い、要望の収集と導入確度の確認を行った。確度の高い顧客とは定期的な情報交換を行い、佐川急便札幌営業所で行った社会実装実験の結果も共有し意見交換も行った。研究終了時からの発売を見すえ、現在商談を開始しているところである。

図6に示すように、自動荷降ろし機の導入にあたっては装置販売だけでなく、リース会社を通じたオペレーションリースの仕組みにより顧客の導入ハードルの引き下げも図った。これにより中小の物流事業者も導入の機会を増やすことができる。社会実装開始を2023年4月以降に計画しているところである。

●図6 社会実装時のビジネスモデル



ユニット名	荷姿ラベルの活用による検品省力化と伝票レス化の実現
研究責任者	内田 雄治 (日本パレットレンタル株式会社)

## 1 研究開発の背景と目的

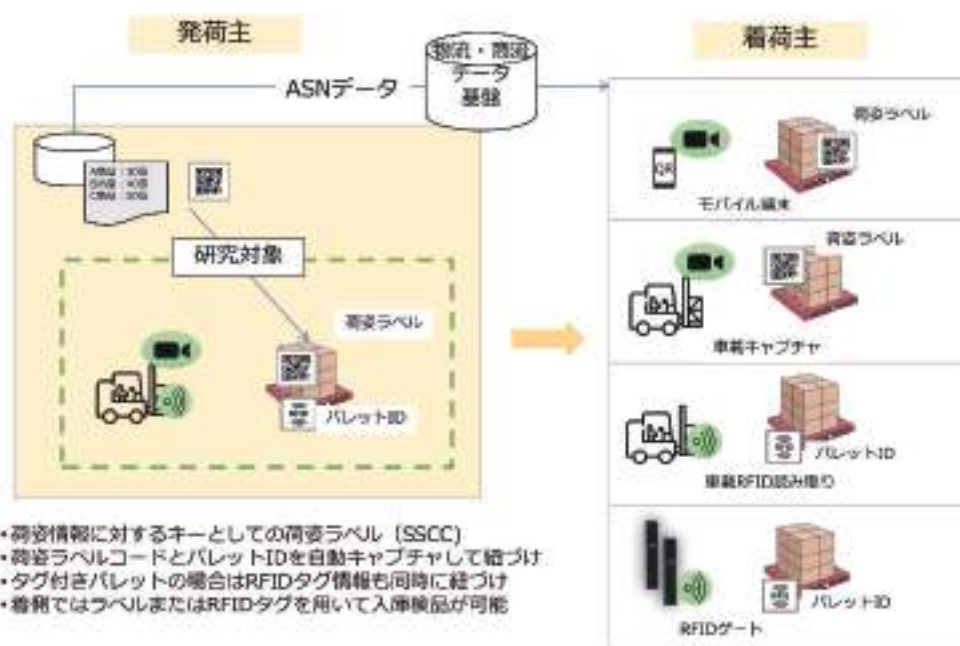
現在の物流現場では、パレットによる商品の荷積み、荷卸しが標準化されつつあるが、検品時には商品の梱包単位の検品となっており、荷積み、荷卸しに使われている荷姿と検品単位が異なることが効率悪化を招いている。

本研究では、フォークリフトで運搬する荷姿を1つの単位、ユニットロードと定義し、ユニットロード単位で物流容器（パレット）と積載貨物（商品）情報を自動で取得して紐付ける自動キャプチャ技術を開発することで現場での検品作業の削減の可能性を検証することを目的とする。

## 2 研究開発の目標

研究は図1の概念図に沿って以下の3つについて行うこととした。その目標をそれぞれ記載する。

●図1 研究開発に取り組んだ全体の概念図



### (1)フォークリフト車載型荷姿ラベルの画像認識読み取り検証

目標

- ①実現可能性検証のため、荷姿ラベルの仕様決定
- ②フォークリフトの荷役作業の流れの中で、フォークリフト積載対象物に貼付された荷姿ラベルの位置を自動的に認識できること
- ③荷姿ラベルの内容を読み取りできること
- ④出荷時の荷姿のエビデンスの一つとして、荷姿そのものの画像データの取り込みができること

### (2)フォークリフト車載型荷姿ラベルとパレットIDの紐付けシステム

目標

- ①実現可能性検証可能なフォークリフト車載式の荷姿ラベル読取装置とRFIDタグ読み取り装置のプロトタイプ

イプ完成

②荷姿ラベル情報とパレットIDを紐付けたデータの出カシステム完成

### (3)プロセス検証

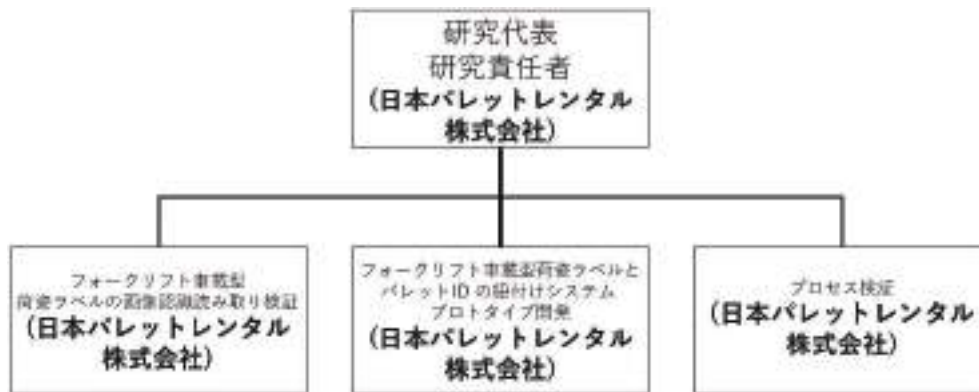
目標

①荷姿ラベルとパレットIDを用いた検品レスが実現可能なデータの論理構造について提案

## 3 実施体制

本研究は図2の実施体制で行った。

●図2 実施体制図



## 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
[1]フォークリフト車載型荷姿ラベルの画像認識読み取り検証 (日本パレットレンタル株式会社) ①荷姿ラベルの仕様決定 ②荷姿ラベルの位置を自動的に認識 ③荷姿ラベルの内容を読み取り ④荷姿そのものの画像データの取り込み	←→	←→		
[2]フォークリフト車載型荷姿ラベルとパレットIDの紐付けシステム (日本パレットレンタル株式会社) ①荷姿ラベル読み取り装置とRFIDタグ読み取り装置のプロトタイプ完成 ②荷姿ラベル情報とパレットIDを紐付けたデータの出カシステム完成	←→	←→		
[3]プロセス検証 (日本パレットレンタル株式会社) ①荷姿ラベルとパレットIDを用いた検品レスが実現可能なデータの論理構造について提案		←→ ★ターゲット		

## 5 研究開発の取り組みと成果

実証実験は次のような手順で行った。

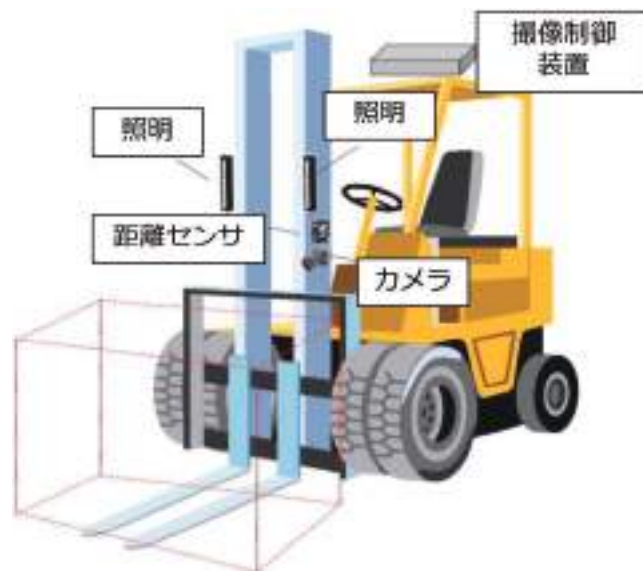
積載貨物の情報については、荷姿そのものを画像認識するのではなく、荷姿の内容を記録したデータに紐付けた荷姿ラベルを定義し、荷姿ラベルを画像認識することによって行う。荷姿ラベルはバックエンドシステムに記録された積載貨物に関する情報を引き出すキーとしての役割を果たす。ピッキング時にユニットロード単体に積載貨物情報を生成し、紐付けた荷姿ラベルを貼付し、出荷時にフォークリフトに実装された画像認識装置で自動的に荷姿ラベルを読み取ることで積載貨物情報を取得する。

荷姿については、そこから積載商品情報の直接的な画像認識は行わないが、出荷時の荷姿のエビデンスの一つとして荷姿画像を撮影し、それをデータ基盤に上げることも検討対象としている。

また、パレットに関する情報取得は、フォークリフトに実装されたRFIDタグ読み取り装置によりパレットIDを読み取ることによって行う。

実際に実証実験に使用したフォークリフトに取り付けたカメラ、距離センサ、照明、撮像制御装置類を図3に示す。

●図3 実証実験に使用したフォークリフトへのセンサ類配置図



フォークリフトに取り付けたセンサ類で荷姿ラベル、パレットIDなどを読み取ることを目指した。

2020年5月に実証実験を協力企業の倉庫において実施した。実験はお客様の実運用環境で、荷姿ラベルの判別能力、課題等を確認することを目的とした。実験時の状況を写真1、2に示す。

●写真1 フォークリフト移動中の荷物情報読み取り実験例



フォークリフトの直線進入時



フォークリフトの曲線進入時

共に時速9km

●写真2 パレット上の荷物への2次元コードの貼付位置



(1)荷姿ラベルの画像認識による読み取り検証

- ①情報量により2次元コードを使用することが必要であることが分かった。
- ②フォークリフトから見える位置に貼り付けることが必要であることが分かった。
- ③低位置にある2次元コードを読み取るために、フォークリフトに取り付けたカメラには広角レンズを使用し、撮影範囲を広げることが有効であることが分かった。
- ④フォークリフト移動時の振動による誤認識に対しては、画像処理による補正を追加することで改善することが分かった。

(2)フォークリフト車載型荷姿ラベルとパレットIDの紐付けシステムと(3)プロセス検証

荷姿ラベルとパレットIDを紐付ける荷姿ラベル認識システム導入において、トラックに積み込む前の検品(数量/配送先)時、トラックから荷降ろし後の検品時及び入庫処理時の検品省力化、誤配防止、トレーサビリティ及び計画化に対して効果があることが分かった。一方、パレットへの積み付け作業時には商品構成の紐付け及びラベル発行などの作業負荷が増加することが、現場での調査と要件定義から判明した。作業負荷を軽減するために、積み付け支援システムを利用することにより紐付け作業を不要にできることが判明した。

## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。2022年9月にはハンディターミナルを使った荷姿ラベル(2次元コード)管理システムを運用している日発運輸株式会社と、フォークリフトによる2次元コード自動認識システムの実装に向けた共同活動を進めている。まだ現場テストからの課題抽出段階であるが、2023年度にはプロトタイプを完成させて現場実践を積み、実現に向けた課題を解決し、本格導入を目指している。現場テスト状況を写真3に示す。

●写真3 日発運輸での現場テスト



2次元コード・サイズと貼付位置確認



2次元コード認識結果





ユニット名	画像認識などによるバースにおける車両出入りおよび積み降ろし作業の自動データ収集システムの開発
研究責任者	亀山 博史（グローリー株式会社）

## 1 研究開発の背景と目的

大手物流、大手流通企業は最新の物流システムの設備投資・導入に積極的で、自動搬送、無人搬送車（AGV）による無人化の結果、各工程での自動データ化、IoTやAI技術を活用した情報化が進んでいる。この動きは、大手企業を中心として規模によるコストダウン、生産性の確保は今後も進んでいくと想定される一方、同時に業界全体で見ると、システム化が遅れている企業においては、依然として人手による作業・対応が中心となっている。物流での車両ドライバーの一連の業務に着目すると、待ち時間の拡大や長い就業時間等、物流センターにおける受付業務、積卸・検品にかかる時間の積み重ねによる複合的な課題がある。

本研究では倉庫・貨物車両に関係する自動データ化ができていない領域に対し、画像認識技術を活用して、見える化・自動データ化する研究開発の実現性確認を目的とする。

## 2 研究開発の目標

### (1)車両状態の自動認識・データ化

施設入口・バースにおける車両の自動認識に最適なカメラ・鮮明化技術・車両認識・ナンバー読取技術の課題抽出を行い、実環境での車両入出の自動データ化の実証実験を実施し、試作システム仕様と検証を実施する。具体的には以下の2つを実施する。

- ①ナンバー認識技術の研究
- ②ナンバー画像鮮明化の研究

### (2)積卸業務の自動認識・データ化

車両への積み荷状態の把握とパレットに積載されている種類、数量をTime of Flight (ToF) センサー、画像センサーを活用して把握し、実証実験を実施し、その課題をまとめ、貨物車両での積卸作業における自動機器との連携案を作成する。また荷役業務時の作業者の状態把握を、カメラ画像を通じて自動認識可能かの技術検証を実施する。具体的には以下の3つを実施する。

- ①貨物室の積載状態の記録の研究
- ②荷役作業の進捗管理の研究
- ③画像認識による自動検品の研究

### 3 実施体制

本研究は図1の実施体制で行った。

●図1 実施体制図



### 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)車両状態の自動認識・データ化 (グローリー株式会社) ①ナンバー認識技術の研究 ②ナンバー画像鮮明化の研究		←→		
(2)積卸業務の自動認識・データ化 (グローリー株式会社) ①貨物室の稼働状態の記録の研究 ②受取作業の進捗管理の研究 ③画像認識による自動検品の研究		←→		

### 5 研究開発の取り組みと成果

#### (1)車両状態の自動認識・データ化

##### ①ナンバー認識技術の研究

研究機関にて準備した顔認証+ナンバー認識パッケージを通じて、ナンバーの自動認識・記録をする機能を物流現場で展開できる技術を抽出し、物流現場での実証実験を通じて実装可能なシステムの仕様を検討する。物流現場におけるドライバーと車両を紐付ける無人受付や、他のシステムへ通知・記録を共有する仕組みとして顔認証+ナンバー認識パッケージの活用可否を研究する。

配送量（カゴ車2,000台（52,000ケース）/日）規模の物流センターの車両が多い任意のバースにおいて、令和2年3月に実車両を通じてのナンバー認識システムによる自動読取の実験を行った。ナンバー認識・登録済み車両の通知をソフトウェアで処理し、通知情報を蓄積して、指定した車両のカメラ毎の認識結果を集計するオプションツールを作成した。認識時間を活用した入退場時間や荷役業務時間を自動で集計が可能か検証を行った。

- トラックの走行時（時速10～20km）のナンバー読取は23台中22台成功した。
- 受付帳簿の申告時間と実際に車両が通行した記録について比較したところ、時間の誤差はあるものの、ドライバーの最終の入退場、待ち時間、事務所での手続きなどはナンバーを追跡することで、受付時間から退場までの正確な時間の自動記録は可能であると判明した。図2に比較を示す。

●図2 手書き台帳と自動記録の比較

	受付	荷卸開始	荷卸完了
No18	8:28	9:07	9:16
No14	7:38	8:27	10:02
No24	9:36	10:33	13:10
No25	9:39	9:55	10:11
No28	10:08	10:18	10:31

ナンバー認識+骨格認識（荷役作業の画像認識）による自動記録

NO.	受付時間	荷付時間	荷付開始時間	荷付終了時間	荷卸開始時間	荷卸終了時間	運送手元	積込	車種	積込数量	積込品目	積込重量	積込高さ
18	8:28:00	09:04分	9:07:13	09:09分	9:16:58	9:24:59	L社		4t	バラ	119	17	
14	7:38:00	3時49分	8:27:45	08:27分	9:02:11	10:02:29	M社		6t	バラ	250	17	
24	9:35:58	09:59分	10:35:36	29:34分	13:10:14	13:21:29	K社		10t	バラ	890	17	
25	9:39:43	09:15分	9:55:16	09:15分	10:11:13	10:17:54	N社		2t	バラ	48	17	
28	10:08:24	09:12分	10:18:14	09:07分	10:25:25	10:31:53	T社		10t	パレット	14	17	

## ②ナンバー画像鮮明化の研究

ナンバープレート認識で難度の高い、逆光、夜間、深い角度などの撮影環境に対し、カメラ設置条件の緩和によるシステム安定化、コストダウンを狙い、その上で研究機関が準備したナンバープレート認識に対する画像鮮明化処理の有効性を検証した。検証は研究機関が準備した鮮明化技術と、他社の保有する鮮明化技術との比較で行った。車両の実映像をもとに図3に示す6種類の鮮明化技術ナンバー認識の結果の検証により、K方式を軸に研究を実施することになった。

●図3 6種類の鮮明化技術の検証画像



- 低照度において、鮮明化により境界が強調されるため、効果が確認された。
- 逆光、夜間において、鮮明化により画像全体のコントラストが強くなり、効果が確認された。
- 走行時の一時的な隠れについてはナンバープレート追跡により対応可能であることが確認された。
- プレート取り付け位置による垂直角の違いについては検出アルゴリズムのチューニングで対応可能見込みであることが確認された。

ナンバー認識システムのシステム安定化を目的とし、継続した研究開発により、基盤技術の底上げを目指すことの必要性を確認できた。

## (2)積卸業務の自動認識・データ化

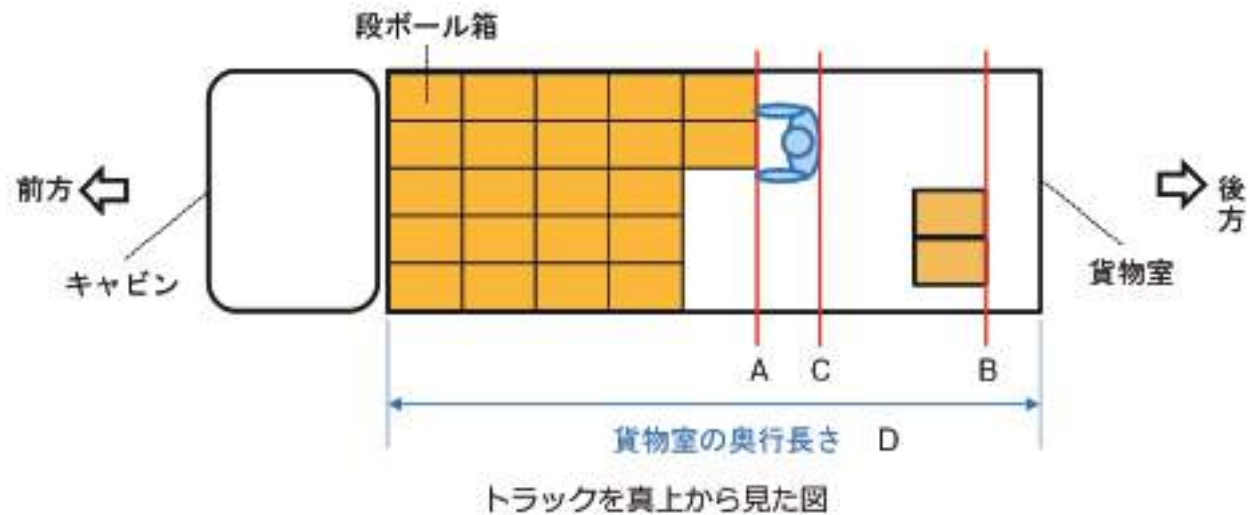
バース内における積卸作業に関連する積荷状態、荷役作業の進捗、積卸時の検品業務を、画像認識技術により自動データ収集可能なシステム開発の実現性を検討する。

### ①貨物室の積載状態の記録の研究

トラックの貨物室の積載状態と、貨物搬出作業の進捗状況を可視化する。

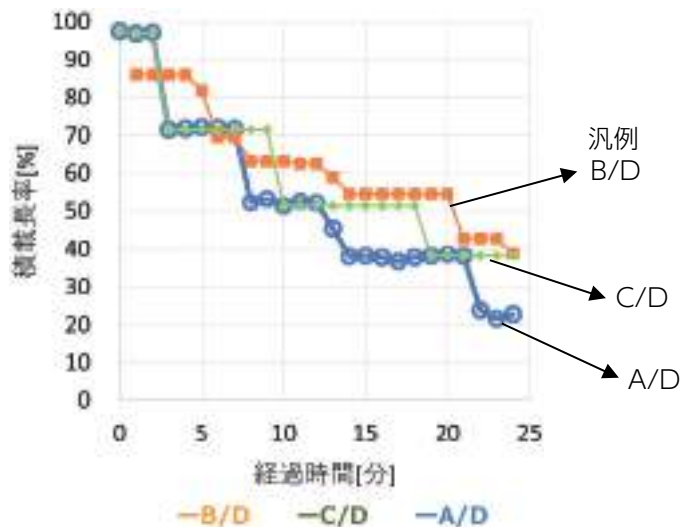
積載状態の指標を積載長率（積載容積を近似したもの）とした。積載長率は貨物室前面からA、B、Cまでの距離を貨物室の奥行長さDで除した百分率である。A貨物基準位置は貨物未搬出の貨物だけの位置、B全貨物基準位置は全貨物搬出途中の貨物、搬出対象外の貨物を含む位置、C人基準位置は作業員の位置である。位置関係は図4を参照。

●図4 トラックの貨物室の積載状態の可視化の位置関係



光の反射による検知であるToFカメラをトラック後部の上部に取り付け、上述のA、B、Cの位置を1分毎に測定した。その結果、図5に示すような時間毎の位置の測定が可能であることが確認できた。

●図5 時間毎の積載長率



## ②荷役作業の進捗管理の研究

バース内における荷役作業の進捗を、作業者の骨格を画像認識することによってバース近辺での人数ならびに作業時間の自動記録が可能かを検証し、障害物や対象となる撮影範囲による誤検出の課題を整理し、安定した自動記録に最適な組み合わせを検証した。

通常IPカメラ（130万画素）より5fps（frame per second）で画像取得し、可能な範囲でバースを広角に撮影し、対象となる作業エリアを下記の図6のように指定した枠を設定。枠内に人物と認識された時点で画像の取得、時間の記録を行った。

●図6 バース内での作業者の骨格を画像認識した例



荷役進捗における作業内容の自動記録の課題については、骨格認識精度の向上と処理定義の改善により実用可能と判断した。

## ③画像認識による自動検品の研究

画像解析によるパレット単位の自動検品記録（種類・数量）の実現可能性の検証を目的とする。

### ●積荷の種類分析

積荷の側面の画像と予め登録した段ボール箱の画像を照合し、積荷の種類を認識する。

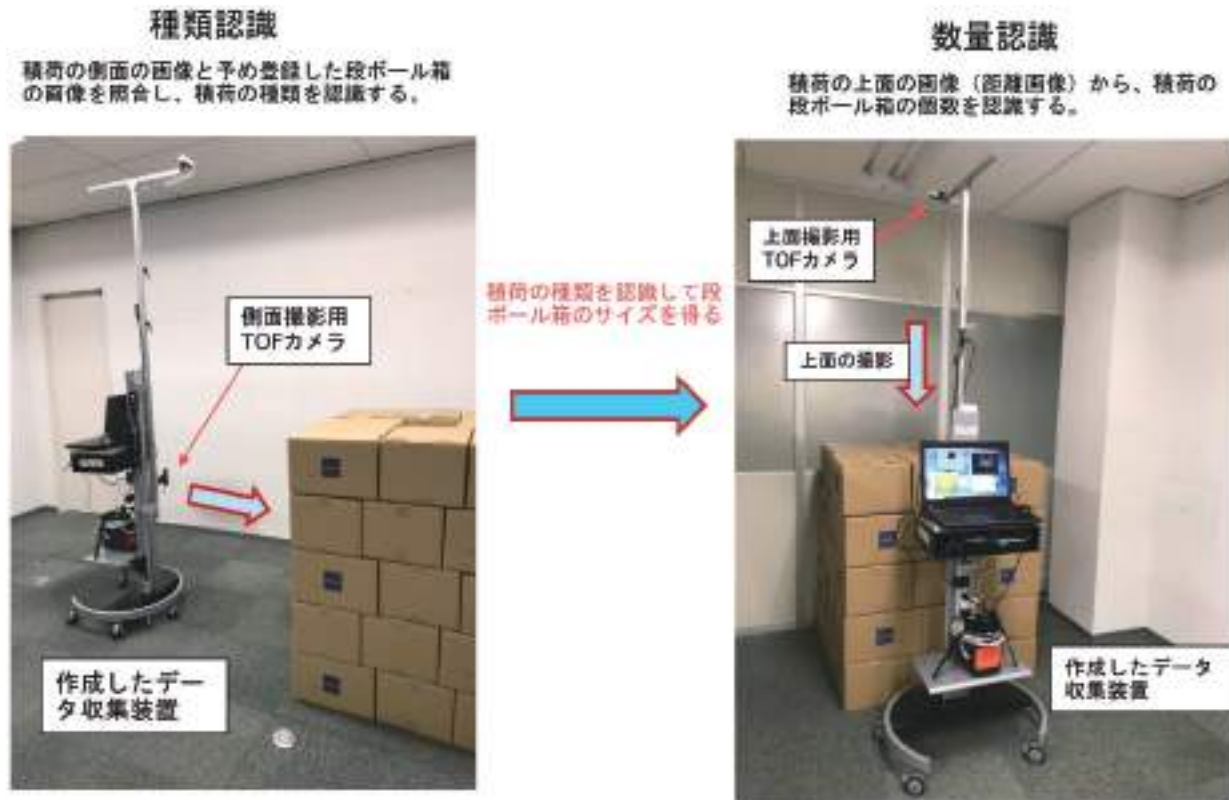
収集した積荷データに対して、本研究の種類認識技術を適用し、種類認識が成功するデータと失敗するデータを分析し、実現可能性の条件を明確にした。失敗するデータに対しての対応方針を明確にすることができた。

### ●積荷の数量分析

積荷の上面の画像（距離画像）から、積荷の段ボール箱の個数を認識する。

収集した積荷データに対して、本研究の数量認識技術を適用し、数量認識（計数）が成功するデータと失敗するデータを分析し、実現可能性の条件を明確にした。図7がその実験例である。失敗するデータに対しての対応方針を明確にすることができた。

● 図7 積荷の種類認識と数量分析の実験例



## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。

グローリーでは継続して研究を進め、本研究にて得られた知見・技術も応用することで、別の物流シーンにおける早期社会実装に向けて取組んだ。

1-5 (2) ③の研究成果をもとに、物流大手企業向けに2021年から2022年にかけて写真1「自動荷物計測装置」の試作品開発に着手、市場でのテストを実施し、2022年6月に製品リリースを実施した。

研究テーマ②については、作業者のAI画像検知・骨格認識技術の精度向上を目的に独自に研究開発を続け、物流業界や小売店舗で活用できるアプリケーション製品化を継続して進めた。結果、通常の監視カメラで活用でき、様々な現場での作業時間監視・人数チェックの自動計測を目的としたグローリー社独自のアルゴリズムを搭載した写真2作業者見守りアプリケーションを2023年3月発売開始になった。

●写真1 自動荷物計測装置外観



操作画面イメージ

●写真2 作業者監視アプリケーション（仮称）画面イメージ







ユニット名	省人化及び人材定着に資する専属便の組み合わせ配送に向けたデータ収集技術
研究責任者	後平 佐保子（株式会社ロジクエスト）
支援研究機関	株式会社 城東情報研究所、株式会社エフプレイン

## 1 研究開発の背景と目的

専属便として荷主と請負契約をしているドライバーは稼働中に待機時間ができたとしても、他の仕事を請け負うことはできない。しかし、専属便の配達業務に影響を与えない範囲で、緊急配送と専属便配送を組み合わせることができれば、配送効率の改善とそれに伴う省人化、及び1人あたりのドライバーの増収の可能性がある。そのためには専属便稼働者の動きについてデータ収集する基盤の構築、専属便稼働者の荷主及びその顧客（荷物の受け取り手）の許容度の把握、緊急便案件の発生状況と担当ドライバーのマッチング状況についてのデータ収集が必要である。

専属便ドライバーが緊急配送を請け負える構想を実現し、かつ水平展開するために、データの取得に向けてのシステム開発及びデータ分析を行うことを目的とする。

## 2 研究開発の目標

### (1) 正価指標の算出とマッチング精度の検証

具体的にはドライバーが長期で稼働を継続する案件、短期で終了する案件の違いを分析する。

### (2) スポット便と定期便の掛け合わせ配送による省人化と増収効果の検証

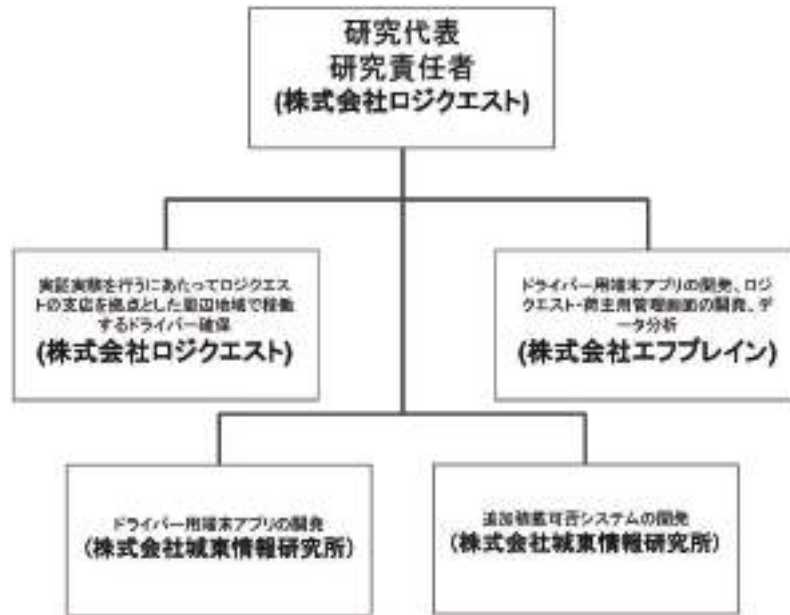
具体的には定期便ドライバーの稼働時間内に、同時に発生したスポット便を割り当てることによる増収効果及び省人効果を測定する。そのために次の①～⑤について検証を行う。

- ① ドライバーの日報から稼働時間と空き時間のデータを把握する。
- ② 自動で取得されたドライバーの位置データを把握する。
- ③ トラックの荷台に取り付けた深度センサによりトラック荷台の空きスペースのデータを把握する。
- ④ スポット便受託システムでスポット便の要求データを把握する。
- ⑤ ①～④のデータを使い定期便ドライバーとスポット便要求のマッチングをシミュレーションする。

## 3 実施体制

本研究は図1の実施体制で行った。

● 図1 実施体制図



## 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1) 正価指標の算出とマッチング精度の検証 (ロジクエスト)		← →		
(2) スポット便と定額便の掛け合わせ 配達による省人化と増収効果の検証 (ロジクエスト、エフブレイン、城東情報研究所)				
① ドライバーの日毎データ把握 ② ドライバーの位置データ把握 ③ トラック荷台の空きスペース把握 ④ スポット便の差込データ把握 ⑤ 定額便ドライバーとスポット便要求のマッチングシミュレーション	← → ← → ← → ← →	← → ← → ← → ← → ← →	★	

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1) 正価指標の算出とマッチング精度の検証

正価指標の算出とマッチング精度の検証を行うために次の4つのステップで評価を行った。

- ステップ1 ・分析を行うデータ基盤の作成  
・定期便案件の詳細内容を入力
- ステップ2 ・ドライバーが長期で稼働を継続する案件、短期で終了する案件の違いを分析  
・分析の軸として、ドライバーが案件を受託する際に重視する点を分析
- ステップ3 ・ステップ2で分析した点について、それぞれ長期稼働案件、短期終了案件の違いをステップ1のデータ基盤を活用し、分析
- ステップ4 ・分類された案件における正価指標を算出

上述の分析の結果、ドライバーが受託しやすく継続しやすい案件の傾向が下の3つであることが判明した。

- 自宅から稼働場所まで移動時間が30分以内であること。
- 平均時間単価は定期便と同等であること。
- 付帯作業が1~2件の案件であること。

## (2) スポット便と定期便の掛け合わせ配送による省人化と増収効果の検証

定期便ドライバーの稼働時間内に、同時に発生したスポット便を割り当てるマッチングの可能性について次の評価を行った。

①ドライバーの日報から稼働時間と空き時間のデータを把握する。

150名以上のドライバーの日報データを把握することができた。図2にその例を示す。

●図2 ドライバーの稼働時間・空き時間把握



②自動で取得されたドライバーの位置データを把握する。

150名以上ドライバーの位置データを把握することができた。また位置データは10秒毎のGPSで把握した。図3にドライバーの位置表示例を示す。

●図3 ドライバーの位置表示例



③トラックの荷台に取り付けた深度センサによりトラック荷台の空きスペースのデータを把握する。

トラック荷台の空きスペースについてはiPhoneに搭載されている赤外線を用いた深度センサを利用し、荷台の積載量のデータを自動で収集するシステムを開発した。これにより荷台の何パーセントが埋まっているのかを動的に把握することが可能となった。図4に概念図を示す。

●図4 深度センサによる空きスペース把握概念図



④スポット便受託システムでスポット便の要求データを把握する。

既存の緊急便の受発注で使用されている緊急便の専属ドライバーを対象とした既存のアプリケーションを使用した。研究機関の受注システムと連携しており、配車担当者が特定ドライバーに向けて案件依頼を行うと、ドライバーのQモビシステムに打診が届く。ドライバーは内容を確認した上で、受託・拒否の操作を行う。これによりスポット便の要求データの把握を行った。

⑤①～④のデータを使い定期便ドライバーとスポット便要求のマッチングをシミュレーションする。

東京23区において2019年12月の1か月間では1日平均920件の緊急便荷物が発生していた。このうち、ビジネスタイム（9-18時）の荷物の83%（763件）が専属便に組み合わせ可能な緊急便であることがシミュレーション結果として得られた。図5にシミュレーション例を示す。

●図5 緊急便を組み合わせた時の配送ルートシミュレーション例



## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。一方で、東京の専属便ドライバーに対してのスポット案件の打診については、対象を絞りながら実施している。本構想の有効性を確認しながら、今後、対象とするドライバーや荷主企業の業種の範囲を広げていく予定である。

ユニット名	アンチコリジョン機能を有する高効率な自動認識タグの開発
研究責任者	村瀬 清一郎（東レ株式会社）

## 1 研究開発の背景と目的

現在の人手不足やそれに端を発する物流コストの増大、物流品質の低下、またエネルギーや環境に関する問題など、物流に係る課題は非常に多岐にわたり、難解なものとなっている。これらの課題を解決するためには、自動データ収集技術の一つである自動認識タグの普及が必要と考えられている。

現在自動認識技術としては、容器や包装に直接印刷できるバーコードや2次元コードなどが広く利用されているが、いずれもリーダー（読み取り機）から視認する必要があり、また、複数の商品の同時読み取りができないといった課題があった。これに対し、印刷技術をベースにした革新的な新規デバイスを用いて、安価で無線電波によるデータの授受を行う新しいRFIDタグの研究開発を進めている。

本研究では、印刷方式で形成できる新しいRFIDタグに適したアンチコリジョン（複数同時読み取り）技術の開発に向け、適用を検討しているALOHA方式<sup>1</sup>の検証を実施し、印刷型RFIDタグへのアンチコリジョン技術搭載の実現可能性を確認することを目的とする。

## 2 研究開発の目標

印刷方式を用いた低コストRFIDタグでのアンチコリジョン機能の実現可能性を検討するため、次の3項目を実施する。

### (1) ALOHA方式での同時読み取り数の理論値算出

1つのリーダーに対して複数のRFIDタグが存在する状態を想定し、1秒間での通信成功率が99%となるRFIDタグの個数を算出する。続いて、様々な物流シーンへの適用で必要とされる同時読み取り個数とそのため必要な回路性能を算出し、ALOHA方式による複数同時読み取りの実現性を理論的に確認する。

### (2) 回路設計

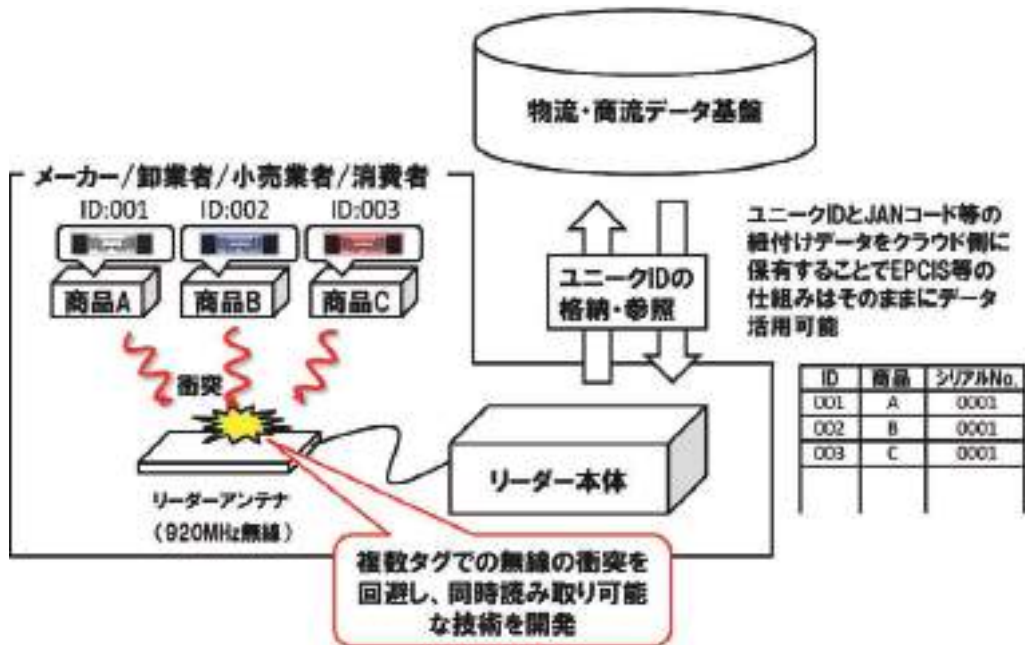
上記理論に基づき、ALOHA方式を実現するためのランダムな遅延を発生させる回路を設計する。

### (3) 原理検証

既存シリコン半導体などを活用したデバイスを作製・評価して理論計算結果の妥当性を実験により検証する。  
図1に研究開発のシステム概念図を示す。

<sup>1</sup> ALOHA（アロハ）は、1972年にハワイ大学で開発された無線通信用の通信プロトコルである。ALOHAは、多重ランダムアクセス方式を採用しており、この種の通信プロトコルとしては初めての方式である。この通信プロトコルを元に様々な改良がなされ、最初のは後に“Pure ALOHA”と呼ばれることになる。  
(Wikipedia参照 <https://ja.wikipedia.org/wiki/ALOHA> 2022年12月確認)

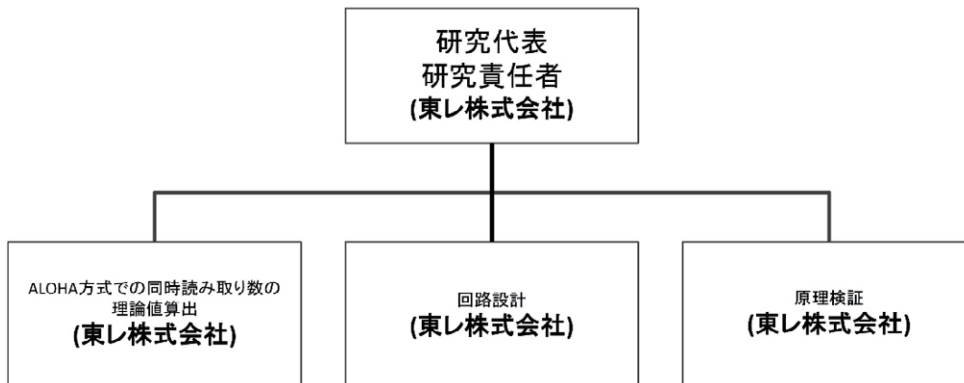
● 図1 研究開発のシステム概念図



### 3 実施体制

本研究は図2の実施体制で行った。

● 図2 実施体制図



### 4 工程表

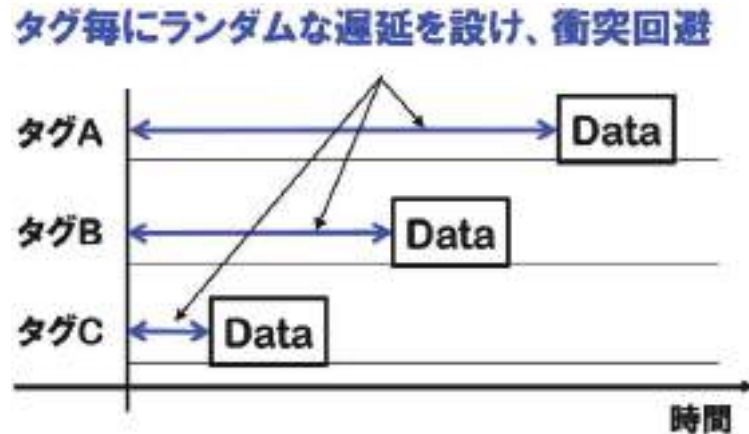
実施体制	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1) ALOHA方式での同時読み取り個数の理論値算出 (東レ)	←→	★ 2020年度		
(2) 回路設計 (東レ)	←→			
(3) 原理検証 (東レ株式会社)	←→			

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1)ALOHA方式での同時読み取り数の理論値算出

印刷型に適したアンチコリジョン方式による無線の衝突を回避する技術を検証するために、理論的な計算により、同時読み取り個数と必要な回路性能を検討した。衝突回避のための概念図を図3に示す。

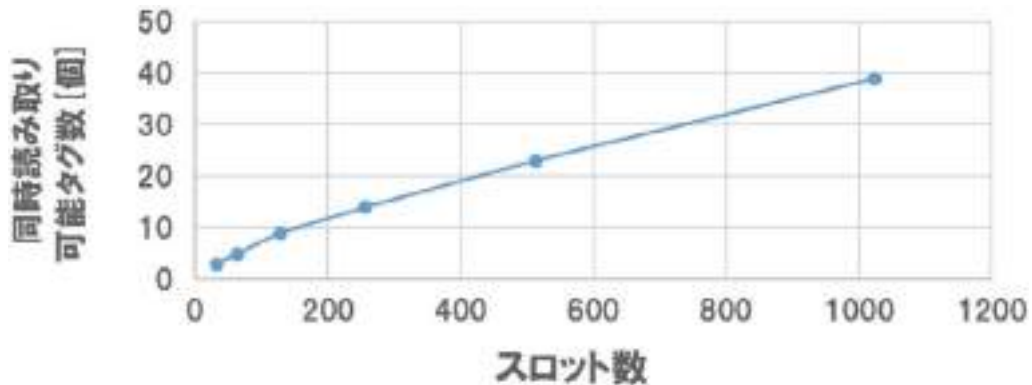
●図3 衝突回避のための概念図



完全にランダムな遅延を設けることは回路規模の増大を招くため、擬似的にランダムな状態を再現する方法として、フレーム分割し、さらにそのフレーム内をスロットに分割し、各データは予め決められたスロットのタイミングでデータを送信する方式を考案した。

その結果、スロット数を増加させることで同時読み取り数を増加させることができ、図4で示すように必要なスロット数の算出が可能となった。

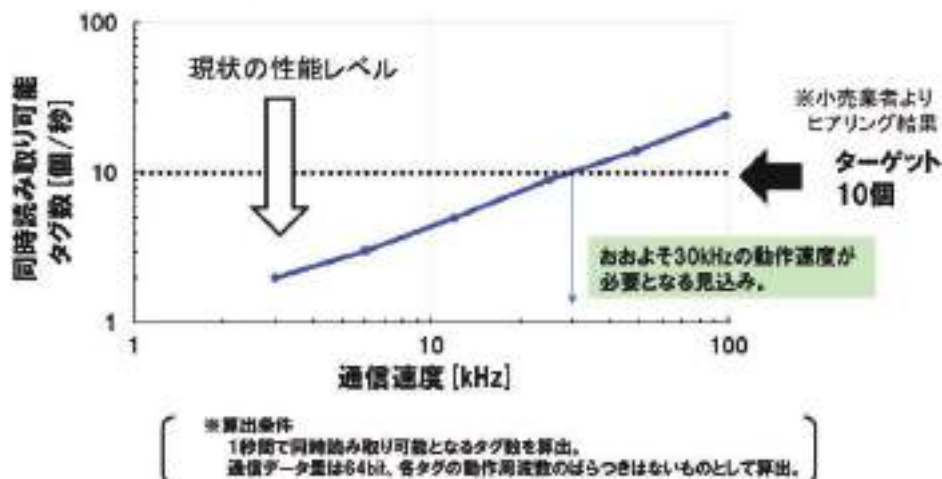
●図4 同時読み取り可能なタグ数のスロット数依存性



ここで、スロット数を増加させると、単純に通信時間が増加する。その対策として、通信速度を向上させることが必要となる。タグ数と通信速度との関係性から、同時読み取り可能タグ数と通信速度の関係を図5のようにプロットし、必要な通信速度30kHzを得た。



●図5 通信速度と同時読取り可能なタグ数の関係



## (2)回路設計

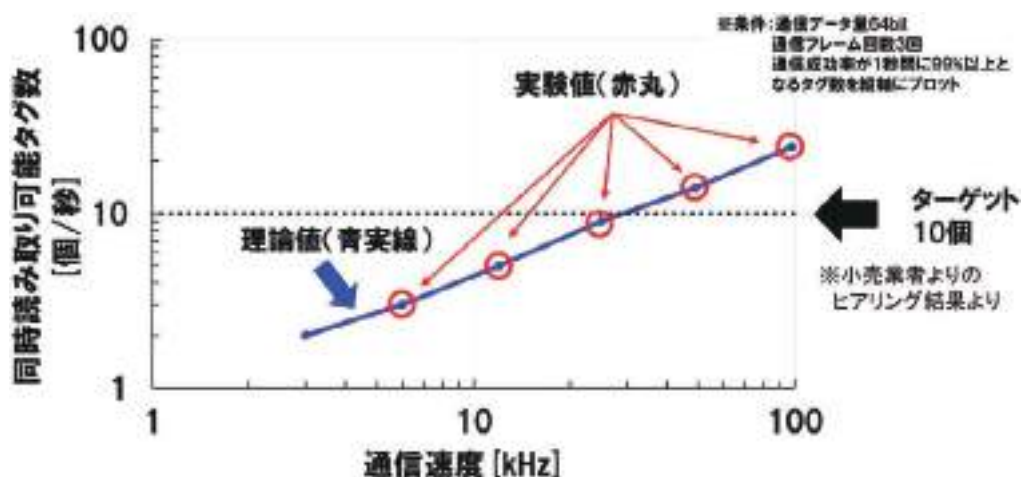
検討した通信方式を実現する回路設計を進め、擬似ランダムタイミング生成を行うバックオフ制御回路により、特定のタイミングでのみ出力を行う仕様を実現した。

この回路の動作については、回路シミュレーションにより期待通りの動作となっていることを確認した。

## (3)原理検証

上述で設計された回路をシリコン半導体マイコンにて再現し、上述の同時読取り数の理論値と実測値が一致するかを検証した。その結果、図6で示すように各通信速度での実測にて、いずれも理論値と一致することを確認した。

●図6 理論値と実験値の一致確認



(1)、(2)、(3)の検証結果から印刷型タグに適したアンチコリジョン方式の理論・実証検証を確認した。

## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。研究代表機関では引き続き研究開発を推進し、印刷型自動認識タグでのアンチコリジョン機能の原理動作を実証している。また、本技術の社会実装を目指すべくさらに研究開発を進め、2023年度での実証試験実施を目指している。その1つとして2021年9月より、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」に採択され、助成事業として現在推進している。

ユニット名	物流の課題解決に資する印刷型フレキシブルセンシングデバイスの開発
研究責任者	時任 静士 (山形大学)

## 1 研究開発の背景と目的

流通対象となるモノの個別情報等の自動認識と、情報共有化・見える化の取り組みが進められている。これは省人化・標準化に必須であり、ロジスティクスの高効率化のキーとなる。商品の自動認識デバイスとして、RFIDタグ (Radio Frequency Identification (RFID)) は従来のバーコード方式に対して、無線による情報の読み書き、複数のRFIDタグの一括読み取り、情報の書き換えなどが可能であるが、現状ではコスト、効率的装着、認識精度等に課題があり、まだ広く普及するに至っていない。また、RFIDタグ等の導入によるIT化には、高齢化した物流事業従事者には容易には受け入れられないという現実の課題がある。

安価で環境情報、個品品質情報を自動認識できるセンサに加え、目視で確認可能な従来の伝票処理のような機能も残すディスプレイ搭載集積デバイスの研究開発を目的とする。

## 2 研究開発の目標

### (1) 個別機能評価用試験デバイスの開発

- ①回路・方式・ファームウェア (FW) の検討、回路システム基板の設計仕様の決定
- ②回路基板実装材料とプロセスの検討、材料・プロセス仕様の決定
- ③①と②の仕様をもとに試験デバイスの作製、基本動作によるセンサ搭載効果の確認

### (2) センサ活用による物流の効率化及び市場の調査

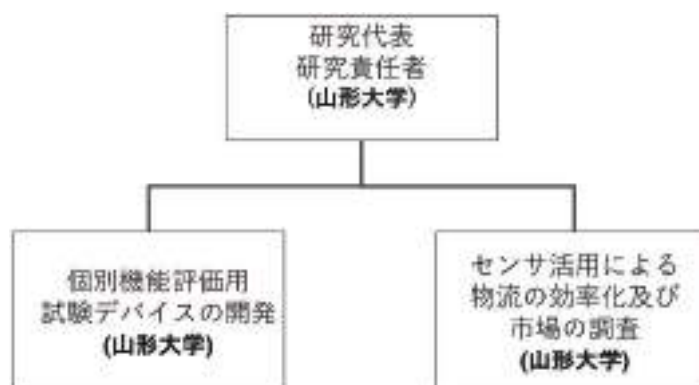
- ①センサ搭載効果と高効率化の調査
- ②物流関連企業との情報交換によるニーズ調査
- ③応用製品・サービスと市場の調査
- ④企業との情報交換、実施規模予測

なお社会実装を想定し、デバイスに必要なセンサ類の検討と市場調査も同時に行うこととした。

## 3 実施体制

本研究は図1の実施体制で行った。

●図1 実施体制図



## 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
<b>(1)個別機能評価用試験デバイスの開発</b> (山形大学) ①回路・方式・FWの検討、回路システム基板の設計仕様の決定 ②回路基板実装材料とプロセスの検討、材料・プロセス仕様の決定 ③試験デバイスの作製、基本動作によるセンサ搭載効果の確認	←→	←→		
<b>(2)センサ活用による物流の効率化及び市場の調査</b> (山形大学) ①センサ搭載効果と効率化の調査 ②物流関連企業との情報交換によるニーズ調査 ③応用製品・サービスと市場の調査 ④企業との情報交換、実証規模予測	←→	←→ ★ 77-77-77		

## 5 研究開発の取り組みと成果

### (1)個別機能評価用試験デバイスの開発

薄型のフレキシブル基板上に、機能性インクを主材料として、150℃以下の低温での印刷法によりセンサやアンテナ、配線等の各種電子回路を製造し、機能素子を低温で実装できる、省電力・省資源の印刷製造技術を開発する。センシング回路や、高周波通信回路、高集積MCU、メモリなどのSi-LSIを併用し、多様な機能を持ったFlexible Hybrid Electronics (FHE) 型デバイスを印刷により作製する。この集積デバイスは曲面を持つ商品（ワインボトル、医薬品の瓶等）への貼り付けが容易である。さらにこのような製造技術は、低温印刷技術の特長である材料資源やエネルギーの節減が可能になる。この印刷技術により、商品毎に異なるセンサとディスプレイを一体化したFHE型デバイスを開発する。このようなFHE型デバイスは、物流の現場で、タイムリーに配送情報やセンシング情報等を電子的に更新するのに合わせて、目視確認のための表示をすることで、ICTに不慣れな高齢な作業員にも負担なく受け入れられ易いデバイスとなる。さらに本研究では温度等のセンサとディスプレイを搭載したFHE型デバイスを中心にして、実証試験を通して、プロトタイプ的设计・製造、試作の最適化と高信頼化を行った。

デバイス仕様は個別デバイス評価により決定した。決定したデバイス仕様を表1に示す。基板実装仕様はテスト基板評価により決定した。決定した実装仕様を表2に示す。

●表1 決定したデバイス仕様

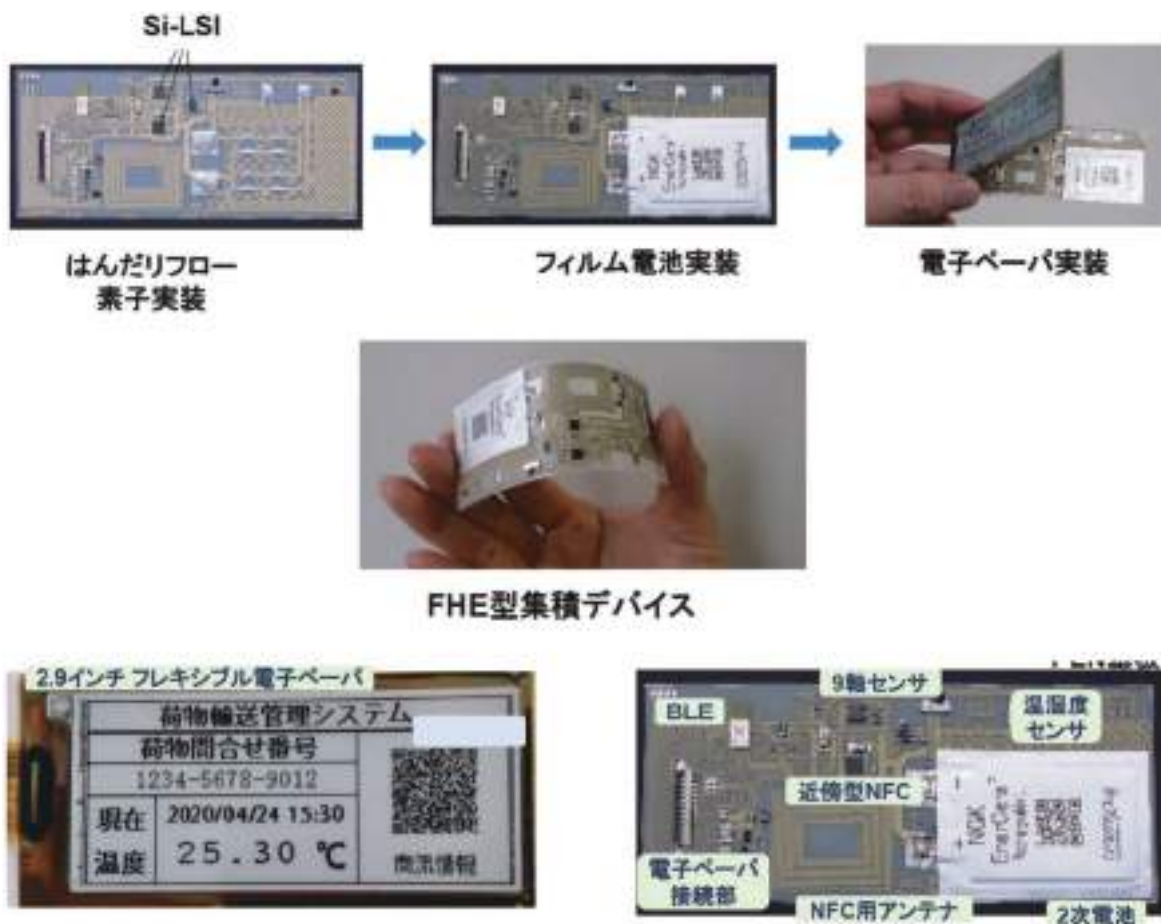
デバイス	仕様/機能	電圧/電流
センサ	温度センサ 再現性±0.1℃(14bit)、精度±0.2℃ 動作温度範囲：-40～+125℃	動作電圧：2.5V
	湿度センサ 再現性±0.1RH(14bit)、精度±2%RH 動作温度範囲：0～100%RH	消費電流：0.105μA
デバイス	加速度 範囲：Range±2g～16g(16bit)	動作電圧：2.5V 消費電流：3.7mA
	ジャイロ 範囲：Range±250～2000°/s(16bit)	
	コンパス 範囲：Range±4800μT(14bit)	
無線通信	Bluetooth®5.0準拠 MPLI/ARM Cortex-M4 近接型NFC	動作電圧：2.5V 消費電流：11.6mA :0.3μA (system off)
電子ペーパー (ディスプレイ)	画面サイズ：2.9inch 解像度：296x128pixel ドット密度：112dpi	動作電圧：2.5V 消費電流：8mA :5μA (standby)

●表2 決定した実装仕様

FPC仕様		
ベースフィルム	PI	t:12.5 $\mu$ m
導体	Cu	t:18 $\mu$ m
カバーレイ	PI	t:12.5 $\mu$ m
最小パターン幅/間隔	L/S	100 $\mu$ m/100 $\mu$ m
実装プロセス仕様		
低温はんだペースト		
メーカー	千住金属工業	
共晶系	Sn-58Bi	
溶融温度 (液相線)	141 $^{\circ}$ C	
リフロー条件	180 $^{\circ}$ C 3分	

2020年5月までに、表1、2の仕様に基づき試作を行い、本研究で実現を目指すFHE型集積デバイスに必要な基本的な機能を試験デバイスで個別に評価し、個々の性能を確認した。このような試験デバイスの試作と評価のために、機能素子を低温印刷プロセスで実装する低温はんだ材料と印刷プロセスの検討及び機能素子の動作制御とデータ取得を行う回路ブロックとFWを設計した。これらの技術により図2に示す試験デバイスを試作し、各センサと電子ペーパーの動作を確認し、必要とされるセンシング機能を達成できることを確認した。

●図2 試作デバイス例



山形大学内で実証実験を実施した。その時の状況を図3に示す。

● 図3 山形大学での実証実験の様子



## (2) センサ活用による物流の効率化及び市場の調査

運送途中での商品状態の確認という荷主側からのニーズの充足が求められている。しかし現状は物流事業者側に作業が増えること、開梱に伴うダメージの責任分界点が曖昧になる懸念があるため、業界全体でニーズに対するサービスが促進されない。荷主ニーズを充足するために本デバイスを活用した場合、実際の開梱・確認という作業が不要となることで、このような品質の追跡管理を行う高品質物流では少なくとも33%の作業時間削減<sup>1</sup>による生産性向上が見込める。

上述のような高付加価値物流事業に向けて、品質管理を行う物流分野を対象に、ニーズや要求仕様と市場の規模を調査した。今回、食品、農業、菓子製造、医療、精密機器、物流の幅広い業種からヒアリングを行い、要求仕様、集積デバイスのコスト、期待されるコールドチェーンの市場規模を把握する。

食品・医療・精密機器等の分野で、バリューシステムやサプライチェーンの実情を調査、ニーズを把握するメーカーの声を収集した。その結果、次の事項がわかった。

- ① 農水産・食品、医療、精密機器業界で、FHE型集積デバイスによる温度/衝撃/位置情報等の管理ニーズがある。
- ② 要求仕様は事業領域によって異なるため、荷主や顧客の要求に応えた集積デバイスが付加価値となる。
- ③ 将来的な展望として、日系企業がASEANへのコールドチェーン領域の進出に意欲的であること、当該地域では品質管理・モニタリングが課題であることから、当該センサの適用の可能性は大きい。

式1を使用しこれらの市場規模を以下のように見積もることができた。

- ④ 低温物流(医薬品等を含む広義)の国内市場が4.7~5兆円(@2018年度)、流通側による食品の低温物流市場が1.8兆円で、狭義の市場は成長が見込まれる。(出所:「2019年版低温物流市場の現状と将来展望(矢野経済)」)

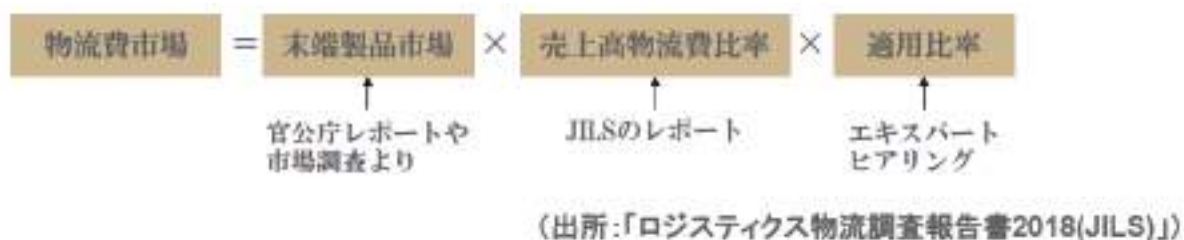
- ⑤ 集積デバイスの価格については、従来のRFIDタグとは機能が違うために、競合しない。

荷主は、付加価値向上・リスク低減の観点で評価している。

- ⑥ 本センサの適用が期待される物流全体の市場は1.1兆円、デバイス適用比率を考慮した物流市場は3,600億円(@2018年度)以上と大きい。

<sup>1</sup> 従来の荷物の積み下ろし作業を100%とし、途中での開梱・確認・再梱包という作業が加わるため、50%の作業量の増加が想定される。そのため荷役作業全体として100+50=150%の作業になることが想定される。開梱・確認・再梱包がなくなるため、50%/150%=33%の作業時間の削減つまり生産性の向上が見込まれる。

●式1 市場規模の算出方法



## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。その後、研究開発で得られた知見を活用して、技術成果のスマート物流事業への展開を図り、山形大学と本プロジェクトで連携した企業との共同研究の下で、事業化に向けた技術開発を進めた。連携企業は、センサデバイスの設計・製造とシステム事業を担当するイノラックスジャパン株式会社、及びエネルギー供給のキーデバイスとなる薄型二次電池メーカーの日本ガイシ株式会社である。

共同研究では、山形大学の印刷で製造するFHE型センサの基本技術を基にして、物流事業での利用シーンを想定したセンサの回路システムの設計を行い、山形大学の印刷作製の研究インフラを活用して、図4のプロトタイプ品のセンサを試作した。このセンサを用いて物流現場を想定した実証試験を行い、非接触給電、BLE 無線通信、センシング、ロギング、電子ペーパーの各搭載システムが、例えばワインボトル等の商品のモニタリングに有効に機能することを確認した。これらの実証試験から、さらなる低消費電力化の要求が確認できたため、FWメーカーと連携し低消費電流化を実現した。その結果、低消費電流=ベース電流 $10\mu\text{A}$ 以下、連続駆動時間=5か月というロギング連続駆動時間の飛躍的向上を確認した。

さらに、イノラックスジャパンが製造装置メーカーと連携して、ある程度量産もできる印刷製造ラインを構築し、センサデバイスの試験的な生産を行い、基本性能の評価だけでなく、利用シーンを想定した信頼度試験や環境試験を進めた。また日本ガイシ株式会社 (NGK) では、本センサに用いる二次電池の試験的供給だけでなく、本実証試験で得られた知見も含めて改良設計を行い、事業化を見据えた製造販売を開始した。このFHE型センサデバイスにより、コールドチェーンと呼ばれる実際の物流の現場で、製品出荷から荷主への配達までのモニタリングの実証を図6のように成功させた。現在図5のFHE型センサデバイスを用いて事業展開を図っており、コールドチェーンに加えて、商品の効率的物流のためのトラッキングなどの追跡機能を活かした物流事業を進めている。

なお企業との共同研究では、基本技術の開発に加えて、今後の事業展開を鑑みてさらなる低電力化により長時間モニタリングを行えるシステムを想定した、パワーマネジメントシステムの技術開発も同時に進めている。

●図4 プロトタイプ品



●図5 生産品



●図6 実証実験



ユニット名	フレキシブルに設置可能なケーブルアンテナ、棚アンテナの開発
研究責任者	岡野 好伸（東京都市大学）
支援研究機関	ヨメテル株式会社

## 1 研究開発の背景と目的

入在庫時にRFIDタグを読み取りする中・長距離読み取り用固定アンテナ、及び入出荷、在庫棚卸管理の際にヒトが直接操作するハンディリーダーが普及している。棚の上など近傍のみを幅広く、人手を介さず常時自動読み取りが金属棚の上でも可能で、かつ後付けが可能など導入が容易な棚アンテナは世界的に見ても珍しく、サプライチェーン全般において大きな需要、汎用性があると考えられているが、普及はまだなされていない。

本研究では、金属製を含む既存の商品棚にも後付け可能で、縦横寸法、ドアフレームやゲート型形状などの形状変更にもフレキシブルに対応可能、また、簡易・廉価に製造可能で、棚の上、近傍に配置された複数積載品のUHF RFIDタグの個人情報(ID)を、人手を介さず自動収集することが可能となる、世界的にも革新的な棚型アンテナを開発することを目的とする。

## 2 研究開発の目標

本研究では研究開発、実証試験、実現可能性確認を行うこととした。

### (1)基本設計

- ①ケーブルの太さ、加工方法等のバリエーションに対応する通信状況の実験の実施。
- ②パネル形状の配置方法による通信性能の実証実験の実施。
- ③OEM委託候補先との製品化の検討。
- ④電波法技術基準適合試験への申請の検討。
- ⑤パネル/ゲート形状の試作品製作の実施。

### (2)試作・量産技術検討

- ①複数ユーザーの店舗、倉庫等、異なるデモ環境にて実証実験を重ね、電波を飛ばす範囲、飛ばさない制御範囲の仕様の作成。
- ②棚アンテナ付きの商品棚、ゲートアンテナを試作し、自動読み取りの実用性、効果の測定。
- ③電波を飛ばさない領域への電波吸収対策も行い、読み取る範囲、読み取らない範囲の制御。

### (3)実現可能性確認

- ①現場での通信結果や電子RFIDの配置、読ませ方の工夫、商品配置方法の工夫等、顧客サイドの期待水準、読み取り率、常時読み取りの精度、継続性等、実証実験先顧客企業の評価と各種通信性能測定機器を活用した通信性能を確認。



### 3 実施体制

本研究は図1の実施体制で行った。

●図1 実施体制図



### 4 工程表

実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)基本設計 (東京都市大学) ①通信状況の実験の実施 ②通信性能の実証実験の実施 ③OEM委託候補先との製品化の検討 ④電波試験への申請の検討 ⑤パネル/ゲート形状の試作品製作の実施	←→ ←→ ←→ ←→ ←→			
(2)試作・量産技術検討 (ヨメテル) ①電波を飛ばす範囲、飛ばさない範囲の仕様を作成 ②自動読み取りの実用性、効果の測定 ③読み取り範囲、読み取らない範囲の判断	←→ ←→ ←→			
(3)実現可能性確認 (東京都市大学・ヨメテル) ①通信性能を確認		★ステージ1 ←→		

### 5 研究開発の取り組みと成果

(1)当初計画通りにすべての研究項目を実施した。

- ①ケーブルの太さ、加工方法等のバリエーションに対応する通信状況の実験については2種、4パターンでの通信性能を確認し、最適パターンを確立した。
- ②パネル形状の配置方法による通信性能の実証実験を5パターン、20枚以上の棚アンテナを試作し、最適パターンを確立した。
- ③OEM委託候補先との製品化検討を外部OEM先複数社と行った。
- ④電波法技術基準適合試験への申請検討をアンテナメーカーと検討した。そして棚アンテナの最終試作品確定後、電波法技適申請を行う予定とした。
- ⑤パネル/ゲート形状の最終試作品を製作し、実証実験を実施した。

(2)実証実験を写真1のようなケーブルアンテナや棚アンテナを用いて実施した。ただしコンビニでの実証実験は緊急事態宣言中につき、東京都市大学の研究室内にコンビニを模した実験で代用することになった。

①複数ユーザーの店舗、倉庫等、異なるデモ環境にて実証実験を重ね、電波を飛ばす範囲、飛ばさない制御範囲の仕様を作成。

大手アパレル、靴下メーカー店舗、RFIDタグリーダーメーカラボ施設、大手靴メーカー倉庫、大手商社デモ店舗、産総研コンビニ模擬店舗、岡野研究室にて実証実験を実施した。その結果、通信範囲は棚の上20cm高とする仕様を作成した。

②棚アンテナ付きの商品棚、ゲートアンテナを試作し、自動読み取りの実用性、効果の測定。

産総研コンビニ模擬店舗、大手靴メーカー倉庫、大手商社デモ店舗、岡野研究室にて実証試験を実施した。最終実証試験は上下左右2段×2列で実施した。ゲートアンテナは1枚試作し、性能評価を行った。

③電波を飛ばさない領域への電波吸収対策も行い、読み取る範囲、読み取らない範囲を制御。

今回は電波の出力放射領域を棚アンテナの上空20cm空間となるよう、電波出力を調整、アンテナパターンを最適化した。電波出力を抑えつつ、飛びすぎを抑制した。棚アンテナ端部への追加アンテナ素子により、電波出力を抑えながら、棚上の複数商品の読み取り向上を実現した。

●写真1 実験に用いたアンテナなど



ケーブルアンテナ

棚アンテナ

棚アンテナ設置例

(3)実現可能性を以下のように確認した。

写真2に示すように顧客サイドの期待水準例＝コンビニ食品棚に設置した棚アンテナの上空一定区間（高さ20cm四方）に配置された複数、多品種商品（弁当、ペットボトル飲料、缶飲料、カップ麺等）の自動読み取りを行い、実現可能性を確認した。

●写真2 棚アンテナの自動読み取り実証試験（上下左右2段×2列）



棚1枚 弁当

棚2枚 弁当+水ペットボトル

●写真2 (続き)



棚3枚 弁当+水ペットボトル+缶ビール

棚4枚 弁当+水ペットボトル+缶ビール+カップ麺

写真3に示すようにアパレルメーカー倉庫にて、EC配送用ピッキング台、商品棚に配置された複数商品（スーパーの買い物カゴ内）の自動読み取りを行い、実現可能性を確認した。

●写真3 棚アンテナの自動読み取り実証実験（アパレル）



アパレル Tシャツ



靴箱、大箱内に小箱6個の読み取り

## 6 社会実装

本研究はステージゲートを経て国費での研究開発を2020年5月で終了した。研究機関では引き続き研究を継続している。現在、表1のプログラムへの参加を通して社会実装を目指している。

●表1 社会実装に向けた参加プログラム一覧

募集期間	題名	結果	時期
経済産業省・三菱UFJリサーチコンサルティング	流通・物流の効率化 基盤事業 実証試験	採択	2021年2月
セブンアンドアイホールディングス	コンビニの未来をデザインする 無人化・省人化店舗	コンテスト準優勝	2022年3月
中小企業庁・中小機構	RFIDスマートシェルフ	モノづくり補助金 グローバル型 採択	2022年3月
NEDO	RFID型 無人化・省人化店舗 セルフレジアンテナ	採択	2022年6月

さらに新たな本格的無人店舗の設営準備にも入っている。

宝石・時計店用に自動棚卸の棚アンテナ、アンテナ内蔵のスマートトレイの開発、廉価なハンディリーダーの製作、アプリの製作に着手している。

RFID技術は今後も多くの業種で幅広く数多く使用されると想定されている。読み取りのためのアンテナについても市場拡大とともに価格や設置方法について優れたソリューションの提供が待たれており、本研究の進捗によって広く貢献することが期待できる。



## 第3章 課題の運営

### 3-1 研究開発予算・研究開発体制

本課題の研究開発は、ガバニングボード<sup>注1)</sup>が審議・承認した研究開発計画に基づき、国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所が研究推進法人<sup>注2)</sup>となり、科学技術イノベーション創造推進費を使用し、プログラムディレクター（PD）<sup>注3)</sup>が全体をとりまとめる形で実施した。

#### (1)研究開発予算

本課題の研究開発は、内閣府に予算計上された科学技術イノベーション創造推進費が国土交通省に移し替えられ、さらに、国土交通省から港湾空港技術研究所に運営費交付金として交付された予算を用いて実施した。

研究開発の総予算額は、5,896百万円であり、各年度の予算額は表1の通りである。

●表1 各年度の研究開発予算額（百万円）

2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	合計
2,200	0 <sup>注4)</sup>	1,232	1,232	1,232	5,896

#### (2)研究開発体制

##### ①プログラムディレクター（PD）の任命及びサブプログラムディレクター（SPD）の委嘱

本課題の研究開発は、内閣総理大臣が任命したPD及びPDを補佐する内閣府が委嘱したSPDの下に実施した。PDの任務は、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針（SIP運用指針）（ガバニングボード決定）で以下の通り定められている。

- 担当する課題の研究開発計画を取りまとめる。
- 担当する課題中の研究テーマの予算配分を決定する。
- 担当する課題のSPD及び研究責任者等を監督・指導する。
- 担当する課題の研究推進法人に対して当該課題の推進に必要な業務の遂行を要請する。
- 担当する課題中の研究テーマ及び研究実施体制の改廃を行う。
- 担当する課題の推進委員会の議事をつかさどる。

SPDの任務は、SIP運用指針で以下の通り定められている。

- PDの指示を受け、担当する課題を推進する。
- その他、PDを補佐し、PDが課題の推進に必要と認める事項を行う。

本課題の担当PD、SPD及び内閣府の担当者の変遷を表2及び表3に示す。

注1) SIPを一体的・機動的に推進するため、総合科学技術・イノベーション会議（議長：内閣総理大臣）の有識者議員を構成員とする会議体

注2) 2022年3月31日に戦略的イノベーション創造プログラム運用指針が改正され、それまでの管理法人は研究推進法人に改称された。

注3) 課題ごとに内閣総理大臣が任命する内閣府の非常勤職員

注4) 2019年度は研究開発計画の見直しがあり、当該年度の予算額が留保された。

●表2 本課題担当のPD、SPD

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
PD	田中 従雅 (2018.4~2023.3)				
SPD (研究開発項目A1)	坂本 浩之 (2020.4~2023.3)				
SPD (研究開発項目A2)	小倉 正弘 (2018.6~2018.12)	海野 昭良 (2020.4~2022.3)			
	大橋 禎頭 (2020.4~2022.3)				
SPD (研究開発項目B)	谷口 友彦 (2018.6~2018.12)	荒木 勉 (2019.7~2023.3)			
	今井 哲之 (2018.6~2018.12)				

●表3 内閣府の本課題担当者

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
参事官	吉田 裕志 (2018.8~2019.3)	萩原 貞洋 (2021.8~2022.6)			
企画官	竹上 嗣郎 (2018.4~7)	江頭 基 (2019.4~2021.7)			鈴木 淳 (2022.7~2023.3)
担当	浅野 右樹 (2018.4~2019.3)	松本 一紀 (2019.4~2020.3)	高畑 和明 (2020.4~2022.3)		山川 秀充 (2022.4~2023.3)

## ②研究責任者の選定

本課題の研究開発にあたっては、SIP運用指針の規定により、研究開発計画に基づき、公募により以下の責務を担う研究責任者を選定し、研究開発を進めた。

- 研究開発の推進及び管理
- 研究開発費の管理
- 研究開発メンバーの管理
- 研究開発成果の取り扱い
- 各種の情報提供
- 国民との科学・技術対話
- 研究開発活動の不正行為を未然に防止する取り組み

### ③社会実装責任者の選定

2021年4月、SIPプログラム統括からの指示（SIP第2期令和2年度課題評価を踏まえた留意事項）に基づき、研究テーマごとに以下の役割を担う社会実装責任者を選定し、研究開発終了後の社会実装がスムーズに行われるよう体制を構築した。

- 社会実装に係る具体的な戦略を描き、自ら実行又は実行を指示
- 詳細情報を把握し、対外的に説明
- 内閣府によるSIP第2期期間中の課題評価や、SIP第2期終了後の追跡調査に対応

### ④会議体

本課題では、研究開発とその後の社会実装を適切・円滑に進めるため、以下の会議体を設け、研究開発の進捗管理や有識者からの評価・助言を得つつ、研究開発の運営管理を実施した。

また、内閣府主催の推進委員会において各年度の研究開発計画を作成・承認するとともに、課題評価委員・総合科学技術・イノベーション会議議員との研究視察や意見交換会が開催され、研究開発や社会実装の進捗に対する評価や助言等を頂いた。表4にPD・研究推進法人主催、表5に内閣府主催の各種会議体を示す。

●表4 PD・研究推進法人主催の各種会議体

主催者	会議体の名称	頻度	目的	参加者
PD	社会実装検討会	週1回	研究開発・社会実装等の進捗確認 委員会等の会議やイベントの確認	PD、SPD、研究推進法人 必要に応じて関係府省、有識者
PD	社会実装WG	適宜	本課題終了後の継承組織の検討	SPD、研究推進法人、関係府省 必要に応じてその他の関係者
PD	社会実装MTG	2週間に1回程度	各研究チームの研究開発・社会実装等の進捗確認	PD、SPD、研究推進法人、関係府省
PD	標準化検討WG (高度知能子・都市化検討会)	年に1、2回程度	物流情報標準ガイドラインの策定・改訂・普及	PD、SPD、研究推進法人、関係府省、有識者（事務局：野村総合研究所）
研究推進法人	ピアレビュー委員会	年に1回	有識者による専門的観点からの技術評価（ピアレビュー）	PD、SPD、研究推進法人、関係府省、有識者
研究推進法人	社会実装審査会	半年に1回	PD、SPD及び有識者による各研究テーマの進捗状況等しの評価	PD、SPD、研究推進法人、関係府省、有識者
研究推進法人	知財委員会	適宜	知的財産権の取り扱い等	PD、SPD、研究推進法人、有識者、弁理士

●表5 内閣府主催の各種会議体

主催者	会議体の名称	頻度	目的	参加者
内閣府	推進委員会	適宜	研究開発計画の作成や実施等に必要な調整等	PD（議長）、推進法人、関係府省、有識者
内閣府	課題評価委員会	年に1回	ガバナングボードが外部の専門家等（課題評価委員）を招いて各課題の評価を実施	PD、SPD、ピアレビュー委員長、推進法人、内閣府
内閣府	課題評価委員との意見交換会	年に1回	課題評価委員や総合科学技術・イノベーション会議議員から社会実装に向けた助言やサポートを得る	課題評価委員、総合科学技術・イノベーション会議議員、PD、SPD、推進法人、関係府省、必要に応じて研究チーム





2022年9月27日に開催した標準化検討WG

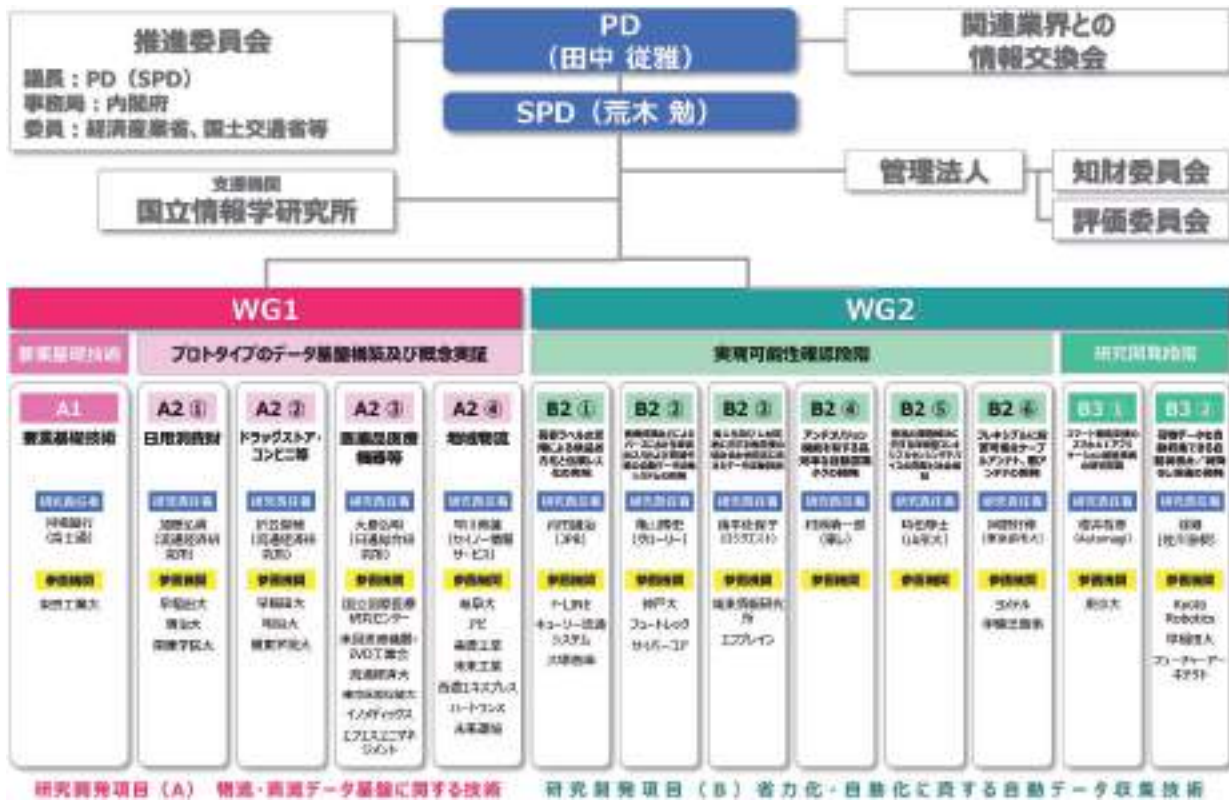


2022年10月18日に開催した課題評価委員、総合科学技術・イノベーション会議議員との意見交換会

⑤各年度の研究開発体制

図1～4に各年度の研究開発体制を以下に示す。

●図1 2019年度研究開発体制



研究開発項目 (A) 物流・商流データ基盤に関する技術

研究開発項目 (B) 省力化・自動化に関する自動データ収集技術

● 図2 2020年度研究開発体制



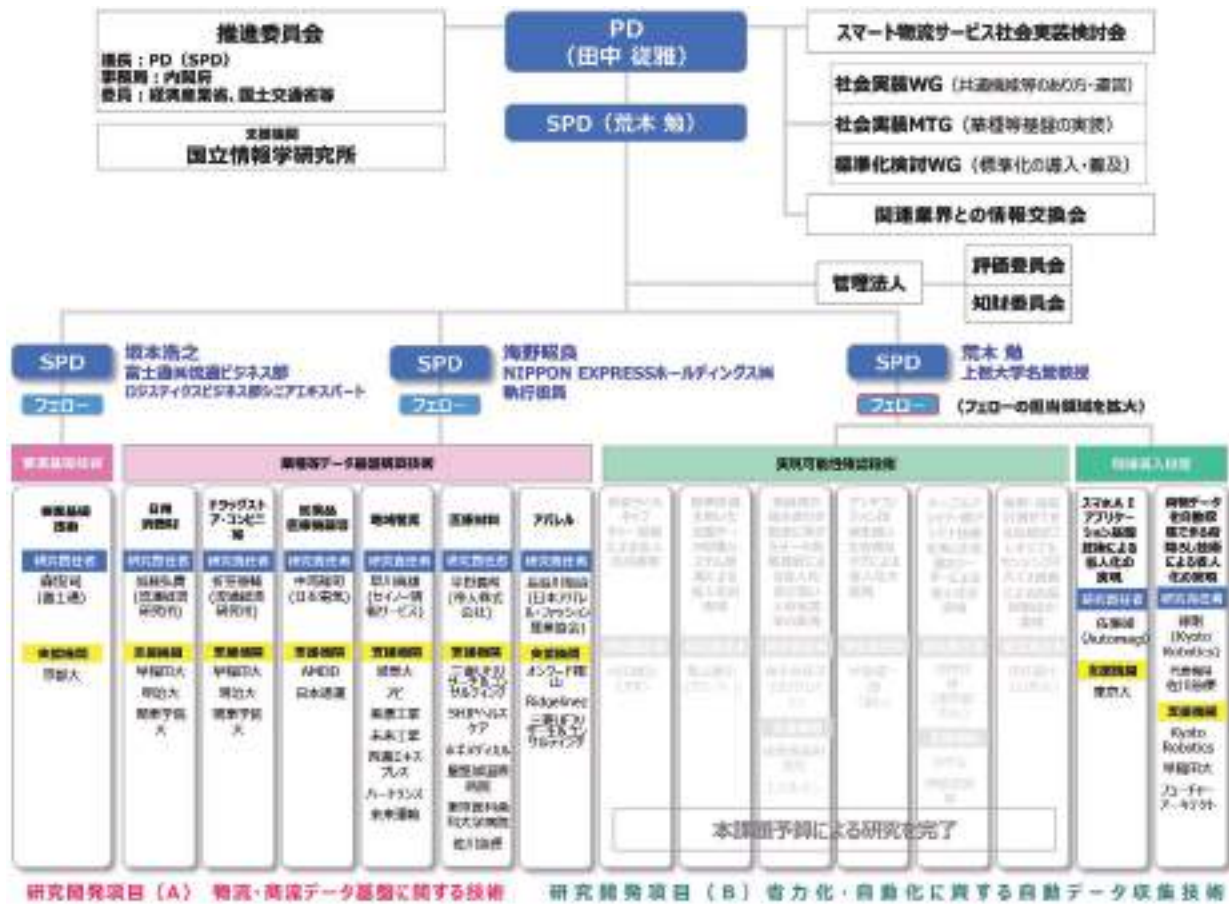
2020年度から、SPDが1名から3名に増員され、「要素基礎技術」、「データ基盤構築技術」、「自動データ収集技術」のそれぞれの分野を担当するSPDが設けられた。

また、社会実装に向けた取り組みの指導のための2名の専門家を、管理法人のフェローとして新たに配置した。

業界別のプロトタイプのプロトタイプ構築後、社会実装の見込みが高い研究テーマを優先的に進めるために、新たに「社会実装審査会」(ステージゲートの一種)を設置し、ベンチャーキャピタルの有識者を審査員に加えてビジネスモデル等も審査し、研究テーマの「絞り込み」に加えて、今後の事業展開戦略等に対する助言・指導を意識したマネジメントを実施した。

さらに、自動データ収集技術に係る研究開発では、「定量的な効果の明確さ」や「現場の導入意思の高さ」等を主な審査ポイントとしたステージゲートによるテーマ選定を実施した。

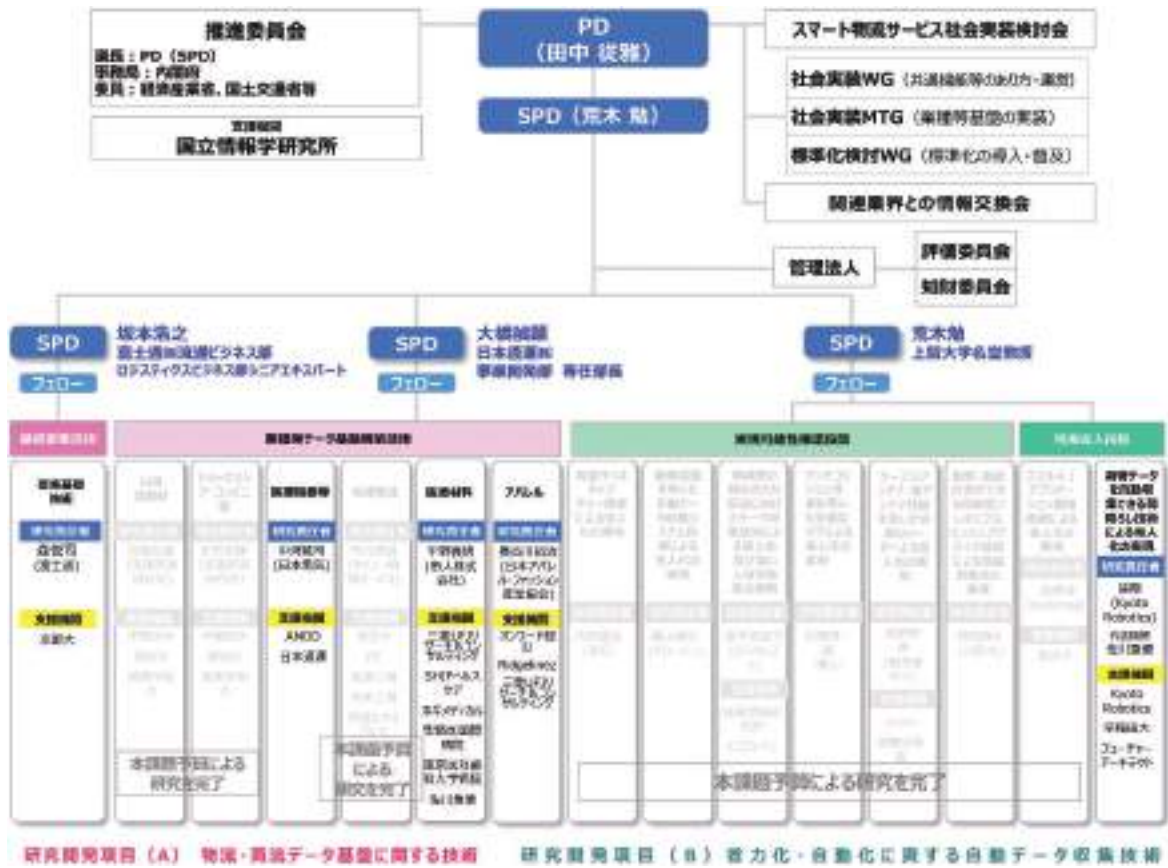
●図3 2021年度研究開発体制



2021年度は、社会実装に向けた取り組みの指導のための専門家（フェロー）を2名から3名に増員し、社会実装の体制を強化した。

また、業種等データ基盤構築技術の研究開発について、新たに効果が見込まれる「医療材料」と「アパレル」の2業種を公募により追加するとともに、自動データ収集技術の2テーマについて、研究開発/実証段階から現場導入段階にステージを進め、社会実装を意識したマネジメントを実施した。

● 図4 2022年度研究開発体制



2022年度は、SIP第2期の最終年度として、5年間の各研究開発の仕上げと社会実装の支援に取り組むとともに、3-10「今後の運営体制」10.3項に示す継承組織と本課題終了後を念頭に本課題の普及啓発のための社会発信活動等に取り組んだ。



## 3-2 研究推進法人

本課題の研究開発は、2018年度に神奈川県横須賀市長瀬にある国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所が研究推進法人となりスタートした。

2019年度からは、東京都千代田区麹町に東京事務所を開設し、研究開発の管理は東京事務所、契約・予算の管理は港湾空港技術研究所本部（横須賀市）で分担して業務を行うこととしたほか、研究テーマの深度化に応じて順次、体制の強化を図った。

本課題はコロナ禍が断続的に続く中での研究開発となったが、テレワークの推進、換気の徹底、飛沫防止アクリル板の設置やアルコール消毒の徹底等の対策を講じた結果、法人職員の感染者は発生せず、研究開発への影響はなかった。



港湾空港技術研究所（横須賀市長瀬）

東京事務所（千代田区麹町）

図1～6に各年度の研究推進法人（旧管理法人）の体制を以下に示す。

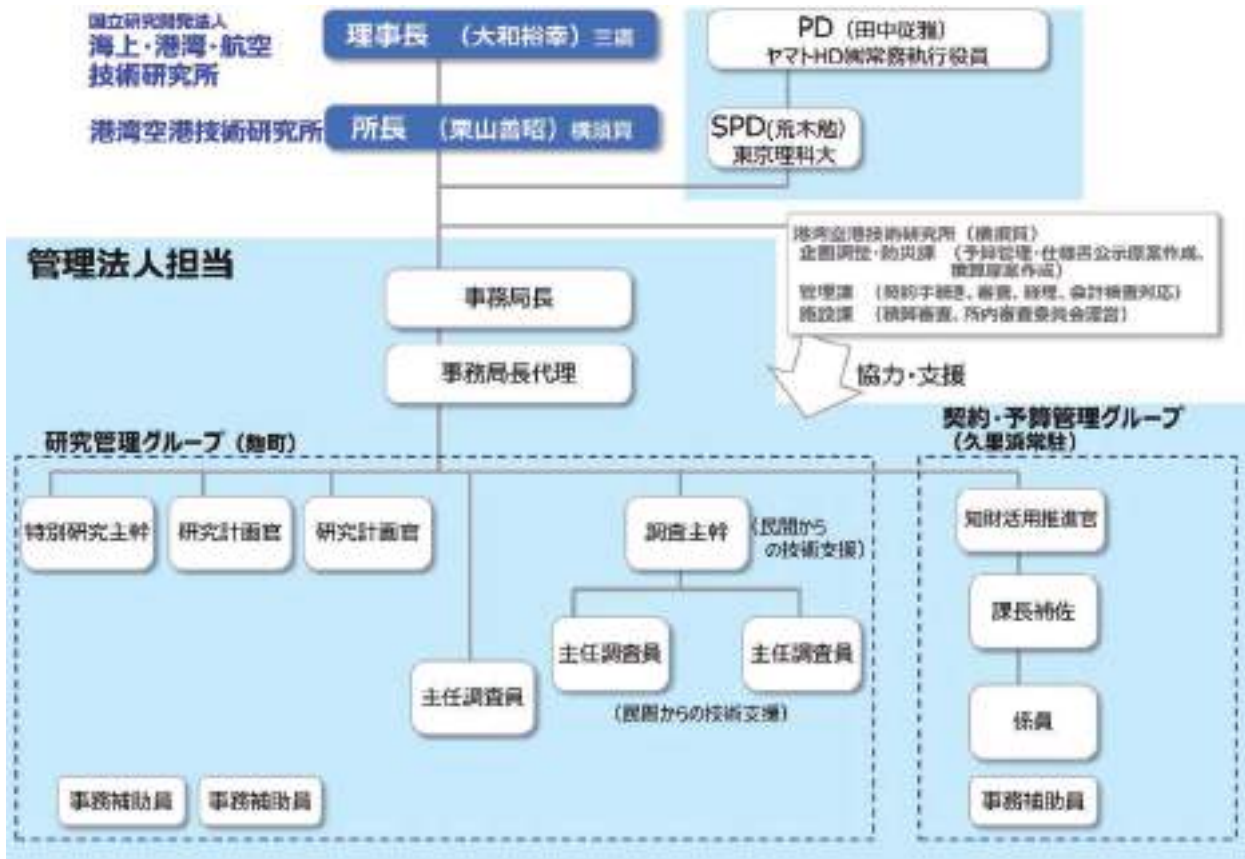
● 図1 2018年度管理法人体制



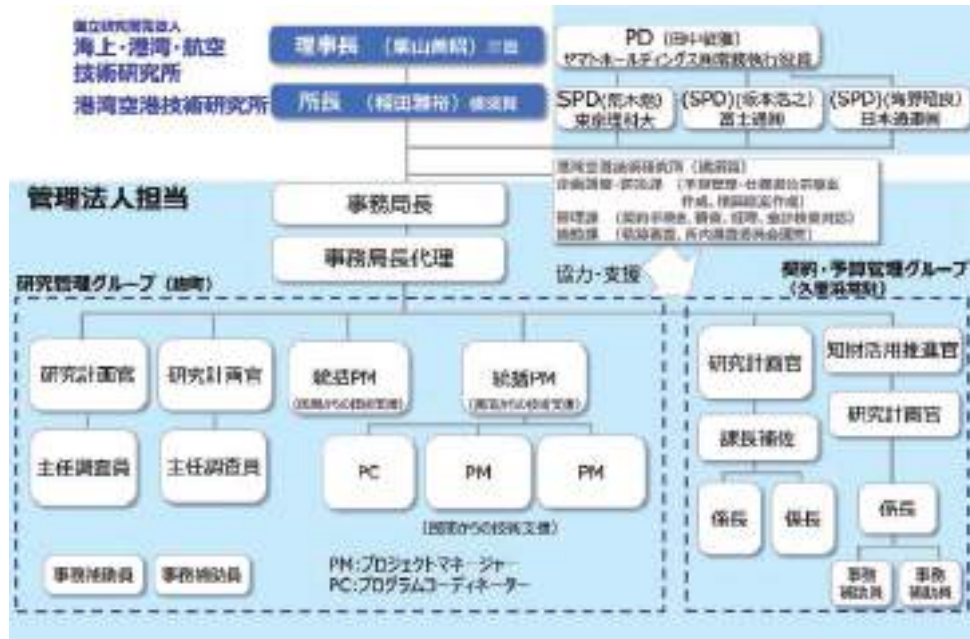
● 図2 2019年度管理法人体制



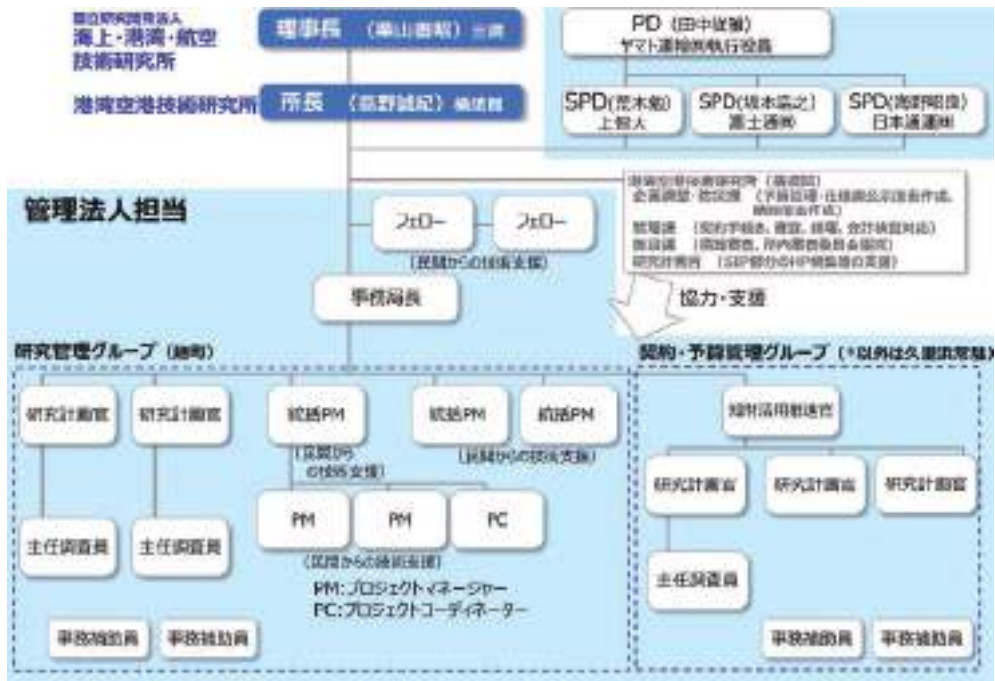
● 図3 2019年度 (10月1日時点) 管理法人体制



● 図4 2020年度管理法人体制

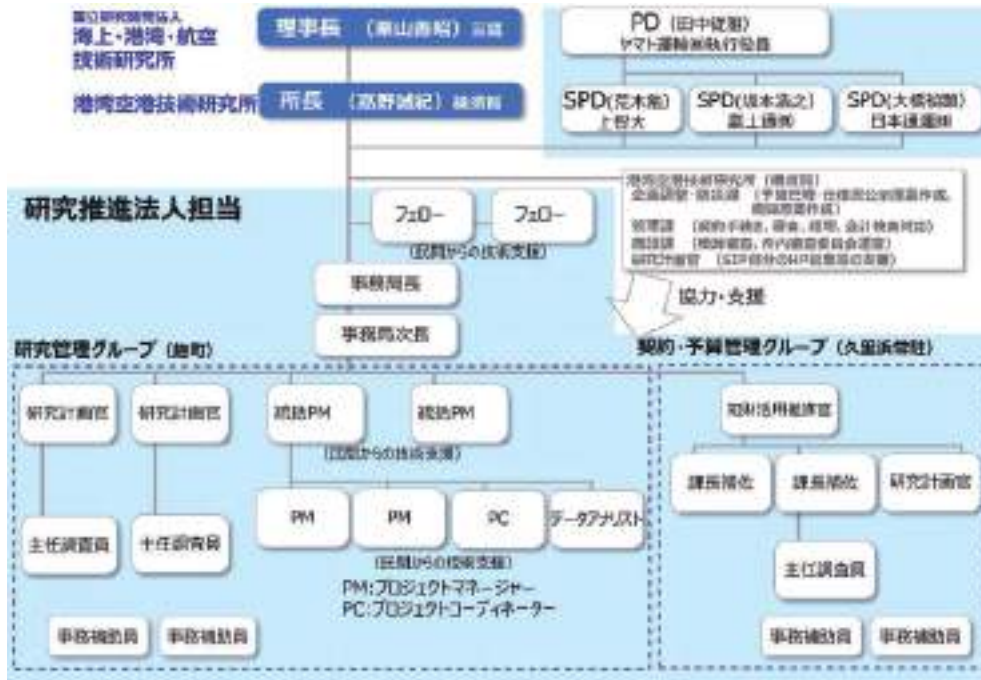


● 図5 2021年度管理法人体制





● 図6 2022年度研究推進法人体制



## 3-3 ピアレビュー

### (1)各課題の評価方法

---

SIP第2期の各課題の評価については、SIP運用指針に基づき、ガバニングボードが外部の専門家等を招いて行う課題評価と、研究推進法人が課題ごとに自己評価の一環として行う有識者による専門的観点からの技術評価（ピアレビュー）の2つの評価を実施した。

### (2)ピアレビューの評価項目

---

研究推進法人が実施するピアレビューでは、ガバニングボードが年度ごとに設定する評価項目の「研究開発の達成度」と「マネジメント」に対する評価を踏襲して実施した。それぞれの具体的な評価項目は以下となっている。

「研究開発の達成度等」の評価項目

- ①国際競争力 グローバルベンチマークを含む
- ②研究成果で期待される波及効果
- ③達成度(1) 当年度成果目標に対する達成度、進捗状況
- ④達成度(2) SIP終了時（2022年度末等）の成果目標の達成見込み
- ⑤達成度(3) 社会実装の実現可能性
- ⑥知財戦略、国際標準化戦略、規制改革等の制度面の出口戦略
- ⑦成果の対外的発信
- ⑧国際的な取り組み・情報発信

「マネジメント等」の評価項目

- ①Society 5.0の実現を目指すものになっているか
- ②社会実装を実現するためのマネジメント体制の構築
- ③研究テーマに対する評価、マネジメントの適切な実施
- ④民間から適切な負担を要請、官民の適切な役割分担
- ⑤マッチング額の十分な計上（産学官連携体制の構築、研究開発の成果を参加企業が実用化・事業化につながる仕組みの適切な実施）
- ⑥府省連携の不可欠な分野横断的な取り組みとしての実施
- ⑦SIP第2期で実施する他の課題との適切な連携
- ⑧上記以外で、マネジメントの観点から評価（プラス評価）すべきこと

### (3)ピアレビューの運営と評価の概要

---

ピアレビューは、学術的、技術的、国際協力等の多面的な観点からの評価を行うため、IT、AI、システムアーキテクチャ、ロジスティクス、マーケティング、国際戦略等の様々な分野の有識者からなるピアレビュー委員会を研究推進法人内に設置した。ピアレビュー委員会においては、冒頭事務局長が委員会の進め方や評価項目の説明を行った後、PDやSPD、研究チーム、研究推進法人等の実行側から研究開発等の推進に関する現状報告、今後の見通し等に関する発表を行った。その後、運営側であるピアレビュー委員から「肯定的意見」と「改善すべき点」について、専門的な観点からきめ細かな助言・コメントを頂いた。本委員会を通して、本課題全体及び各研究開発機関の進むべき方向性や必要な施策が実行レベルまで明確化され、マネジメントの強化が図られた。またピアレビューの結果は、課題評価委員会においてピアレビュー委員長より報告を行い、PDがピアレビューの結果に対する対応方針を課題委員会に報告した。以下に、各年度におけるピアレビューでの

主要な指摘とそれに対する対応の概要を示す。

2019年度：ピアレビュー委員会立上げ期。委員6名で実施。物流・商流データ基盤のビジネスモデル検討の重要性が指摘された。(2019年12月19、23日実施)

2020年度：内閣府方針により委員12名に増員。

物流・商流データ基盤に蓄積されるデータの業界を横断した利活用の具体化や横串機能の具体化の指摘に対し、物流ビッグデータに関する研究開発を決定。(2020年11月12日、19日、12月10日実施)

各研究開発機関のビジネスモデルの深化の指摘に対し、その進捗確認の場として半期ごとに開催する「社会実装審査会」を設置。

2021年度：社会実装の早期実現や効果の最大化の観点から、本課題の運営主体の早期設立、横展開戦略の加速的推進等の期待が示され、「担い手（継承）組織」の検討を開始。(2021年11月9日、15日、22日実施)

2022年度：本課題の5年間の研究成果と今後の社会実装戦略について、評価されるとともに、既存の現存するシステムへの適用・導入や物流・商流関連の多くの企業の参加に向けて、社会実装主体や継承組織による今後の普及活動への期待が示された。(2022年11月7日、21日実施)

### 3-4 SIP課題間の連携

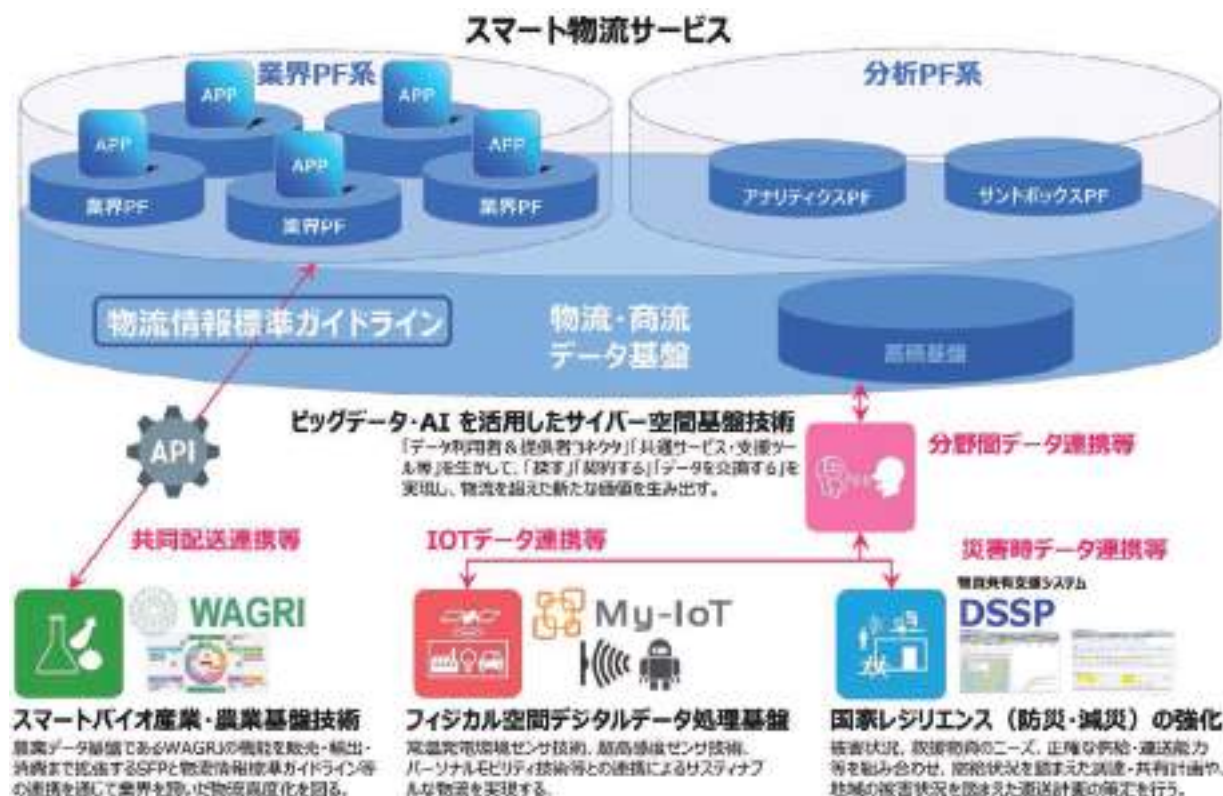
本課題では、親和性が高いと思われる他のSIP課題「スマートバイオ産業・農業基盤技術」「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」及び「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」との連携の可能性について図1のように検討を行った。

「スマートバイオ産業・農業基盤技術」との連携では、物流・商流データ基盤と農業データ基盤のスマートフードチェーンプラットフォーム（ukabis）との間で、物流情報標準ガイドラインに準じた物流データ連携を可能とし、農業分野における生産から流通までのシームレスなデータ連携を目指した環境整備に取り組んだ。

「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」との連携では、被害状況、救援物資のニーズ、正確な供給・運送能力等を組み合わせ、需給状況を踏まえた調達計画の策定や、地域の被害状況を踏まえた運送計画の策定を行うことにより、国家レジリエンス機能の高度化が可能であることを確認した。

「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」との連携では、分野間データ連携基盤技術の活用を検討し、より広範囲でのデータ連携の可能性を確認した。

●図1 SIPの他課題との連携の検討



また、次期SIP（第3期）の課題候補である「豊かな食が提供されるフードチェーンの構築」や「スマートモビリティプラットフォームの構築」においても、本課題の研究開発成果に対する関心が示されているところであり、今後これらのSIP課題における本課題の成果の活用が期待される。



### 3-5 府省連携

#### (1) 総合物流施策大綱の各種施策における連携

2021年6月に閣議決定された図1に示す「総合物流施策大綱」の中の「①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）」において、「(4) 物流・商流データ基盤等」が掲げられ、本課題の研究開発項目（A）物流・商流データ基盤の構築とその社会実装の推進が施策の連携対象として位置づけられている。

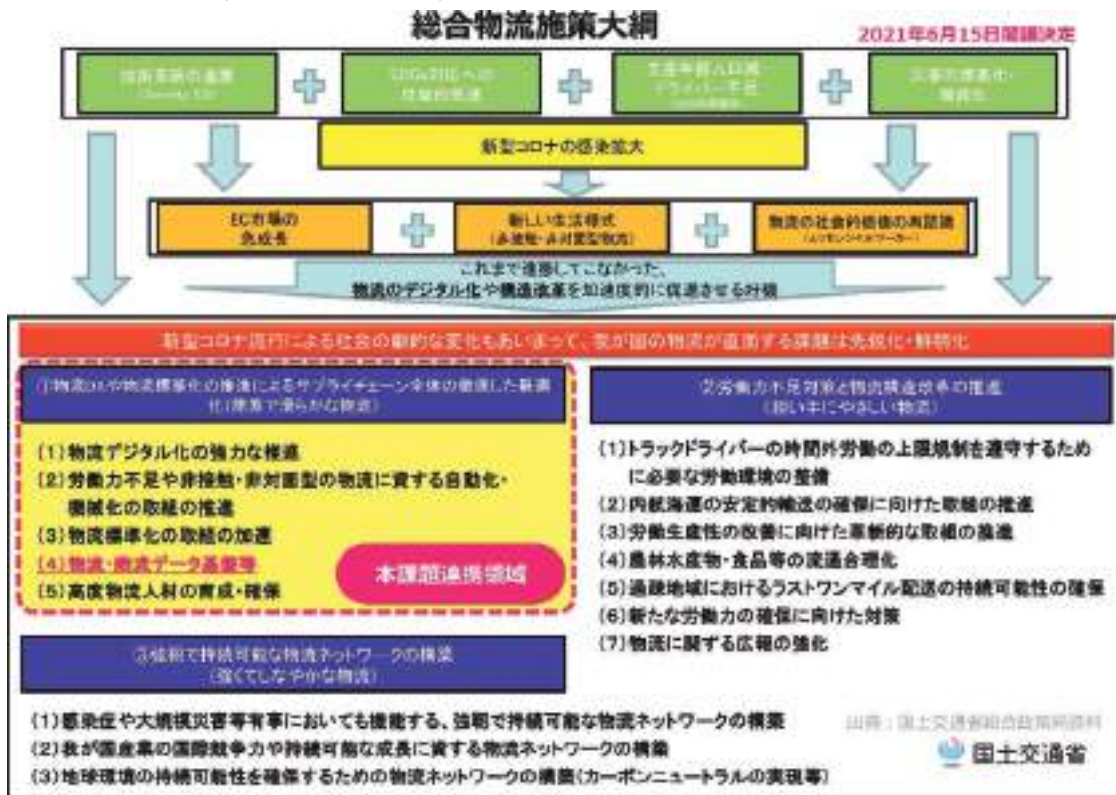
また、同大綱に掲げる「(3) 物流標準化の取組の加速」を進めるため、国土交通省により「官民物流標準化懇談会」が設立され、ハード・ソフトを含むパレット・外装サイズ、外装表示、納品伝票、コード体系・物流用語等のすべての物流各項目の規格に係る標準化を目指しているが、その中で本課題は、ソフトの標準化を主導した。

具体的な連携事例としては業種分野ごとの物流標準化の取り組みのうち、「加工食品分野における物流標準化アクションプランフォローアップ会」において本課題による「物流・商流データ基盤」の開発、「物流情報標準ガイドライン」の発信を行い、標準化への後押しを行った。

加えて、2021年度と2022年度に、国土交通省と経済産業省と共催で同大綱に掲げる「(5) 高度物流人材の育成・確保」を目的とした高度物流人材シンポジウムを実施した。図2、図3に高度物流人材シンポジウムの概要を示す。

このように国土交通省と経済産業省と緊密な連携を取りながら、研究開発・社会実装への取り組みを進めた。（図1の「総合物流施策大綱」の中で本課題との連携を示す。）

●図1 総合物流施策大綱（2021年6月閣議決定）における本課題の研究開発・社会実装の位置づけ



●図2 高度物流人材シンポジウムのプログラム（2021年度）

**オンラインシンポジウム 参加無料(要事前登録)**  
 学生・社人の方々のため  
**高度物流人材シンポジウム②**  
 ～新時代を切り開く  
 物流分野のDX人材像～  
 開催日時 2021年3月17日(水)  
 15:00～18:00

**講演者:**  
 副会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 副会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**講演者:**  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**高度物流人材シンポジウム②**  
 学生・社人の方々のため  
**プログラム**

15:00～ 開会挨拶 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車) 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車) 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:15～ 基調講演 物流DX推進を促すDX人材像 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:35～ 講演① My Logistics Career① 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:55～ 講演② My Logistics Career② 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 16:05～ 講演③ My Logistics Career③ 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 16:28～ 休憩  
 16:38～ パネルディスカッション 物流DX人材像の育成とDX人材の育成 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 17:55～ 閉会挨拶 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**協賛:** NEC, GROUND, センター管理サービス

**開催方法:** オンライン開催(定員1,000名)  
**参加費:** 事前登録制です。

●図3 高度物流人材シンポジウムのプログラム（2022年度）

**対面・オンライン併用シンポジウム 参加無料(要事前登録)**  
 学生・社人の方々のため  
**高度物流人材シンポジウム③**  
 ～昔からの物流を  
 索引する中核人材～  
 開催日時 2022年1月20日(木)  
 15:00～18:00

**講演者:**  
 副会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 副会長 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**講演者:**  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**高度物流人材シンポジウム③**  
 学生・社人の方々のため  
**プログラム**

15:00～ 開会挨拶 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車) 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車) 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:05～ 基調講演 物流DX推進を促すDX人材像 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:20～ 講演① My Logistics Career① 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:45～ 講演② My Logistics Career② 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 15:55～ 講演③ My Logistics Career③ 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 16:18～ 休憩  
 16:22～ パネルディスカッション 物流DX人材像の育成とDX人材の育成 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)  
 17:40～ 閉会挨拶 佐藤 隆夫 (トヨタ自動車)

**協賛:** TKP総合カンファレンスセンター

**開催方法:** TKP総合カンファレンスセンター(定員50名) + オンライン開催(定員1,000名)  
**参加費:** 事前登録制です。

## (2)フィジカルインターネット実現会議との連携

2021年10月に経済産業省と国土交通省が共同で「フィジカルインターネット実現会議」を設置し、同会議の議論を踏まえて、2040年を目標とした物流のあるべき将来像としてフィジカルインターネットの実現に向けた「フィジカルインターネット・ロードマップ」(以下、ロードマップ)を策定・公表した(2022年3月)。

フィジカルインターネットとは、インターネット通信において、データの塊をパケットとして定義し、パケットのやりとりを行うための交換規約(プロトコル)を定めることにより、回線を共有した不特定多数での通信を実現する考え方を、フィジカル、即ち物流の世界にも適用しようという考え方である。同ロードマップでは、業界横断的に行うべき取り組みとして、「ガバナンス」・「物流・商流データプラットフォーム」・「水平連携」・「垂直統合」・「物流拠点」・「輸送機器」の6つの項目に分けて整理し、パレットやコンテナ等の物流資材の標準化・シェアリングや、データ連携のためのマスタ・プロトコルの整備、経営者のサプライチェーンマネジメントやロジスティクス重視の意識改革等、段階的に行うべき取り組みが示されている。

フィジカルインターネット実現会議には本課題のSPDを務める荒木勉上智大学名誉教授が委員として参加するとともに、本課題はロードマップの中の「物流・商流データプラットフォーム」を主導し、フィジカルインターネット実現に向けたデジタル領域での橋頭保を構築した。図4に「フィジカルインターネット・ロードマップ」内での本課題との連携領域を示す。

●図4 フィジカルインターネット・ロードマップにおける本課題の研究開発・社会実装の位置づけ







## 3-6 国際連携

### (1)国際連携の対象地域

本課題は、研究成果がガラパゴス化しないよう、研究初年度である2018年度から海外全域との連携を目指し、海外のデータ基盤の現状についての調査を開始した。

調査の結果、米国はGoogle、Apple、Facebook、Amazon（GAFA）等といった民間企業が顧客を囲い込んだデータ基盤サービスを提供しており、協調領域の創出型の官民連携プラットフォームの構築を目指す本課題の方向性と異なることが明らかとなった。

また、アジア圏では、多くの国でデータ基盤サービスを運用するまでの段階に至っておらず、中国においてはデータ基盤が存在するものの、国主導のトップダウン型のデータ基盤であり、データのオープン性やセキュリティ等に懸念があることが明らかとなった。

欧州では政府が民間企業同士の協調を促すアプローチにより、データ主権を尊重する権限分散型のシステムを推進していることが明らかになった。

このため、本課題の連携の対象には、親和性が高いと考えられる欧州を選定した。

### (2)国際連携の取り組み内容

#### ①2019年度の取り組み内容

- ・欧州委員会European Commission（EC）との連携

2019年12月10日、ベルギー・ブリュッセルで開催されたECとの会合（写真1）で、本課題の最新の計画を発表した。運輸総局（Mobility and Transport（MOVE））のメンバーと意見交換を行い、ECとの間でデジタル化を実現するための標準化・電子化等の国際連携を行うことに合意した。定期的なお互いの課題やアイデアについて情報交換を実施することに加え、共同カンファレンス等を検討する方針を確認した。



写真1 ECの運輸総局（Mobility and Transport（MOVE））との意見交換の様子（2019年12月10日）

- ・欧州（European Technology Platform-Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe（ETP-ALICE））との連携

2019年12月12日、ベルギー・ブリュッセルで開催された欧州の物流分野を担当する産学の協議体でフィジカルインターネット構想を推進しているETP-ALICEの総会（写真2）に参加し、本課題の最新の計画を発表した。

また、ETP-ALICEとの定期的な意見交換に基づいた同じようなテーマのプロジェクトを各々の国で行い、その成果・学びを共有し合うツインプロジェクトを検討する方向で合意した。



写真2 ETP-ALICEの総会にて、最新の計画を発表する管理法人の担当と質問対応を行う田中從雅PD（2019年12月12日）

#### ②2020年度の取り組み内容

- ・欧州統合データ基盤プロジェクト（GAIA-X<sup>II</sup>）との連携

2019年10月にドイツ・フランス両政府が提唱し、2020年6月に財団を設立、本格的に始動したGAIA-Xとの連携の可能性を探るため、文献資料等の調査・分析やGAIA-Xの関係者との会談を行った。

#### <第1回>

日時：2021年2月26日 19：00～20：00（日本時間）

場所：オンライン

先方：ドイツ経済産業省デジタル化室 Emst室長

結果：日本側から、本課題のロードマップとアーキテクチャ及び開発項目の概要を説明した。それに対し欧州側からは、GAIA-Xのポリシー、ガバナンス、ガイドラインを含む全体的なアーキテクチャと、プロジェクト進捗状況の説明があった。これらの説明を踏まえて、今後の相互協力の可能性について意見交換を行った。

会談によって、国際協調のためのポリシー作りから始めて多極的なデータ基盤の実現を目指すGAIA-Xと、物流という単一の分野での実装から始めて国内での普及を目指す本課題の取り組みとは、互いにプロジェクトの進め方が異なることが判明した。

しかし、将来的にSIPが多極的な枠組みへ拡大していく可能性があることや、今後GAIA-Xに基づき国際データ基盤との相互運用性が求められることが十分考えられること、またコンプライアンスを徹底するにはどのようなポリシーや標準が必要か、スケーラブルな国際連携を図るにはどのようなアーキテクチャを採用すべきか等の点で、GAIA-Xの検討成果を参照できる可能性があることから、今後もGAIA-Xと情報・意見交換を行うことを合意した。

#### ③2021年度の取り組み内容

##### ・GAIA-Xのサブプロジェクトとの連携

2020年度までの調査検討の結果、GAIA-Xは応用分野を限定しない汎用的な枠組みであることから、物流・商流データ基盤への適用可能性を検討するにあたっては、GAIA-X本体ではなく、物流分野に特化したサブプロジェクトをカウンターパートとすることが適当であることが判明した。

このため、2021年度は、GAIA-Xに連なる物流関連サブプロジェクトの担当者と計2回の実務者会談を実施した。

#### <第2回>

日時：2021年10月1日 15：30～17：00（日本時間）

場所：オンライン

先方：GAIA-XモビリティWG責任者 ドイツ科学工学アカデミー（Acatech）

GAIA-XモビリティWG物流領域リーダー ドルトムント工科大学

ドイツ連邦経済エネルギー省

結果：会談では、互いの取り組み内容を紹介した後、モビリティ・物流領域のデータ基盤における機能・非機能に関する議論を行い、相互取り組みの詳細に関して継続的に情報交換を行うことを合意した。

会談によって以下のことが分かった。

- GAIA-XのモビリティWGは、リアルタイムに道路交通データを交換するデータ基盤Mobility Data Space<sup>iii</sup>（MDS）の構築を目指しており、MDSは、GAIA-Xのデータ交換機能であるIDSアーキテクチャに依拠した形で開発され、将来、GAIA-Xを通じて拡張可能な構造となっている。
- ドイツでは、2020年から国としてMDSを構築し始め、2021年5月には非営利組織Datenraum Mobilität GmbHが設立された。研究プロジェクトは2019年6月から2022年5月までの予定で、フラウンホーファー研究所（Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems）がコーディネートして実施している。

- 予備研究として、Mobility Data Market (MDM) をMDSと接続する研究が2018年までに行われた。MDMはメタデータディレクトリであり、データソースの出品と利用規約の提示を行う場所である。MDMの他に、語彙プロバイダ、IDプロバイダ、Appストア、クリアリングハウス（トランザクションログを記録する）がMobility Data Platformを構成する。語彙としてDATEX II データモデルを主に利用している。
- Open Logistics Foundation<sup>iv</sup> (OLF) は、GAIA-XのモビリティWGのうち、物流領域の準備団体として2021年9月16日に設立された。その目的は、オープンソースに基づいた物流・サプライチェーン管理のデジタル化を促進し、デファクトスタンダードを通じて物流プロセスを標準化すること、そしてオープンソースコミュニティを構築することである。
- LEGAL TESTBEDは、ビジネス交渉・契約締結を行うソフトウェアのための安全なテスト環境であり、法令順守、ITセキュリティ、及びデータ保護等を分析するためのモジュールが組み込まれている。これを活用することで、地域物流等のマッチングサービスの物流事業者と荷主間の運送契約の交渉及び締結をサポートする自動化ソフトウェアを効率的に開発することが可能となる。

#### <第3回>

日時：2022年2月24日 19：00～20：30（日本時間）

場所：オンライン

先方：OLFのCEO

フラウンホーファー研究所

ドイツ連邦経済エネルギー省

結果：会談によって以下のことが分かった。

- OLFは設立されたばかりで活動が限定的であり、MDSとは現在進行しているプロジェクト等における接点はない。
- 共同物流・共同倉庫におけるプロセス、語彙、トランザクションメッセージ及びコードの標準化の進捗具合についてヒアリングしたところ、個社もしくはサービスプロバイダーごとにカスタマイズされて運用されており、現段階で標準化されたものは存在しない。標準化に向けた構想について、今後「OLFで一部行う」という発言はあったものの、「他社のプロセス、語彙、トランザクションメッセージ及びコードを否定はできない」といった発言もあり、業務における標準化はまだ当面大きな進捗は見込めない状況と思われた。
- 最後に、中小零細企業を共同物流・共同倉庫に関する取り組みに巻き込むためのアクションについてもヒアリングしたところ、コスト削減をベースに参画を誘導しているが、それ以外のアクションは特になく、今後お互いの間でコスト削減以外に中小零細企業へモチベーションを与える要素が発見できたら、意見交換する方向で合意した。
- MDSの取り組みである技術開発要素に関しては、既知のIDSコネクタ以外にも様々な会社が類似の技術を開発している状況であり、一つの技術にこだわるのではなくオープンソースコミュニティを構築することが目標であるとのことだった。ガバナンス・ルール・セキュリティに関しても、今後アップデートされる予定であり、今のものが確定ではないとのことであった。

### (3)これまでの国際連携の取り組みの結果

以上3回の実務者会談から明らかのように、欧州における物流分野を対象としたデータ交換基盤の実質的な開発は緒についたばかりであり、日本側のほうが実装面では先行している状況である。

会談の意図は本来、技術面や制度設計面で欧州との共通点を調査し、欧州統合データ基盤との共同研究の可能性を整理することであった。しかし、日欧は大局的な目標を共有しているものの、現時点では具体的な技術上・制度設計上の共通点を見出すには至らなかった。GAIA-Xをはじめとする欧州のデータ基盤プロジェクトはいずれも、機運を醸成し理念を文書化する段階にあり、一部の先行実験を除けば本格的な社会実装に至っていない。

これは、欧州は複数の主権国家が並立する連合体であることから、各国の主権を尊重する権限分散型アーキテクチャが強く求められ、トップダウンな合意形成がプロジェクトの成否を握るためと考えられる。この点において、ボトムアップな実装先行のアプローチが進められる日本とは事情が異なる。

とはいえ、日本でも今後、物流・商流データ基盤が多数の事業者に普及していくにつれ、技術面・制度設計面の双方から各事業者のデータ主権を守るガバナンス体制の重要性が増していくことは疑いない。このとき、欧州の経験に裏打ちされたガバナンス体制構築のノウハウが日本でも役立つことは十分考えられる。したがって、日欧双方の実務者が今後も戦略的な関係を維持し、先行する領域の成果を相互に活用しながら、効率的に技術開発及び制度設計を進めていくことが求められる。

#### (4)今後の国際連携の方針について

これまでの実績から、国際連携におけるカウンターパートの性格を二つに分類した。

その一つ目として「データ基盤関連」パートナーがある。主なカウンターパートとしてドイツ政府主導のプロジェクトGAIA-X及びGAIA-Xの中でモビリティセクターを担当するプロジェクトMDSがあげられる。

次いで、二つ目として「物流関連」パートナーがある。主なカウンターパートとして、ドイツの非営利組織主導のプロジェクトであるGAIA-Xの中MDSと連携し、物流をリードするOLFや欧州全体の物流共同化を推進する産学協議体であるETP-ALICEがあげられる。

本課題は物流の領域に限定されており、さらに2022年度で本課題の研究開発プロジェクトは終了することとなる。このため、2023年度以降は、物流関連分野では主に民間レベルの連携である二つ目の「物流関連」に注力することとし、後述の3-10項に示す本課題の継承組織が引き続き、物流分野の国際連携を進めることとしている。

---

<sup>i</sup> ETP (European Technology Platform) とは、欧州委員会European Commission (EC) との研究・イノベーション政策を推進していくための資金配分プログラムであるHorizon 2020の執行において、産業界の意見調整や課題・ニーズの整理を行い政府へ提言を行う協議体。その中でも (Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe) ALICEは欧州の物流分野を担当しており、物理的、デジタル、及び運用上の相互接続性 (リソースへのアクセス)、モジュール化、標準インターフェイス及びプロトコルに基礎をもつ、オープンなグローバルロジスティクスシステムの構築を目指している。

<sup>ii</sup> GAIA-Xとは、GAFA等の外国のクラウド事業者に対抗するために発足した、欧州統合データ基盤を構築するプロジェクト。ドイツ政府主導で行われており、フランスも同プロジェクトに参画済み。物流だけでなく金融等も含めた産業全体を対象としている。

<sup>iii</sup> Mobility Data Space (MDS) とは、GAIA-Xの中のモビリティセクターのプロジェクトであり、ドイツの非営利組織Datenraum Mobilität GmbHによるリアルタイムに交通データ・輸送データを交換する基盤を構築するプロジェクト。

<sup>iv</sup> Open Logistics Foundation (OLF) とは、GAIA-Xの物流領域の準備団体として2021年9月16日に設立されたドイツの非営利団体。オープンソースに基づいた物流やサプライチェーン管理のデジタル化の促進と、デファクトスタンダードによる物流プロセスの標準化を目的としたヨーロッパのオープンソースコミュニティの構築を目指している。MDSと連携し、物流領域をリードすることを目的としている。

## 3-7 知財関連活動

SIP運用指針では研究開発成果の取り扱いに関して、知財委員会を設置して、知財権に関する方針決定や調整を行うことや、知財権の使用許諾、移転の手続き等に関する取り扱いが規程されている。これを踏まえ研究推進法人として、以下のような知財関連活動を行った。これにより既に権利化されている知財が創出される等、質の高い知財活動が行われた。

### (1)知財委員会と知財管理会議

#### ①知財委員会の設置と構成

研究推進法人内に、以下のメンバーで構成する知財委員会を設置し、研究開発成果に関する知的財産権へのマネジメントを実施した。

知財委員会委員長：田中PD、委員：荒木SPD、坂本SPD、海野SPD（2022年4月から大橋SPD） 統括PM2名、有識者、弁理士事務局：事務局長・研究計画官

#### ②知財委員会運営方針と知財管理会議運営方針

知財委員会は、研究開発成果に関する知的財産権の取り扱い方針の決定等のほか、必要に応じ知的財産に関する各研究開発テーマ間の調整等を審議内容とした。知財委員会の下に、必要に応じて研究テーマごとに知財管理会議を置くこととし、研究テーマ委託先に知財管理部門がある場合にはこれを知財管理会議として運営することとした。

知財管理会議は、知財委員会において決定された方針に従い、本プログラムにおいて得られた知的財産権の取り扱い等について判断等を行うものとし、本プログラムの研究開発テーマにおいて得られた知的財産権の取り扱い等について行った決定等については、定期的に知財委員会に報告することとした。知財委員会においては、次項のような当該研究課題の知財戦略を決定した。

### (2)知財戦略

本課題では、従来個々の企業がクローズ（競争領域）として行ってきた輸配送業務等を複数企業が共同で行うオープン（協調領域）に拡大させることにより、物流業務全体の生産効率を向上させることを目標としている。協調領域を拡大させるため、特に以下の項目を実施した。

#### ①物流情報標準ガイドラインの策定・決定

物流データの標準化を行うことで、個社のマスタから標準のマスタを共通して使用できるようになり、物流・商流のデータ共有化が可能になる。

#### ②要素基礎技術の開発

4つの要素基礎技術は、データの協調領域の範囲の合意形成が行えるようになる。

#### ③業種等物流・商流データ基盤の開発

例えば、要素基礎技術の場合、業界内でのデータの共有化を図ることで、共同輸配送や共同倉庫の運用を可能にする。

研究開発機関が社会実装し、サービスイン（事業化）する際も、開発したソフトの一部はオープンソースソフトウェア（OSS）化し、市場規模の拡大を目指し、サービスをいち早く提供することと合わせ、インセンティブの拡大を目指す。

### (3)知財成果物の実績（2022年12月現在）

#### ①知財成果物

知財成果物は、特許（国内出願、PCT出願を含めた国際出願）、意匠（国内出願）、プログラム等著作物（計算モジュール、データベース）、ノウハウ開発物であり、いずれも事前に知財管理会議で内容、時期等を検討し、事業戦略及び知財戦略に沿って、出願、報告の可否を協議した。それぞれ出願後、または創出後遅滞なく、知財委員会に各報告書を提出し、特許願の作成にあたっては、「【代理人】」の欄の次に「【国等の委託研究の成果に係る記載事項】」の欄を設けて、「令和〇〇年度 戦略的イノベーション創造プログラム」「スマート物流サービス」「研究開発課題名」委託研究、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願と記載することとなっている。

#### ②知財成果物の実績

知財成果物の実績を表1に示す。国内特許3件は出願中であり、意匠2件は登録を完了した。

●表1 知財権出願一覧

出願人	種類	ステータス	タイトル
富士通(株)	特許	特願2022-203818	名寄せのための類似レコード表示ユーザインターフェース
富士通(株)	特許	特願2022-203798	基幹DB利用者向けのデータ連携プラットフォーム
Automagi(株)	特許	特願2021-128794	携帯端末、寸法計測システム及び寸法計測方法
Automagi(株)	意匠	意匠登録第1719302号	荷物サイズの計測結果表示用画像
Automagi(株)	意匠	意匠登録第1717240号	荷物サイズの計測結果表示用画像

## 3-8 研究開発成果の発信

本課題の研究開発成果を発信し、多くの方に理解頂き、社会実装を進めて頂くことを目的としたシンポジウムを計画・実施した。また、関係する学会や講演会等に参加して本課題の研究開発や成果の発表を行った。さらに、活動内容を新聞やテレビや雑誌記事等へ積極的に発信した。加えて、研究機関も独自のシンポジウムやセミナーの開催、関係する講演会等での発信を通して、社会実装を推進した。

### (1)シンポジウム～広く社会実装に向けて～の実施

研究推進法人は、研究開発の成果がスタートした2020年度以降、研究内容及び最新の研究成果を広く発信し、社会実装を促進するためのシンポジウムを毎年度開催した。開催実績を表1に示す。「SIPスマート物流サービスシンポジウム」では本課題と親和性の高い著名な有識者による基調講演と各研究機関の研究開発成果の発表に加え、各研究機関と参加者との個別の社会実装マッチングを行った。実施したプログラム例を図1に、開催時の様子を写真1に示す。また、国土交通省・経済産業省と共催で物流人材獲得のための「高度物流人材シンポジウム」を行った。プログラムは3-6府省連携に掲載した。コロナ禍により対面でのシンポジウムが制限されたこともあったが、一方でオンライン配信を十分に活用することで関東地区以外の方に参加を広めることができたことは有意義であった。

●表1 研究推進法人のシンポジウムの開催実績

開催日	シンポジウム名	参加者規模	実施形式
2020年11月6日	SIPスマート物流サービスシンポジウム2020	200名	対面
2021年10月20日	SIPスマート物流サービスシンポジウム2021	630名	オンライン
2022年3月18日	高度物流人材シンポジウム（国土交通省、経済産業省との共催）	470名	オンライン
2022年11月10日	SIPスマート物流サービスシンポジウム2022	610名	対面とオンラインのハイブリッド
2023年1月12日	高度物流人材シンポジウム（国土交通省、経済産業省との共催）	440名	対面とオンラインのハイブリッド
2023年2月2日	フィジカルインターネットシンポジウム2023（（一社）フィジカルインターネットセンターとの共催）	440名	対面とオンラインのハイブリッド

●写真1 「SIPスマート物流サービスシンポジウム」の様子







● 図1 「SIPスマート物流サービスシンポジウム2022」のプログラム

## (2) 講演等活動への参加

他の関係機関や団体が企画・運営する学会や講演会等からの要請に応じて、本課題の取り組みを広く周知するため、積極的にPDやSPD、PMが参加して講演やパネルディスカッションを行った。研究推進法人のホームページへの掲載だけでは一般の方々に活動内容等が伝わりにくいため、このような講演活動は訴求力が高く、有意義であった。Appendixにすべての講演会等への参加実績を記載した。

## (3) 新聞や雑誌等での活動内容紹介

各種メディアは媒体の特性から詳細さはシンポジウムや講演等には劣るが、幅広い層に研究成果等を届けることができる。本課題では各種メディアに対しても積極的に活動内容を紹介し、多くの方に活動に対するご理解を得ることができた。

## (4) 研究テーマ独自の情報発信実施

各研究機関において、研究テーマ毎に社会実装を目指して、独自にシンポジウム・セミナー・学会・メディア等で発表を行った。前述の研究推進法人による取り組みに加えてさらに詳細に研究開発を多くの方に知って頂くことを目的としたものである。研究テーマ毎に独自に行うことで発信内容の焦点を絞ることができ、また

小回り良く実施することができたので、啓発の観点から有意義であった。表2に実施実績を記載した。

●表2 各研究機関での情報発信実績

	2020年度	2021年度	2022年度
<b>研究開発項目(A) 物流・商流データ基盤に関する技術</b>			
1. 学会等における口頭・ポスター発表	3件	11件	8件
2. 学会誌・雑誌等における論文掲載	1件	1件	1件
3. その他（プレス発表等）	4件	4件	8件
<b>研究開発項目(B) 省力化・自動化に資する自動データ収集技術</b>			
1. 学会等における口頭・ポスター発表	6件	8件	8件
2. 学会誌・雑誌等における論文掲載	6件	1件	5件
3. その他（プレス発表等）	9件	9件	15件

●Appendix

年度	種別	実施日	イベント名	実施形式・場所・媒体	参加者(対象)
2019年度	講演	5月16日	アジア・シームレス物流フォーラム2019	東京流通センター	一般参加者 約150名
	講演	6月27日	経済同友会での講演	日本工業倶楽部	経済同友会 会員 20名
	講演	8月27日	財団法人資訊工業策進会 講演	スマート物流サービス麹町事務所	30名
	講演	10月10日	物流政策研究会での講演	倉庫会館	30名
	講演	11月13日	SIP ワークショップ 2019での講演・パネルディスカッション	東京ドームシティ プリズムホール	一般参加者 150名
	意見交換会	12月9-12日	ALICE・ECとの物流分野の研究開発施策等の意見交換	ベルギー ブリュッセル BluePoint	ALICE総会の 参加者100名
	講演	12月17日	東京大学「先端物流科学特論」での講演	オンライン	東京大学 大学院修士課程、 博士課程 在籍の学生
	雑誌・新聞	2月13日	日本経済新聞での記事掲載	日本経済新聞	日本経済新聞の購読者
	雑誌・新聞	3月24日	カーゴニュースでの記事掲載	カーゴニュース	カーゴニュースの購読者
雑誌・新聞	3月27日	物流ニッポンでの記事掲載	物流ニッポン	物流ニッポンの購読者	
2020年度	講演	5月15日	アジア・シームレス物流フォーラム2020での講演	東京流通センター	定員200名

意見交換会	5月21日	アパレル産業協会との意見交換会	オンライン	26名 (アパレル産業協会:10名、SIPスマート物流サービス:16名)
講演	6月12日	国立情報学研究所 オープンハウス2020 での講演	オンライン	一般参加者 100名
講演	6月15日	東京大学大学院「先端物流科学特論」での講演	オンライン	東京大学大学院修士課程、博士課程在籍の学生 50名
記者会見	7月22日	コンビニ大手3社による共同配送記者会見	東京都千代田区	
雑誌・新聞	7月23日	朝日新聞、産経新聞、日本経済新聞、日経ビジネス、毎日新聞、読売新聞他での記事掲載(コンビニ大手3社の取り組み)	朝日新聞、産経新聞、日本経済新聞、日経ビジネス、毎日新聞、読売新聞他	朝日新聞、産経新聞、日本経済新聞、日経ビジネス、毎日新聞、読売新聞他の購読者
講演	9月16日	第57回センサ&アクチュエータ技術シンポジウムでの講演	NATULUCK水道橋西口3階会議室	会場40名、WEB参加 60名
講演	9月17日	国土交通省 物流政策検討会での講演	三田共用会議所	構成員他 42名
雑誌・新聞	10月2日	KOTRA(韓国のニュースサイト) 海外市場新聞にて記事掲載	KOTRA	KOTRAの購読者
講演	10月8日	フードディストリビューション展での講演	東京ビッグサイト	一般参加者 100名
講演	10月14日	Fujitsu Activate Nowでの講演	オンライン	一般参加者 250名
雑誌・新聞	10月18日	日本海事新聞での記事掲載	日本海事新聞	日本海事新聞の購読者
講演	11月5日	経済同友会 「物流改革を通じた成長戦略PT 第5回会合」での講演	同友クラブ	経済同友会の構成員8名
講演	11月17日	内閣府主催SIP全体シンポジウムでの講演	オンラインと対面 ベルサール東京日本橋	一般参加者 200名
講演	12月4日	国立情報学研究所設立 20周年記念フォーラムでの講演・パネリスト出演	オンライン	一般参加者 300名

	講演	3月15日	フォーラム21 検討分科会での講演	オンラインと対面 三菱商事ビルディング	分科会会員 10名
	講演	3月29日	株式会社イード主催 オンライン セミナーでの講演	オンライン	一般参加者 45名
2021年度	講演	4月22日	第6回フィジカルインターネット 研究会での発表	オンライン	フィジカル インターネット 研究会 の会員
	講演	6月3日	第1回 加工食品分野における物 流標準化 アクションプランフォローアップ 会での発表	オンライン	アクション プラン フォ ローアップ 会」 構成員 (構成員：19 名、オブザ ーバー：41 組織)
	講演	6月7日	東京大学「先端物流科学特論」で の講演	オンライン	東京大学大 学院修士課 程博士課程 70名
	講演	6月9日、25日 (2回開催)	セイノー協議会説明会での講演	オンライン	一般参加者 約1000名
	講演	6月30日	日本計画研究所(JPI)での講演	オンラインと対面 日本計画研究所(JPI)	一般参加者 7名
	講演	7月8日	Automagiウェビナーでの講演	オンライン	一般参加者 74名
	雑誌・ 新聞	8月1日	機関誌『高速道路と自動車』 令和3年8月号 「紹介」に記事掲載	『高速道路と自動車』	『高速道路と 自動車』の 購読者
	講演	8月19日	公益財団法人原総合的通信シス テム基金主催特別セミナーでの講 演	オンライン	
	雑誌・ 新聞	10月	運輸新聞での記事掲載	運輸新聞	運輸新聞の 購読者
	講演	10月28日	RX社主催「スマート物流EXPO」 名古屋展での講演	ポートメッセなごや	一般参加者 123名
	講演	11月2日	内閣府主催SIP全体シンポジウム での講演	オンラインと対面 ベルサール東京日本橋	一般参加者 300名
	講演	12月3日	第64回土木計画研究発表会 秋大 会での講演	オンライン	研究会員30 名
	講演	12月9日	国土交通省主催 荷主と運送事業者の協力による取 引環境と長時間労働の改善に向け たガイドラインセミナーでの講演	オンライン	一般参加者 300名

	講演	1月20日	RX社主催「スマート物流EXPO」 東京展での講演	東京ビッグサイト	一般参加者 237名
	講演	3月16日	日本Microsoft社での講演	オンライン	Microsoft 勉強会参加 者7名
	論文	3月24日	ヤマト総研紀要第5号での論文掲 載	ヤマト総研紀要第5号	全国の大学 へ500部発 行
2022年度	雑誌・ 新聞	5月1日	機関誌『倉庫』5月号での記事掲 載	『倉庫』5月号	『倉庫』の購 読者
	講演	6月6日	東京大学「先端物流科学特論」で の講演	オンライン	東京大学 大学院修士 課程、 博士課程 在籍の学生 50名
	論文	6月17日	単行本『フィジカルインターネット の実現に向けて 産官学と欧米 の有識者の熱い思い』での論文掲 載	単行本、日経BP出版	
	講演	6月22日	第3回関西物流展での講演	インテックス大阪 6号館A・B	一般参加者 100名
	講演	7月20日	花王 販売ロジ部門全国担当者会 議での講演	オンラインと対面 すみだセミナーハウス2F大会議 室	花王株式会 社社員30名
	講演	9月6日	ナノオプトメディアでの講演	オンライン	一般参加者 50名
	講演	9月16日	自動認識総合展での講演	東京ビッグサイト	一般参加者 50名
	講演	9月30日	フードディストリビューション展 での講演	東京ビッグサイト	一般参加者 50名

### 3-9 今後の運営体制

本課題は、他のSIPの課題と比較して社会実装に近い課題としての期待が大きいとの認識から、SIP第2期終了後における研究成果の社会実装の推進及び新たな業種や分野への一層の普及拡大を目指して、今後の運営体制の検討と構築に取り組んだ。以下に、その結果について示す。

#### 1 本課題の社会実装の体制

本課題の研究終了後の社会実装の詳細については、第2章の各研究成果の取り組み・成果の項で記述されているが、その体制については、SIP第2期令和2年度課題評価の結果を踏まえた内閣府からの指示により、研究開発項目A（物流・商流データ基盤に関する技術）の要素基礎技術及び業種等データ基盤構築（5業種）、並びに研究開発項目B（省力化・自動化に資する自動データ収集技術）のスマホAI荷物三辺計測及び荷物データ収集自動荷降ろし機について、それぞれ社会実装を推進するための社会実装責任者が指名・登録されている。この社会実装責任者の担務は、下記とされている。

- 社会実装に係る具体的な戦略を描き、自ら実行し又は実行を指示するとともに、その詳細状況を把握すること
- SIP第2期期間中の課題評価及びSIP第2期終了後の追跡調査等に対して、社会実装に向けた取り組み状況を説明できること

とされており、本課題研究成果の製品や技術に関する社会実装は、基本的に各社会実装責任者が中心となって戦略を策定し、表1に示す本課題終了後の社会実装の推進体制に基づき、その実現に向けて取り組んでいくこととなっている。

●表1 研究開発した基盤・技術と社会実装責任者及び社会実装の推進体制

研究開発した基盤・技術 （〔 〕は社会実装責任者の指名・登録企業等）	本課題終了後の社会実装（ビジネス）推進体制
要素基礎技術 【富士通（株）】	富士通内に、従来の研究開発、社会実装体制に加えて、サービス提供に向けた事業推進体制(販売・保守)を立ち上げ事業を推進。
業種等データ基盤(地域物流) 【（株）セイノー情報サービス】	SIP地域物流ネットワーク化推進協議会(事務局:セイノー情報サービス)を設立し(2022年10月31日現在、124会員)事業を推進。
業種等データ基盤(リテール) 【（公財）流通経済研究所】	流通経済研究所内にデジタル・サービス部を新設、また製・配・販連携協議会のWGと連携して物流データ活用研究会を設立し事業を推進。
業種等データ基盤(医療機器) 【日本電気（株）】	日本電気が医療機器物流情報プラットフォーム協議会と共同で事業を推進。
業種等データ基盤(医療材料) 【帝人（株）】	帝人がメーカー、卸、物流業者と連携体制を組み医療機関へサービス(医療材料データ基盤の提供、RFIDタグの提供)を推進。
業種等データ基盤(アパレル) 【（一社）日本アパレル・ファッション産業協会】	日本アパレル・ファッション産業協会が事業を推進。
スマート物流を支援するスマホAIアプリケーション 基盤技術 【Automagi（株）】	Automagi内に開発したLogi measureのプロダクト専門チーム体制を構築。チーム内にセールス、初期導入支援を行うオンボーディング担当、アフターセールス後のカスタマーサポート担当を配置。
荷物データを自動収集できる自動荷降ろし技術の開発 【佐川急便（株）】	社会実装責任者(佐川急便)の下、販売、営業推進、製造・保守はオークラ輸送機、Kyoto Robotics、三井住友ファイナンス&リース、オリックス、フューチャーアーキテクトが行う。

## 2 本課題に求められる機能の整理

物流分野では、人手不足やニーズの多様化、独特の商習慣といった物流課題に対応し、生産性向上効果を高めるため、これまでは競争下での個社単体で達成可能な領域の部分最適化（業界VAN等EDI化、保管・作業効率向上、一部メーカー物流統合、自動化等）に取り組んできた。一方、今後は個社だけでは達成不可能な領域の全体最適化（共同配送、共同倉庫、AI・予測最適化、無人化等）への転換を図ることが求められている。

そのためには、物流業界全体で全体最適化の必要性、メリットの共有化を図り、その実現に向けて取り組む体制が必要であり、本課題研究成果の製品や技術に関する個別の社会実装やPRの取り組みだけでなく、業種分野を横断した共通的な関係者への普及啓発等の取り組みの推進が重要となる。

そこで、まず、これまでの5年間の研究成果を踏まえ、今後の社会実装とその普及拡大に取り組む際に必要と考えられる本課題の機能について、以下のように整理した。

### (1)スマートロジスティクス

#### ①啓発機能

本課題の概念及び技術、その特徴や社会的な必要性、利用のメリットや効果等について、製造・配送・販売といった物流に関わる関係者へ広く社会発信し、本課題の普及拡大に向けて社会全体の機運醸成を図る機能

#### ②新規業種開拓機能

本課題の研究開発で構築した5業種（地域物流、リテール、医療機器、医療材料、アパレル）の業種等データ基盤（業務システム）を提供するサービスプロバイダーへの参加・拡大ほか、新たな業種や分野の業務システムを提供するサービスプロバイダーの参加、拡大を図る機能

#### ③その他推進機能

上記機能のほか、関係者により本課題の物流・商流データ基盤のさらなる機能向上や発展について検討等を行う機能

### (2)物流・商流データ基盤の業種等データ基盤

#### ○アプリ提供・販売機能

前述の5業種又は新たな業種や分野の業務システムについて、その利用のために必要なアプリケーションを開発・提供し、その販売を行う機能

### (3)物流・商流データ基盤の要素基礎技術等

#### ①要素基礎技術改修機能

技術の進歩やユーザーの要望等を踏まえ、必要とされる要素基礎技術のさらなる機能向上や使い勝手向上等を実現するための設計、開発、改修等を行う機能

#### ②クラウド提供・販売機能

要素基礎技術が実装されるクラウドを提供し、その販売を行う機能

### (4)物流情報標準ガイドライン

#### ①普及機能

多くの荷主・物流事業者データ等の連携が可能となるよう、本課題で構築した物流・商流データ基盤以外の基盤に構築された業務システムも対象として、物流情報標準ガイドライン利用の普及啓発を図る機能

#### ②維持・メンテナンス機能

物流情報標準ガイドラインの適切な運用を図るとともに、物流システムや現場等の変化に適切に対応し、ガイドラインがユーザーのニーズにマッチしたものとなるよう、さらなる機能向上や使い勝手向上等を実現するための見直しの検討、更新を図る機能

## (5)省力化・自動化技術

### ①販売機能

本課題で開発した省力化・自動化技術を販売し、その普及拡大を図る機能

### ②製造・保守機能

省力化・自動化技術を実装した製品を製造するとともに、そのアフターケアを図る機能

## 3 本課題終了後に向けた本課題の機能の継承体制

### (1)継承組織の検討と今後の工程

本課題研究成果の製品又は技術の個別の社会実装については、基本的には10-1項の社会実装責任者と社会実装の推進体制を中心に進められることになる。

一方、物流・商流データ基盤や物流情報標準ガイドラインは膨大な国費を投じて開発が進められており、これらの活用については、図1に示す政府の総物流施策大綱や図2に示すフィジカルインターネット実現会議（事務局：経済産業省・国土交通省）策定のフィジカルインターネット・ロードマップの施策の中に盛り込まれ、その進捗について定期的なフォローアップが求められている。このため本課題の機能の継承体制は前述の政府の施策と連携して検討することが必要となる。

●図1 総物流施策大綱とSIPスマート物流サービスの関係





●図2 フィジカルインターネット・ロードマップとSIPスマート物流サービスの関係



このため、10-2項で整理した本課題の機能のうち、特に業種分野を横断して必要な共通機能部分（10-2(1)スマートロジスティクス及び10-2(4)物流情報標準ガイドライン）については、本課題終了後（2023年度以降）は中立性・公平性・持続性を有する組織が担うことが適切と考えられる。そこで、物流関係者との調整等を踏まえ、PD、各SPDやフェロー、関係府省、本課題の関係者で構成される研究推進法人の社会実装検討会の場を通じて、当該機能を担うべき継承組織を含む全体の継承体制について検討を行った。

具体的には、2021年度後半より中立性・公平性・持続性を有する継承組織の在り方について検討を行い、2022年度前半に具体的な継承組織の候補の抽出及び関係者との調整を進めた。その結果を踏まえ、2023年2月の社会実装検討会において、フィジカルインターネットの実現に向けた各種の調査・研究活動を行うことを目的として設立された一般社団法人フィジカルインターネットセンターを当該機能を担う継承組織とすることで関係者の合意を得た。

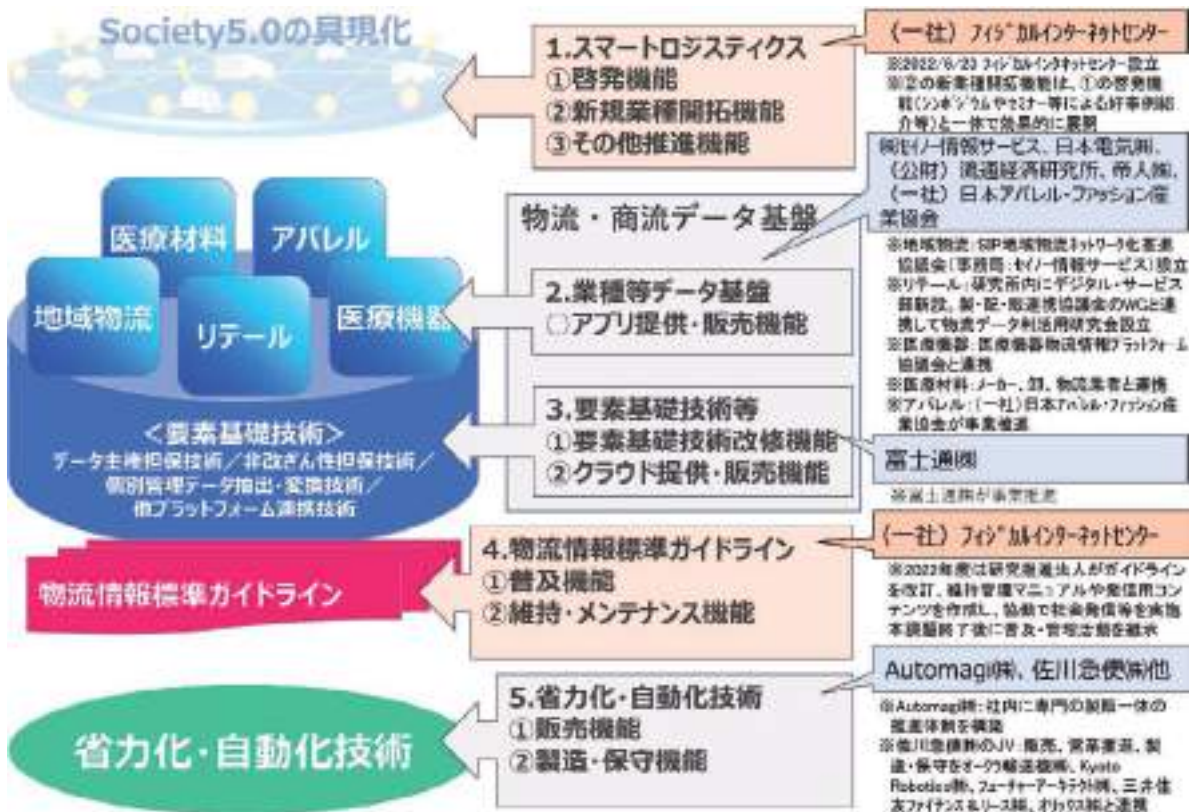
また、図3に示すようにSIP第2期終了後の本課題の円滑な継承に向けて、2022年度の第4四半期は、研究推進法人と当該継承組織とが協働し、本課題に参加した各企業等と連携して前述のスマートロジスティクスや物流情報標準ガイドラインの普及啓発活動を推進していくこととした。

● 図3 共通機能の継承に向けた検討工程

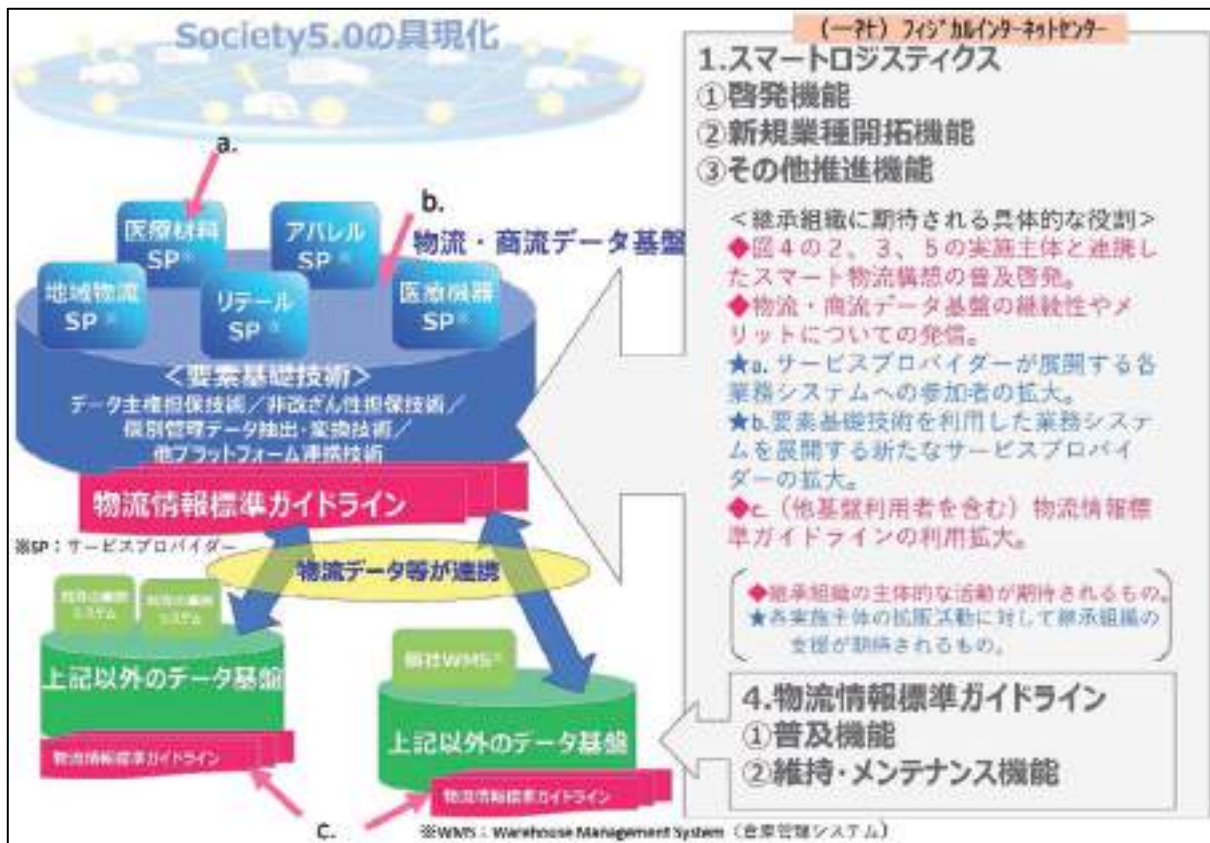


前述の検討を踏まえて整理した本課題の機能と継承体制及び共通機能（スマートロジスティクス・物流情報標準ガイドライン）の継承を図4、5に示す。

● 図4 本課題の機能と継承体制



●図5 共通機能（スマートロジスティクス・物流情報標準ガイドライン）の継承



本課題終了後の2023年度以降は、当該継承組織が中核となり、各業種等の業務システムを運用するサービスプロバイダーや要素基礎技術が実装されたクラウドの運用主体等（各研究テーマの社会実装主体）と連携して、普及啓発活動を継続して推進していくこととしている。

**(2)研究推進法人と継承組織による協働活動**

研究推進法人は、本課題終了後の研究成果の普及促進と社会実装のさらなる推進を目指して、2022年度の第4四半期から、10-2項のスマートロジスティクスに関して、本課題の共通的な機能部分を担う（一社）フィジカルインターネットセンターと以下のような協働活動を実施し、フィジカルインターネットと連携した本課題の普及拡大に取り組んだ。

①フィジカルインターネット実現に向けた本課題の社会発信方策の検討と実施

フィジカルインターネットと連携した、本課題の研究成果である物流・商流データ基盤や物流情報標準ガイドライン等の普及を図るための効果的な社会発信方策の検討とそれに基づくシンポジウム等の開催

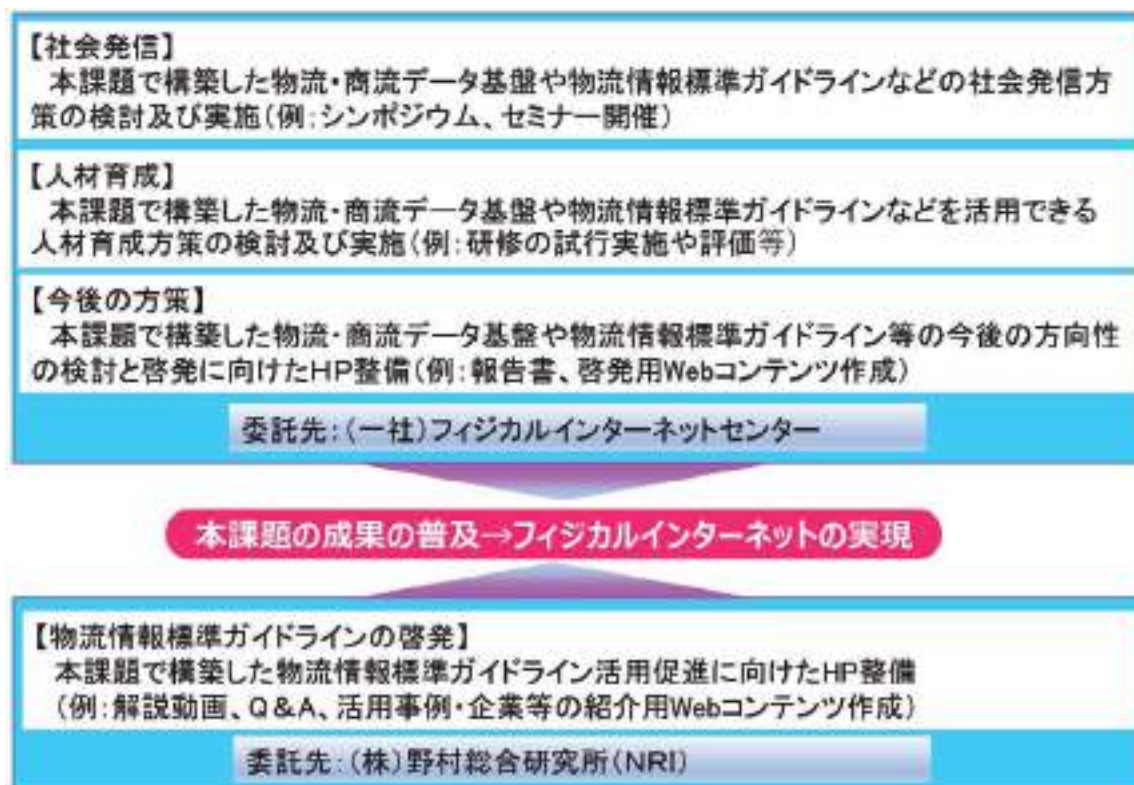
②フィジカルインターネット実現に向けた本課題の人材育成方策の検討と試行

フィジカルインターネットと連携した、本課題の研究成果の普及に関する多様な物流関係者の役割や機能整理及びその普及に向けた人材育成プログラムの検討・作成と試行・評価

③フィジカルインターネット実現に向けた本課題の今後の方向性に関する検討

フィジカルインターネットと連携した、本課題の研究成果の活用・展開に向けた方向性の検討

● 図6 共通機能に関する協働活動



また、研究推進法人は、物流情報標準ガイドラインの普及拡大に向けて、ガイドラインの策定や改訂を担当する「物流情報標準化検討委員会」の共同事務局を務める株式会社 野村総合研究所 (NRI) と協働で、ガイドラインの効果的な社会発信のためのHPの作成・試行を含むガイドラインの本格導入・維持管理・普及展開方策に関する検討に取り組んだ。この検討成果は、2023年4月以降、継承組織である(一社)フィジカルインターネットセンターに引き継がれ、ガイドラインの適切な維持管理を行うとともに、その普及啓発活動と利用者拡大に向けて継続して取り組むこととなっている。

(参考)

一般社団法人 フィジカルインターネットセンター

一般社団法人 フィジカルインターネットセンター (Japan Physical Internet Center) は、2022年6月に設立された法人である。近年、物流分野の人手不足が深刻化し、物流の品質維持や多様化するニーズへの対応が困難となりつつある。そこで、インターネット通信の考え方を物流世界に適用することでオープンな共同物流を実現し、物流分野における課題解決を目指すフィジカルインターネットの取り組みが政府をはじめ関係者で検討されている。このようなフィジカルインターネット\*の実現と普及に向けた調査研究活動を物流関係者と連携して推進することを目的として、一般社団法人 フィジカルインターネットセンターが設立された。

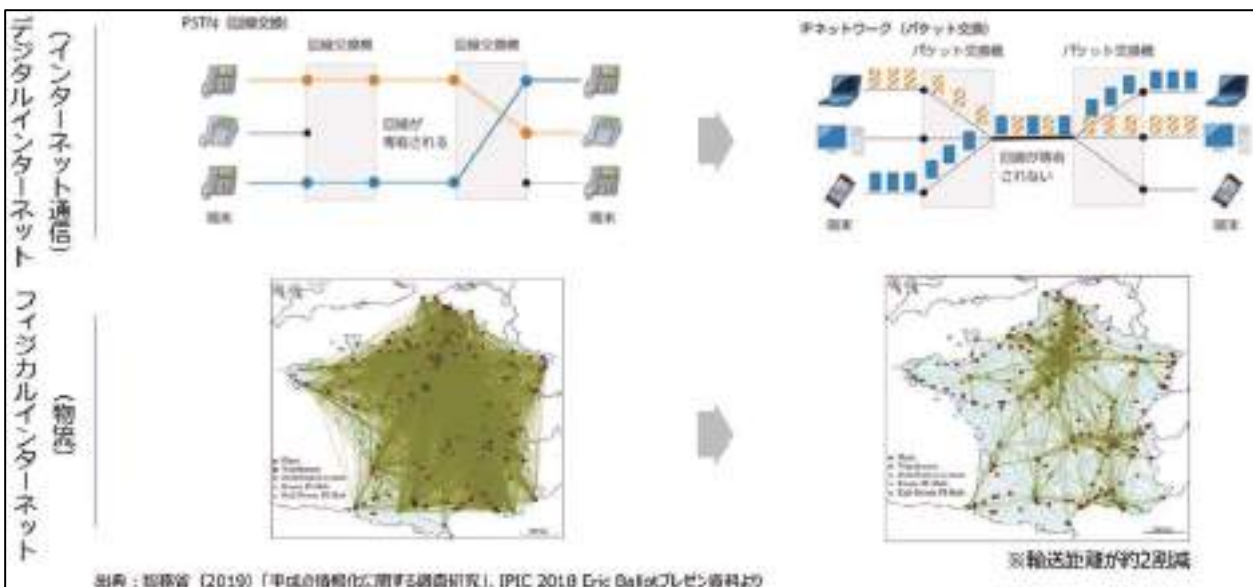
その代表理事は、政府のフィジカルインターネット実現会議の委員であり、かつ、本課題のサブプログラムディレクター (SPD) でもある荒木 勉 上智大学名誉教授が務め、フィジカルインターネットに関心を有する製造業者や物流事業者が会員となっている。

\*フィジカルインターネット (Physical Internet (PI)) (図7)

従来のような輸送網で発・着の事業者同士をそれぞれ直接結ぶのではなく、積替えを前提に輸送の途中にハブ(積替えターミナル)を設け、受け渡しの単位(パレット、コンテナ等の貨物の規格)を統一し、物流リソース(トラック、鉄道等の輸送手段)を共有化することで効率的なもののやりとり(共同配送)の実現を目指

す概念や方法

●図7 フィジカルインターネット (PI) の概念のイメージ



一般社団法人フィジカルインターネットセンターは、その設立趣旨に基づき、PIへの関心を有する物流関係者の参加を得て、以下のような活動を推進することとしている。

- 研究会の開催：事例中心に物流の問題点の分析・検討、PI実現による課題解決方法の検討
- 懇話会（フォーラム）の開催：PIに関心を有する個人が参加し、物流課題解決の糸口を議論
- 協議会の開催：行政機関、業界によるハード・ソフト両面の標準化の協議
- 人材育成（研修、セミナー、資格認定）：物流やSCM PIに関するセミナーや研修による物流人材の育成、PIに関する知識を有するインストラクターの資格認定
- ニュースレターの発行：活動内容の情報発信
- プラットフォームの管理運営：PI実現に必要なプラットフォームやソフトウェアの管理・運営
- 特別プロジェクトの受託：行政機関等からの受託・実施 等

本課題の研究成果である物流・商流データ基盤や物流情報標準ガイドラインは、PI実現に向けた要素の一つであるとともに、PIの実現は本課題研究成果の普及拡大に寄与すると考えられる。研究推進法人としては、10-2項に掲げる本課題の共通的な機能部分を担う継承組織として関係者の合意が得られた一般社団法人フィジカルインターネットセンターとの各種協働活動を推進し、本課題終了後に向けた円滑な継承を図ることとしている。

（参考）一般社団法人フィジカルインターネットセンターのホームページ<https://j-pic.or.jp>

## 課題業務経過

実施日	実施事項	場所等	目的	
2018年	6月4日	SPD小倉正弘、谷口友彦、今井哲之就任	内閣府	マネジメント体制の強化
	6~7月	パブリックコメントの実施	内閣府HP	研究開発計画案に関する意見募集
	8月24日	ガバニングボードでの研究開発計画の審議	内閣府	研究開発計画案の審議
	8~9月	研究開発項目(A)(B)(C)の公募	スマート物流サービスHP他	研究開発機関の募集
	8~9月	全体戦略検討WG（全体PMO）業務の公募	スマート物流サービスHP他	業務支援機関の募集
	8~9月	業界横断的研究テーマの検討業務の公募	スマート物流サービスHP他	業務支援機関の募集
	9月19日	研究開発項目(A)(B)(C)の選考	スマート物流サービス霞が関臨時事務所	研究開発機関の決定（未決で終了）
	9月19日	全体戦略検討WG（全体PMO）業務の選考	スマート物流サービス霞が関臨時事務所	業務支援機関の決定
	9月19日	業界横断的研究テーマの検討業務の選考	スマート物流サービス霞が関臨時事務所	業務支援機関の決定
	9~翌3月	全体戦略検討WG（全体PMO）の実施	スマート物流サービス霞が関臨時事務所	スマート物流サービス全体戦略の立案
	9~12月	業界横断的研究テーマの検討	スマート物流サービス霞が関臨時事務所	データ基盤を先行実装する業種・業態等の検討
	11~12月	全体戦略検討WG（先行事例調査）業務の公募	スマート物流サービスHP他	業務支援機関の募集
2019年	1月10日	全体戦略検討WG（先行事例調査）業務の選考	スマート物流サービス麹町事務所	業務支援機関の決定
	1~3月	全体戦略検討WG（先行事例調査）の実施	スマート物流サービス麹町事務所他	海外動向及び先行する物流エコシステム事例の調査
	1月19日	課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による2019年度評価【総合評価無し】
	3~6月	アドバイザリーボードの実施	海運クラブ平河町他	有識者委員を含めた研究開発計画の修正

	3月	業務モデルの検討業務の公募	スマート物流サービスHP他	業務支援機関の募集
	5月7日	業務モデルの検討業務の選考	スマート物流サービス麹町事務所	業務支援機関の決定
	5～7月	業務モデルの検討	スマート物流サービス麹町事務所他	業種等データ基盤開発を行うモデルの検討
	6月3日	臨時課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による研究開発計画案の評価【総合評価B+】
	6月27日	ガバニングボードでの研究開発計画の審議	内閣府	研究開発計画案の審議
	6～7月	パブリックコメントの実施	内閣府HP	研究開発計画案に関する意見募集
	7月25日	SPD荒木勉就任	内閣府	マネジメント体制の強化
	8月29日	ガバニングボードでの研究開発計画の決定	内閣府	研究開発計画の決定
	9～10月	研究開発項目(A)(B)の公募	スマート物流サービスHP他	研究開発機関の募集
	10月30日	評価委員との意見交換会	KDDI東日本物流センター	個社では解決できない物流課題の共有及び意見交換
	10～11月	研究開発項目(A)(B)の選考	スマート物流サービス麹町事務所	研究開発機関の決定
	11月～	研究開発項目(A)(B)の研究開発の開始	スマート物流サービス麹町事務所	スマート物流の実現
	11月13日	SIPシンポジウム2019（内閣府）	東京ドームシティプリズムホール	SIP全体の研究成果の発表
	12月	欧州委員会・ALICE訪問	ベルギー・ブリュッセル	国際連携のキックオフ
2020年	12月	ピアレビューの実施	スマート物流サービス麹町事務所	有識者委員による2019年度評価
	1月30日	課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による2019年度評価【総合評価A】
	3月～	物流標準ガイドラインの検討開始	スマート物流サービス麹町事務所他	物流・商流データ基盤内で取り扱うデータの標準形式の規定
	4月9日	SPD坂本浩之、海野昭良就任	内閣府	マネジメント体制の強化
	6～7月	地域物流データ基盤概念実証	岐阜エリア～関東圏エリア	地域物流データ基盤の有効性の確認
	7～8月	医療機器データ基盤概念実証	国立・国際医療研究センター他	医療機器データ基盤の有効性の確認

7~10月	リテールデータ基盤概念実証 (日用消費財)	全国のメーカー、 卸	リテールデータ基盤の有効性の確 認
7月20日	研究開発項目(B)ステージゲート の実施	スマート物流サー ビス麹町事務所	実現可能確認段階各テーマの審査
8月	リテールデータ基盤概念実証 (コンビニ)	東京湾岸エリア (有明・台場等)	リテールデータ基盤の有効性の確 認
8月	SIP 物流標準ガイドライン (案) の策定	スマート物流サー ビス麹町事務所他	物流データ標準化の意見募集に向 けたドラフト版の策定
8月5日	評価委員との意見交換会	佐川IX-FRONTIER	概念実証の実施状況報告等及び意 見交換
9~11月	SIP 物流標準ガイドライン (案) の意見募集	スマート物流サー ビスHP他	SIP物流標準ガイドライン (案) に関する意見募集
10月23日	社会実装審査会	スマート物流サー ビス麹町事務所	各研究開発テーマの社会実装に向 けた評価・指導・助言
11月	ピアレビューの実施	スマート物流サー ビス麹町事務所	有識者委員による2020年度評価
11月6日	スマート物流サービスシンポジ ウム2020	ビジョンセンター 永田町	研究成果の発表及び社会実装のマ ッチング
11月17日	SIPシンポジウム2020 (内閣 府主催)	ベルサール渋谷フ ァースト	SIP全体の研究成果の発表
1月20日	課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による2020年度評価
4月9日	SPD大橋禎顕就任	内閣府	マネジメント体制の強化
4月	社会実装審査会	スマート物流サー ビス麹町事務所	各研究開発テーマの社会実装に向 けた評価・指導・助言
4月	SIP物流標準ガイドラインβ版 の策定	スマート物流サー ビス麹町事務所他	業種等データ基盤へのガイドライ ン実装開始
5~9月	SIP物流標準ガイドラインβ版 のセカンドオピニオン実施	大手物流事業者・ 業界団体等	ガイドラインの社会実装に向けた 精緻化
6~8月	研究開発項目(A)業種等データ 基盤の追加公募の実施	スマート物流サー ビスHP他	研究開発機関の募集
7~9月	研究開発項目(A)業種等データ 基盤の追加公募の選考	スマート物流サー ビス麹町事務所	研究開発機関の決定
9月	社会実装審査会	スマート物流サー ビス麹町事務所	各研究開発テーマの社会実装に向 けた評価・指導・助言
9月13日	評価委員との意見交換会	セイノーソフトピ アビル	地域物流データ基盤の社会実装状 況等報告及び意見交換
10月	SIP 物流標準ガイドライン (Ver1.0) の策定	スマート物流サー ビス麹町事務所他	物流情報のシームレス化

2021年



	10月～	研究開発項目(A)業種等データ基盤の追加テーマの研究開発の開始	スマート物流サービス麹町事務所他	業種等データ基盤の拡大
	11月2日	SIPシンポジウム2021（内閣府主催）	ベルサール東京日本橋	SIP全体の研究成果の発表
	11月6日	スマート物流サービスシンポジウム2021	オンライン	研究成果の発表及び社会実装のマッチング
	11月	ピアレビューの実施	スマート物流サービス麹町事務所	有識者委員による2021年度評価
	1月18日	課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による2021年度評価【総合評価A】
2022年	3月	社会実装審査会	スマート物流サービス麹町事務所	各研究開発テーマの社会実装に向けた評価・指導・助言
	3月17日	高度物流人材シンポジウム（国土交通省、経済産業省共催）	オンライン	高度物流人材の育成に向けた土壌の醸成
	3月	ビッグデータ（BD）利活用実証プログラムの公募	スマート物流サービスHP他	研究開発機関の募集
	3月23日	ビッグデータ（BD）利活用実証プログラムの選考	スマート物流サービス麹町事務所	研究開発機関の決定
	4月～	ビッグデータ（BD）利活用実証プログラムの研究開発の開始	スマート物流サービス麹町事務所他	物流・商流データ基盤を活用したユースケースの検討
	10月	社会実装審査会	スマート物流サービス麹町事務所	各研究開発テーマの社会実装に向けた評価・指導・助言
	10月	物流情報標準ガイドライン（Ver2.0）の策定	スマート物流サービス麹町事務所他	物流情報のシームレス化
	10月18日	評価委員との意見交換会	富士通川崎工場	物流・商流データ基盤の社会実装状況等報告及び意見交換
	11月	ピアレビューの実施	スマート物流サービス麹町事務所	有識者委員による2021年度評価
	11月10日	スマート物流サービスシンポジウム2022	TKP市ヶ谷カンファレンスセンター	研究成果の発表及び社会実装のマッチング
2023年	2月3日	課題評価委員会での審議	内閣府	評価委員による2021年度評価【総合評価A】
	3月17日	SIPシンポジウム2022（内閣府）	紀尾井カンファレンス	SIP全体の最終研究成果の発表

## 謝辞

本最終成果報告書の作成にあたり、多くの方々にご支援とご指導をいただきました。

本課題の研究開発のためにご尽力をいただきました各研究機関・支援機関・参加機関のみなさま皆様に心から感謝いたします。

社会実装審査委員、ピアレビュー委員、課題評価委員、またガバニングボード委員より、貴重なご指導とご助言を賜りました。感謝申し上げます。

内閣府SIP総括・課題担当、国土交通省総合政策局 物流政策課、また経済産業省商務情報政策局 商務・サービスグループ 物流企画室の皆様にご指導をいただきました。心から感謝申し上げます。

最後に、研究推進法人が所属する国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所には多くのご支援をいただきました。お礼申し上げます。

編集者	事務局長	川口 泉
執筆者		池水 守彦
		鍵野 聡
		川口 泉
		金 度亨
		河本 康秀
		込谷 二郎
		島村 華菜子
		高橋 誠一郎

# スマート物流サービス 最終成果報告書

---

令和5年3月発行

発行者 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所 SIP スマート物流サービス研究推進法人

〒102-0083 東京都千代田区麹町 3-3-8 麹町センタープレイス 4階

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1

---

ISBN 978-4-903750-05-7



国立研究開発法人 **海上・港湾・航空技術研究所**  
National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology



国立研究開発法人 **港湾空港技術研究所**  
海上・港湾・航空技術研究所 Port and Airport Research Institute

