

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。

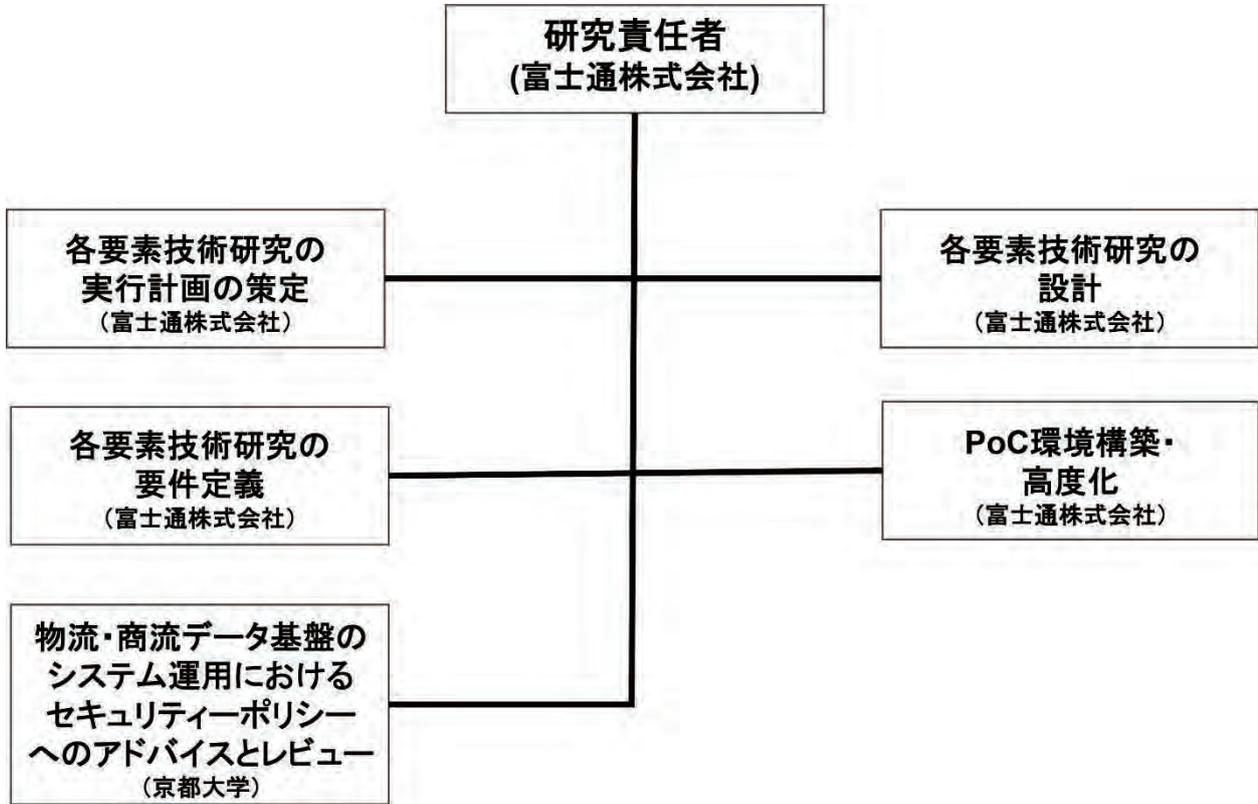
(6) 共通処理方式

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	要件定義	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			業界モデル検証
	⑤他プラットフォーム連携技術				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	ビジネスモデル、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。

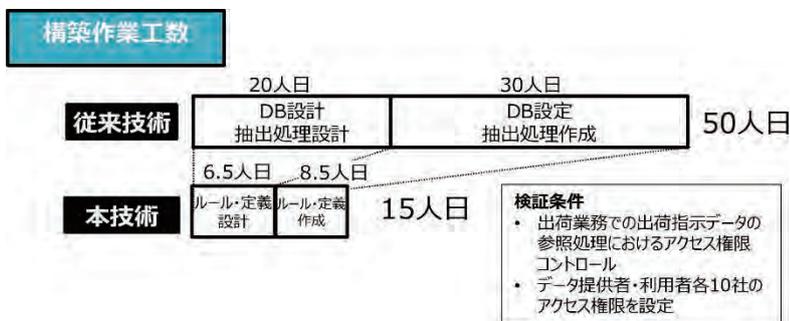
●図2 アクセス権限コントロール技術の研究開発イメージ



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。

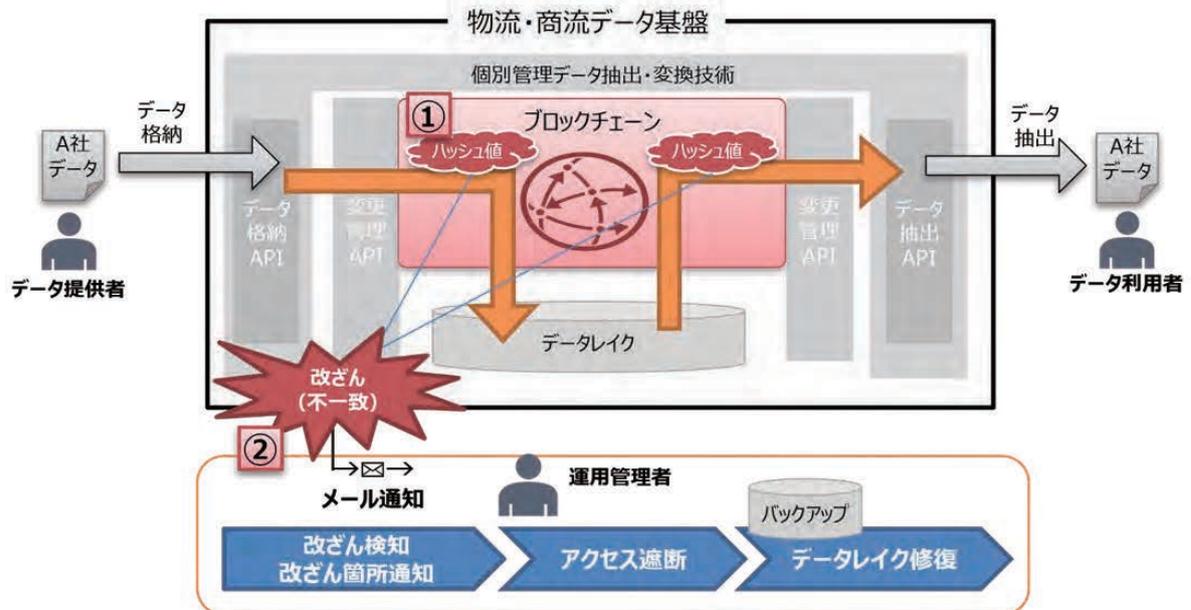
本技術は図4に示すように、参画機関が保有する技術をベースに、データレイク上で共有するデータを含めて複数の企業を経由し、生成・加工されたデータの操作ログをブロックチェーンに統合する技術である。従来のトレーサビリティの対象はブロックチェーンに配置されたデータや操作のみに限られていたが、本技術によりデータレイクの公開データやブロックチェーンの公開データの場所等のメタデータを管理し、データレイク操作のトレーサビリティを確保することが可能になる。

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。

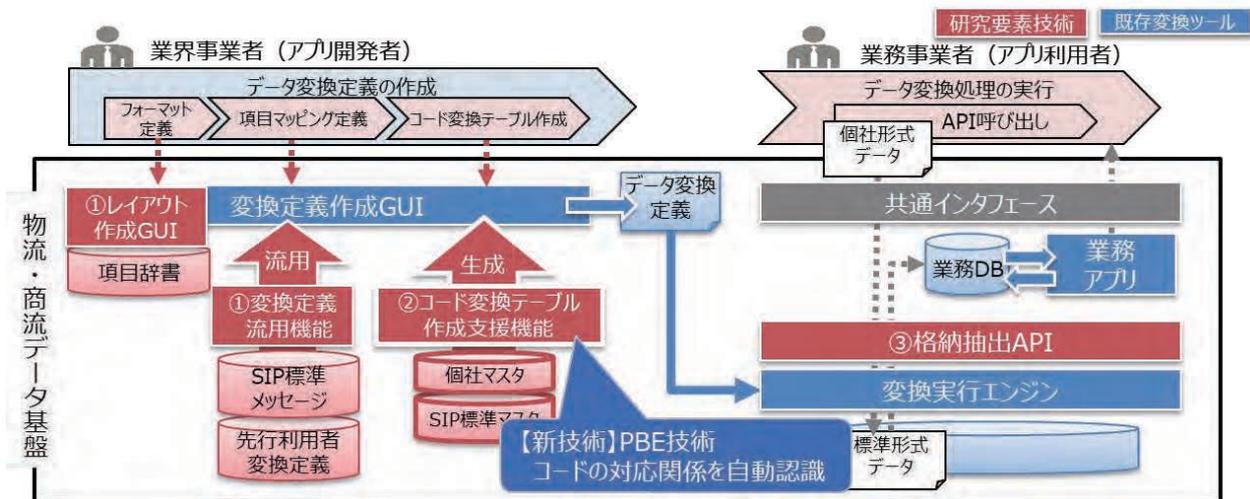
①物流情報標準ガイドラインのフォーマット定義や先行企業の変換定義を流用して変換定義を作成可能にすること

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

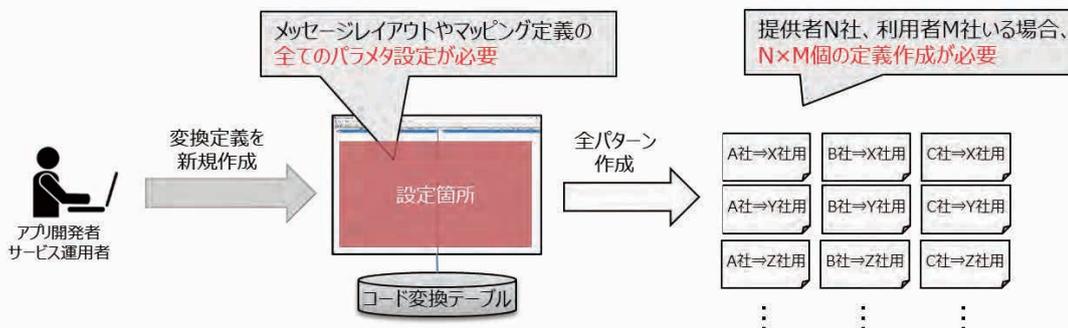


開発の効果としては、以下の④⑤⑥の3点があげられる。

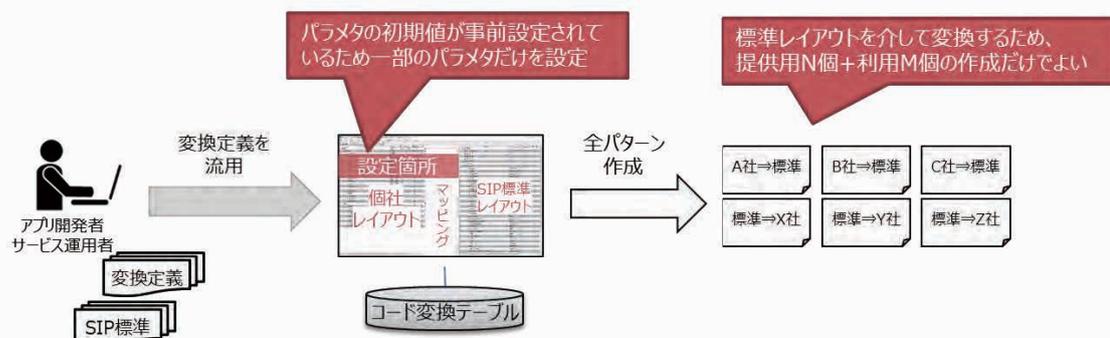
④物流情報標準ガイドラインや先行事業者の定義再利用により、変換定義の作成作業を効率化した
従来は、GUIを使用してスクラッチで定義していたが、本研究では物流情報標準ガイドラインのメッセージや先行企業の変換定義を流用し定義することで図7に示すように効率化を実現した

●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**



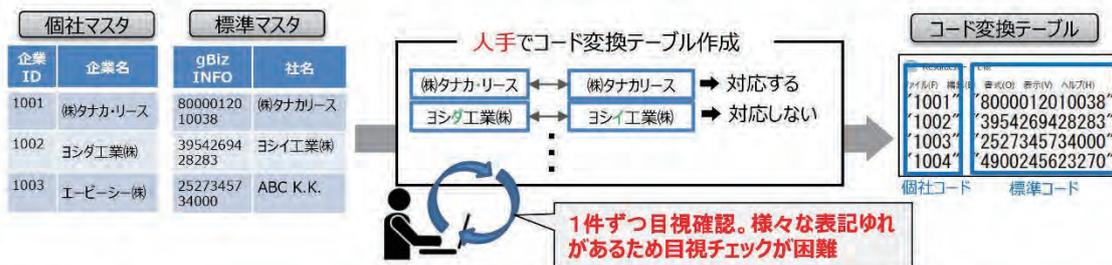
本技術 SIP標準メッセージレイアウトや先行利用者の**変換定義を流用し、変換定義の作成を簡略化**



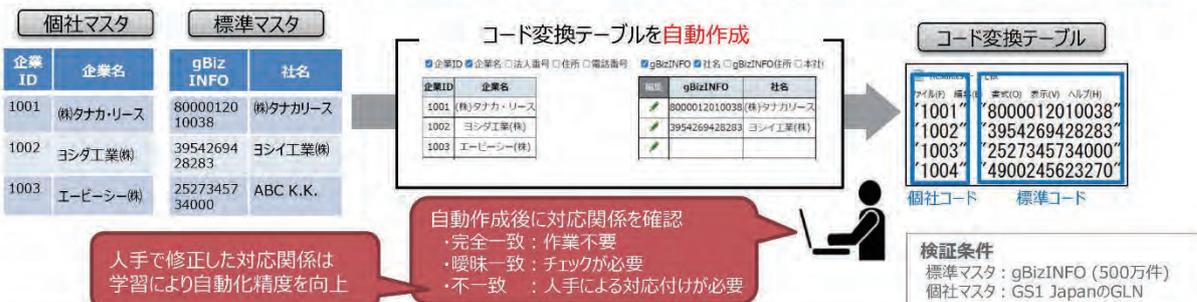
⑤ 個社マスタ・標準マスタを元に、コード変換テーブルを自動生成することで、図8に示すように変換定義の作成作業を効率化した

●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）**

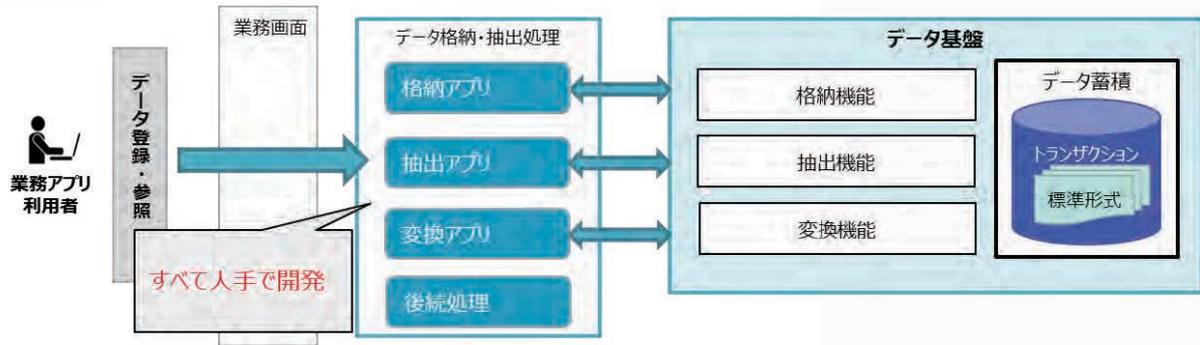


コード変換テーブルの自動作成率 88% (完全一致と曖昧一致の第一候補が正解の場合は自動作成と判断)

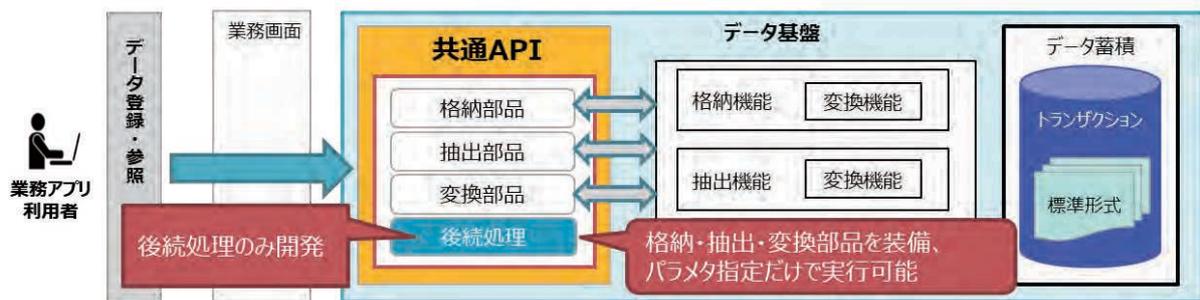
⑥データ登録・参照の共通インターフェイスにより、業務アプリの開発作業を効率化した
従来は物流・商流データ基盤への格納、抽出、変換にはデータ処理アプリの開発が必要であったが、図9に示すように共通インターフェイスの呼び出しのみで物流・商流データ基盤への格納・抽出・変換が可能となった。

●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

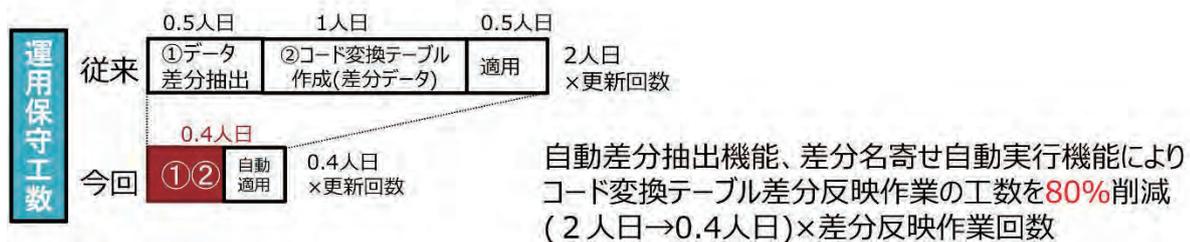
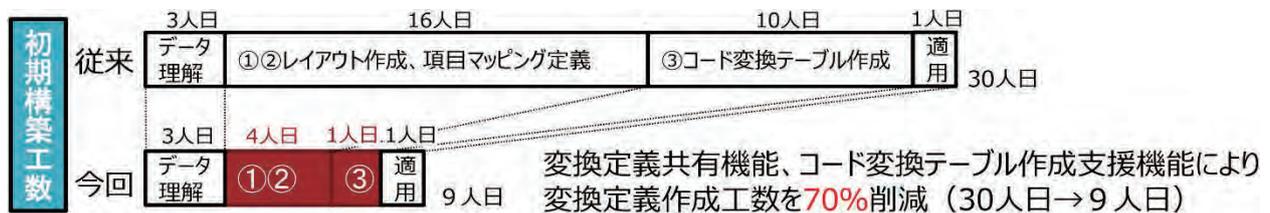


本技術 利用者は、**共通APIの呼び出しのみ**でデータ基盤への格納、抽出、変換が可能



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

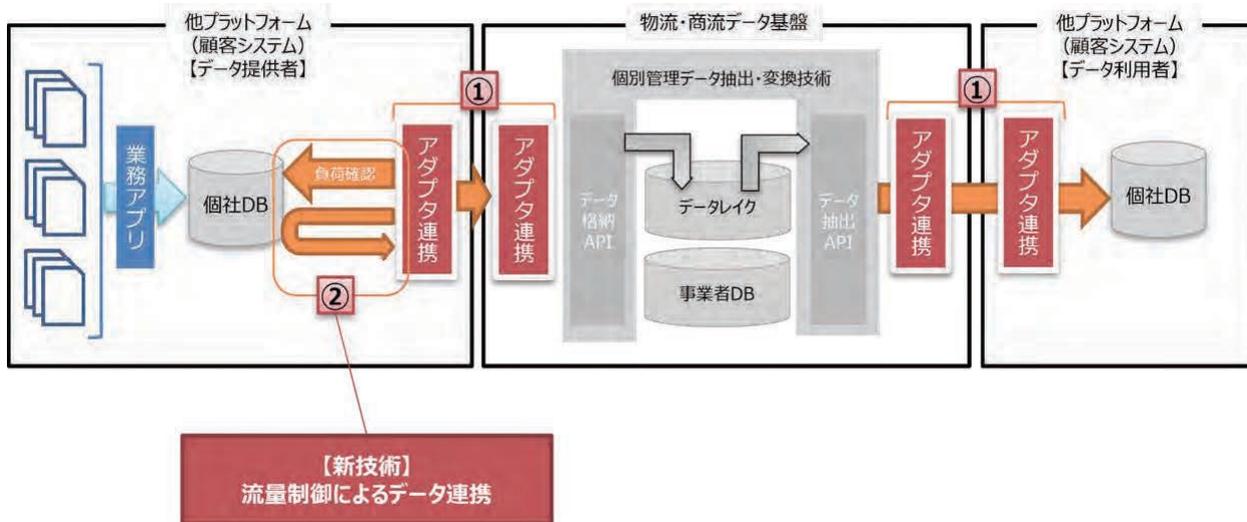
他のブロックチェーンや非ブロックチェーンと透明性・信頼性を担保して連携する技術であり、参加事業者の既存システムや先行するプラットフォームとの連携部分にも透明性を担保し、他業界とのデータ流通を活性化させることを目的としている。従来のやり方では、他プラットフォームとのブロックチェーンやEDIなど連携手法や取引内容に合わせて連携用アプリを開発していたが、アプリ部分の透明性は担保できずにいた。しかし、本技術では、図12に示すようにブロックチェーン技術を拡張した連携アプリつまりアダプタを提供することで、流通データの真正性を担保することを可能にした。

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



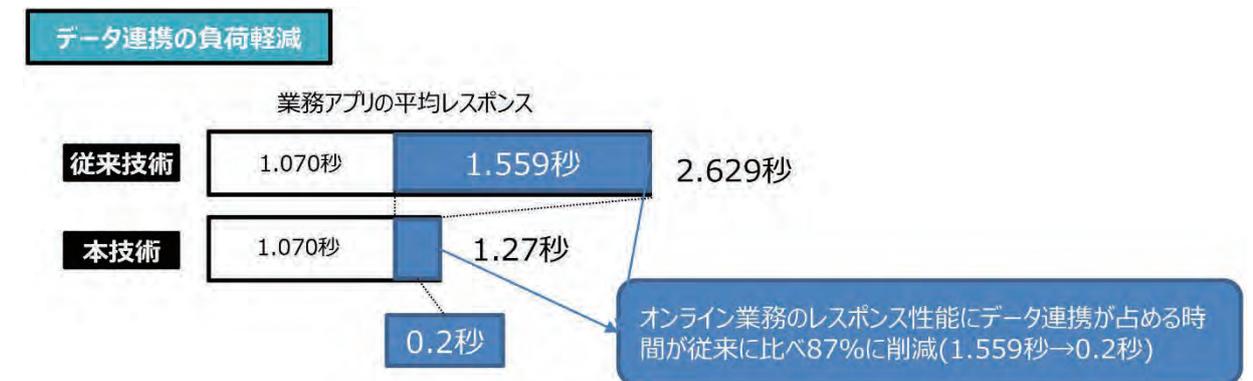
さらに他プラットフォーム連携技術の高度化として、対応DB種のさらなる拡充、サービス運用監視画面の

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

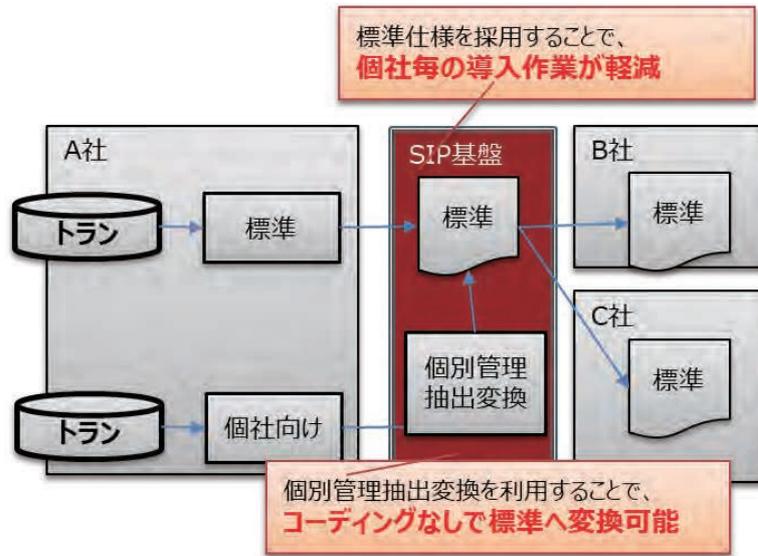


6 社会実装

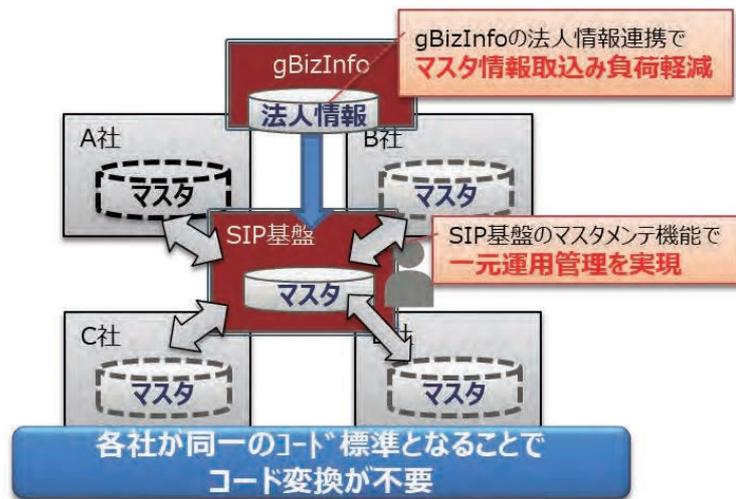
社会実装に向けて、物流・商流データ基盤で業界を横断してのデータ連携や情報分析が可能となるよう、「物流情報標準ガイドライン」に定義されたメッセージ標準、コード標準に従った標準化の実装や、物流・商流データ基盤でのアプリ開発及び運用に必要な共通処理方式と業務共通処理機能の提供を目的として以下の2項で示した(5)、(6)の2つの追加の開発を実施した。

(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

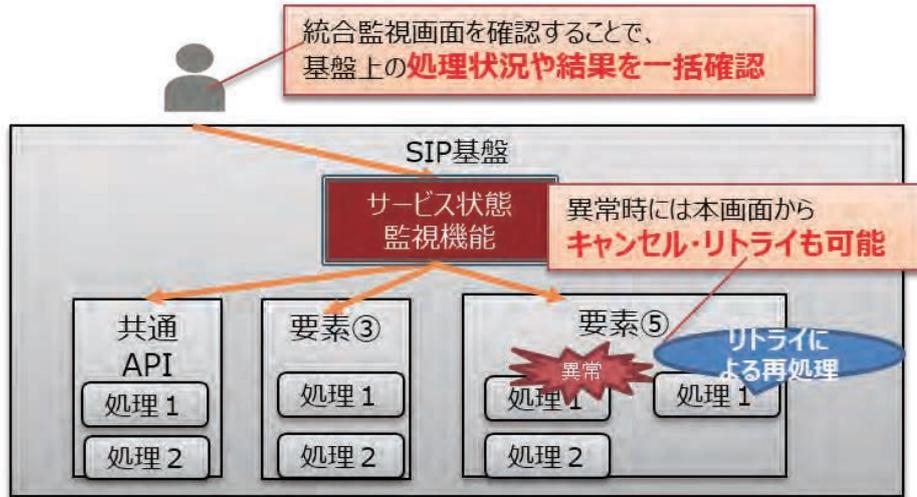


● 図16 標準マスタの機能実装イメージ



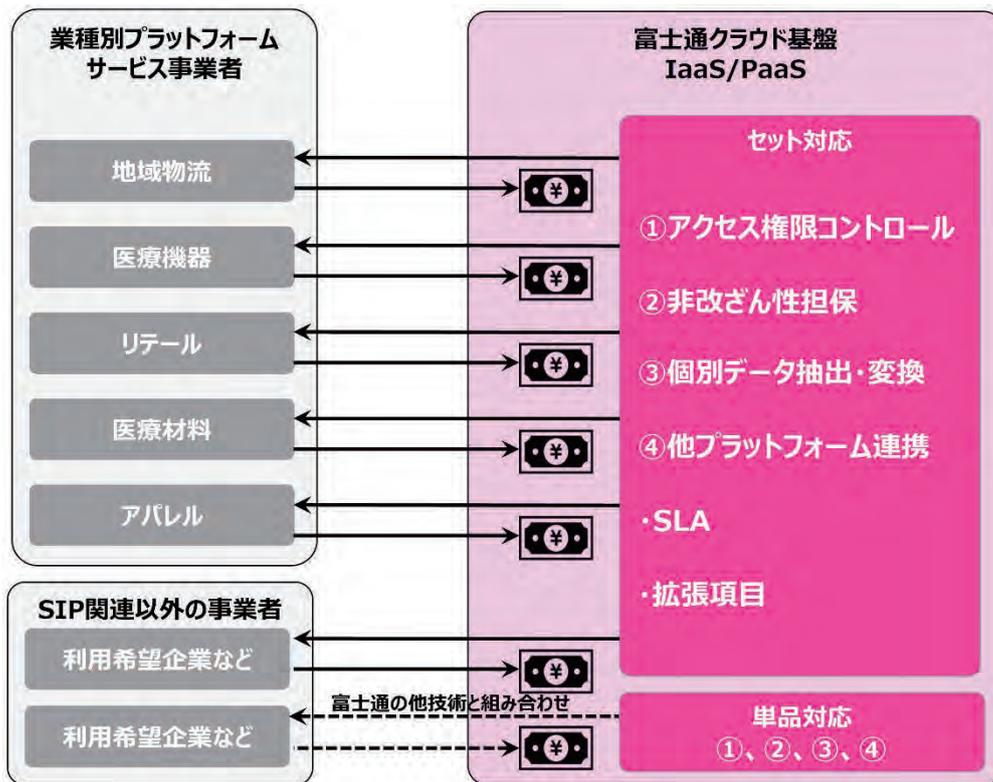
(2) 2項の(6)について、共通処理方式の対応により、図17に示すように企業間データ連携システムの安定稼働に不可欠な、サービス状態監視の提供によるスピーディーな問題解決を可能にした。

●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

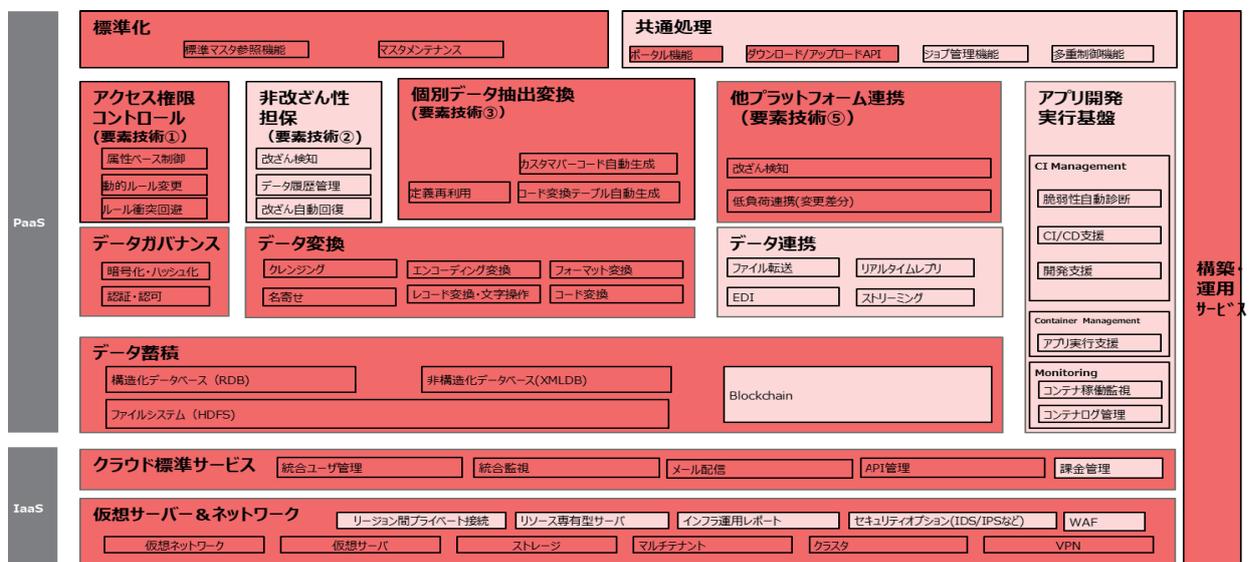
①、②、③を提供コンセプトとしている。

- 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。

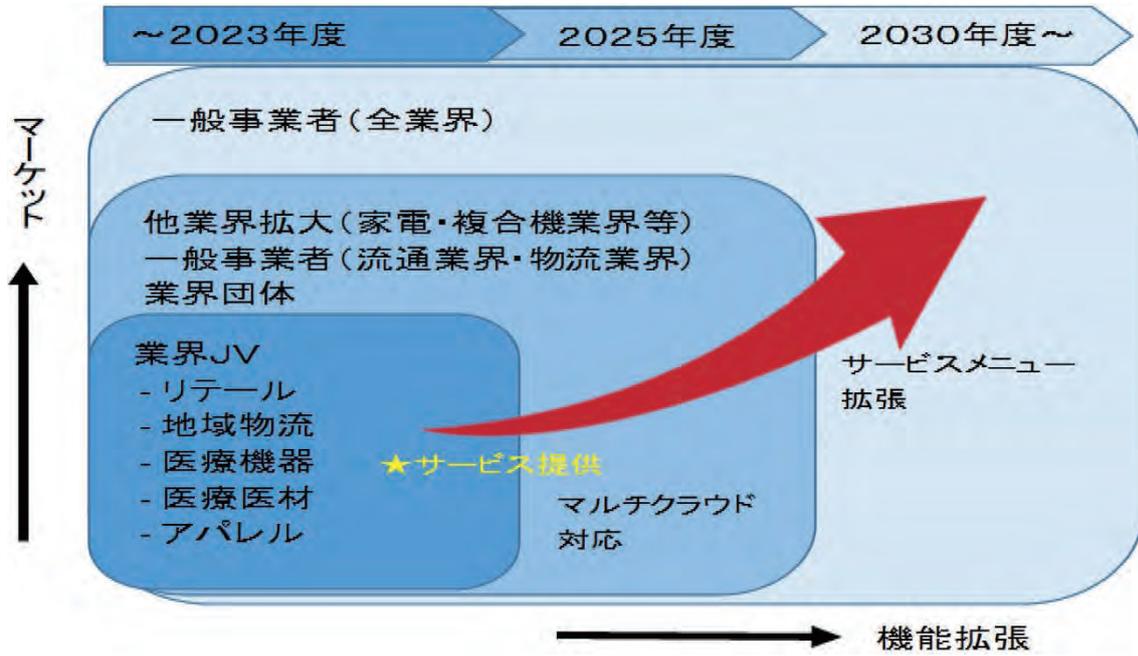
● 図19 物流・商流データ基盤サービス(仮称)構成



(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（菜鸟網絡）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、IDS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 データ主権構想	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	○ 細粒度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	× 言及なし	× 言及なし
	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	× 言及なし	× 言及なし
	ID管理・認証・認可	○ 集中型 (管理権限は分散)	○ 分散型	○ 分散型	× 言及なし	× 言及なし
	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	○ eCMRはブロックチェーン	× 言及なし
	データ変換	○ 静的な対応付け (要素基礎技術③)	○ IDS規格/EDC規格	○ 各種IoTプロトコルとの変換モジュールあり	× 言及なし	△ オントロジー定義
	他システムとの連携	○ (要素基礎技術③④)	○ IDS規格/EDC規格	○ NGSI規格 (IDSコネクタもあり)	△ IDS統合ツールボックス	△ オントロジー定義
	現在の適用分野	○ トラック輸送	○ 自動車 (Catena-X) ほか7業界	○ スマートシティ	○ 港湾輸送、生産計画	○ トラック、鉄道、港湾、航空、通関
実装面	メッセージ標準	○	× 各業界で定義	○ NGSIデータモデル	○ eCMR	○ e-FTI, GS1規格
	KPIの設定	○ 定性的な目標あり	△ 各先行プロジェクトで定義	△ 実証実験で確認	? 明示なし	○ 定性的な目標あり (FEDeRATED)
	参入容易性	△ データカタログ・ポリシーなし (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	○ モジュールカタログあり ディスクバリサービスあり	△ 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	△ 11×先行サイト 23×リビングラボ

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。

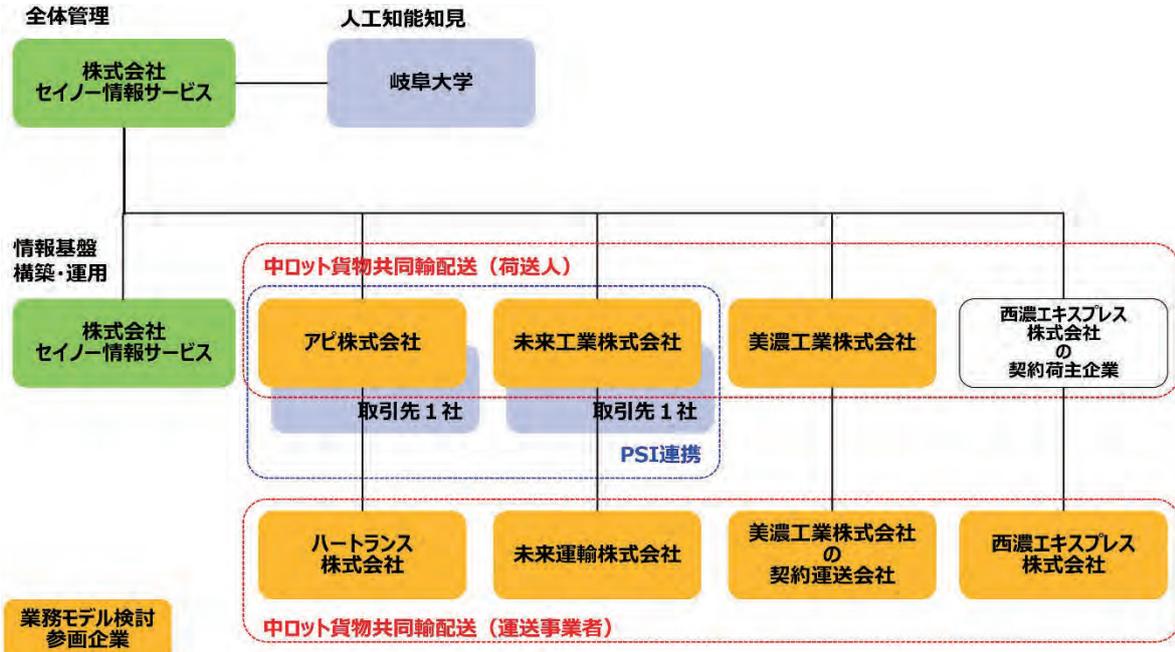
(2)地域物流データ基盤を利用した概念実証の実施

- 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

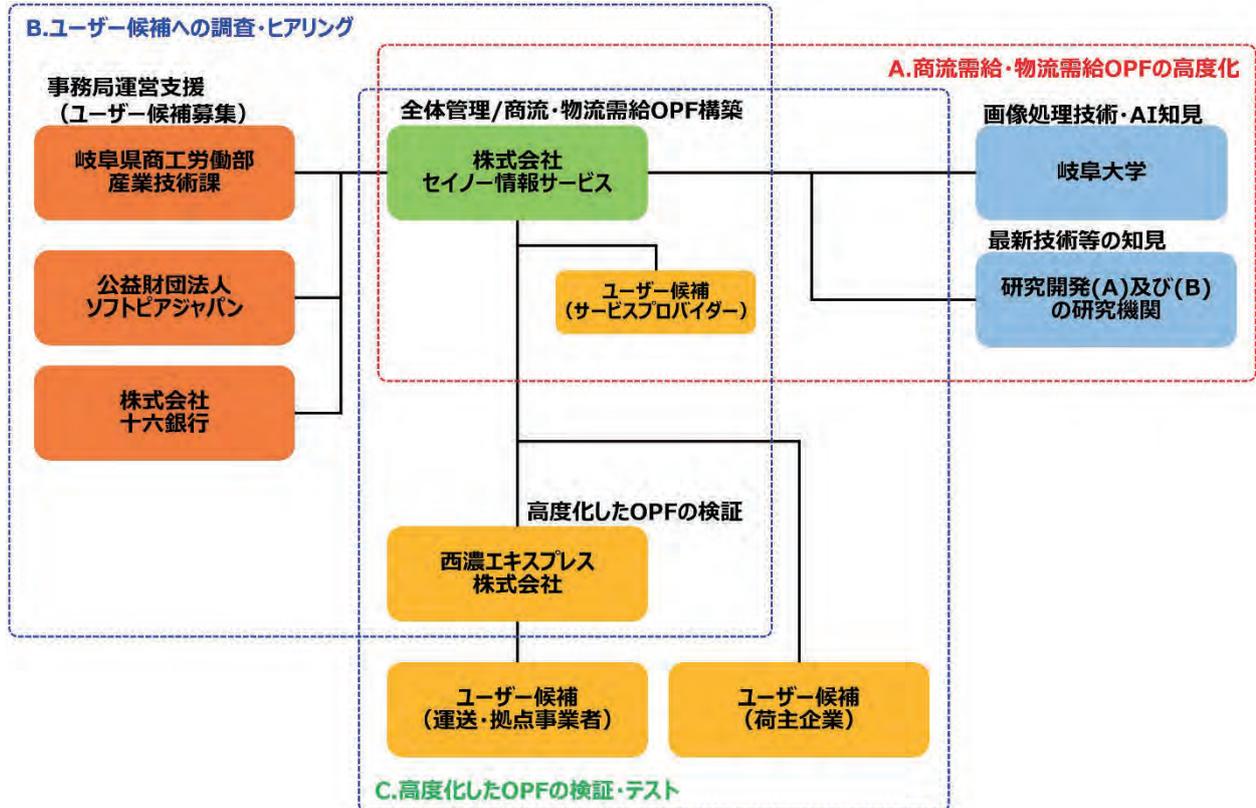
3 実施体制

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

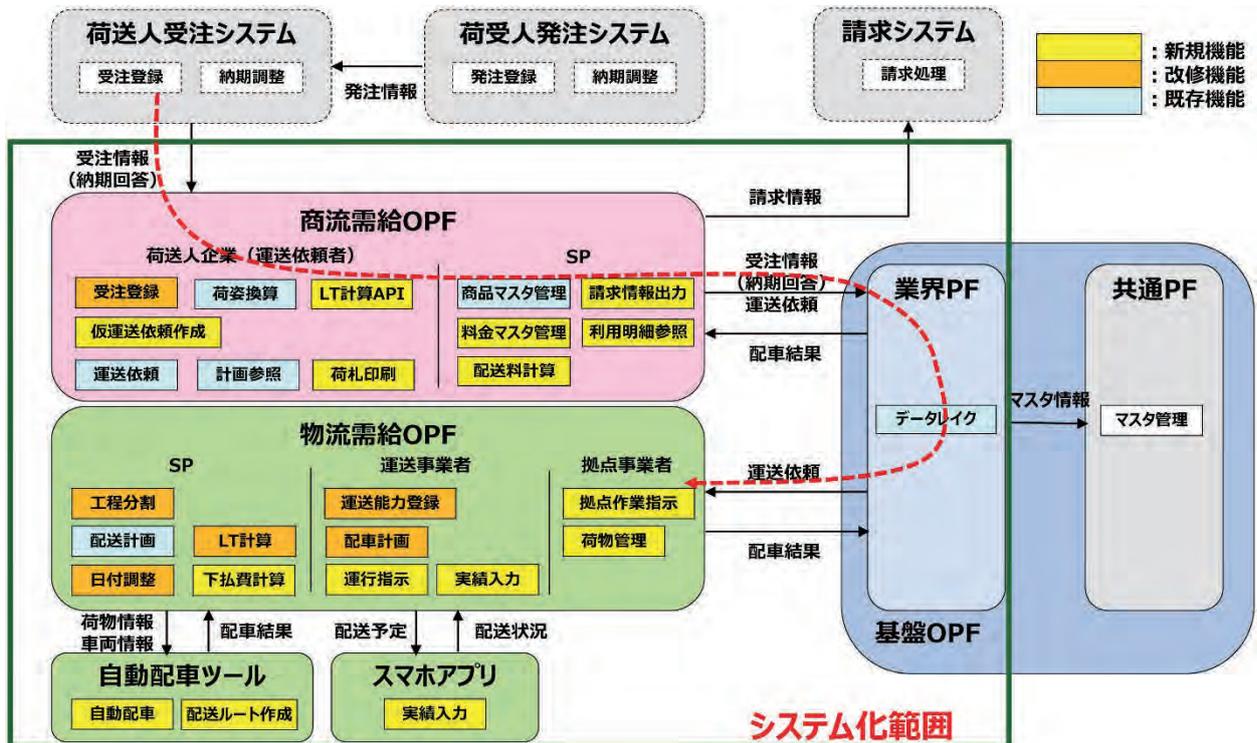
実施課題	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
(1)プロトタイプデータのデータ基盤 (セイノー情報サービス) ・商流需給/物流需給OPFの構築要件等特定 ・商流需給/物流需給OPFの業務アプリケーション等開発 (2)実証実験の実施	←→	←→		
(1)地域物流のデータ基盤高度化 (セイノー情報サービス) ・商流需給/物流需給OPFの業務アプリケーション等設計・開発 ・AI配車機能検証 (2)社会実証の実施		←→	←→	←→

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

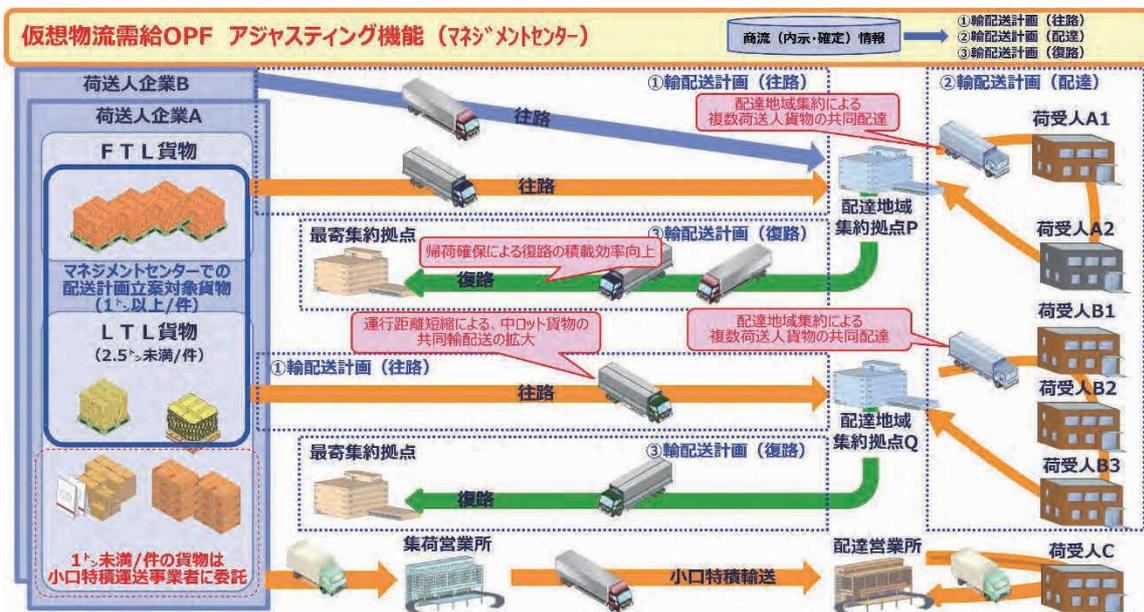
①概念実証の概要

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

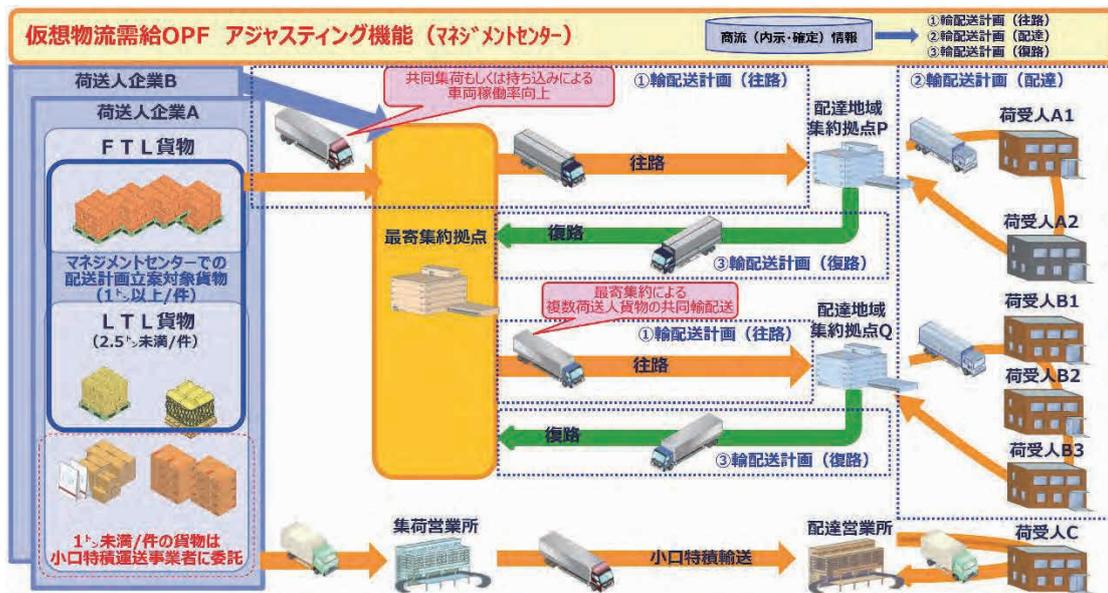


・ 荷送人企業最寄集約拠点集約輸配送モデル

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。

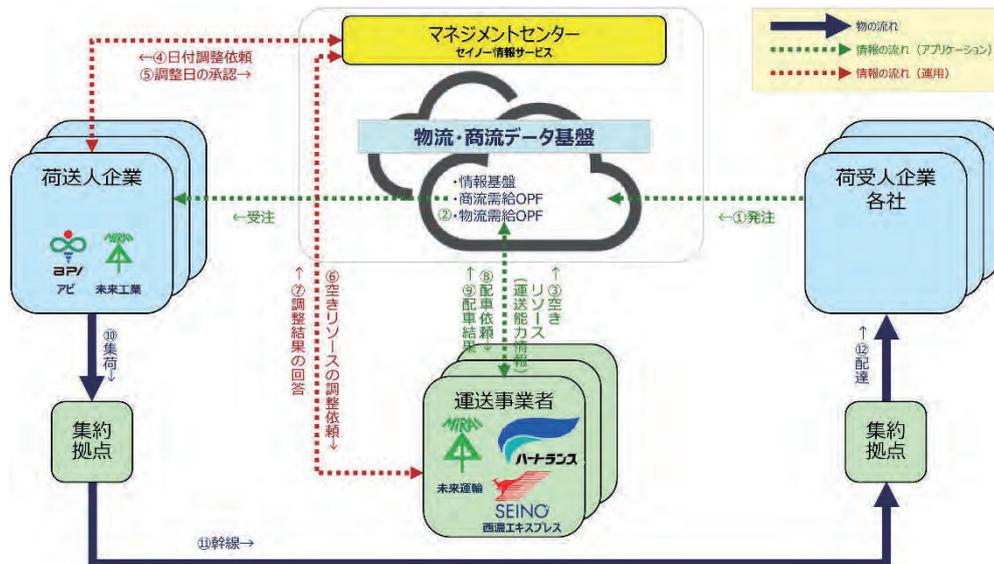
各荷送人企業のFTL貨物及び中ロットのLTL貨物について、荷送人企業から最寄の集約拠点までの輸配送、最寄の集約拠点から配達地域集約拠点までの輸配送及び配達地域集約拠点から荷受人企業までの配達は、異なるトラックが担当する。

●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



(*1) トラック輸送状況の実態調査結果(全体版) - 国土交通省 (<http://www.mlit.go.jp/common/001128767.pdf>) P.5 1 運行の拘束時間とその内訳(車種別) より 大型車の平均時間を想定

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

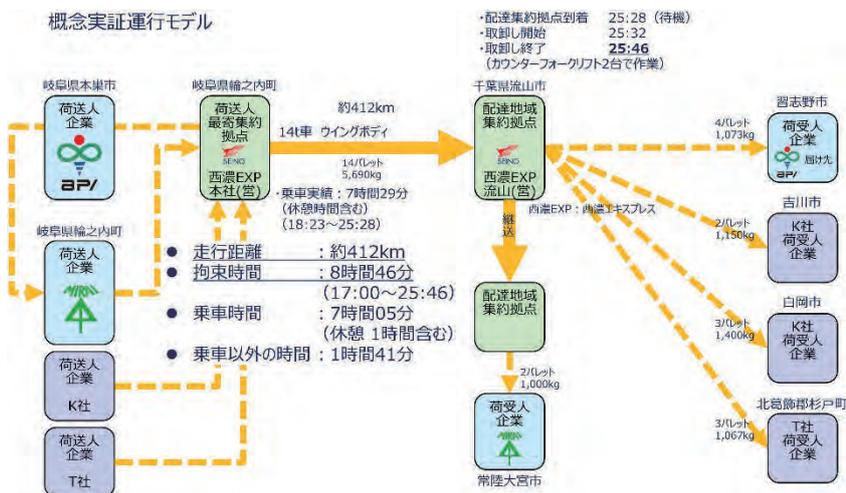
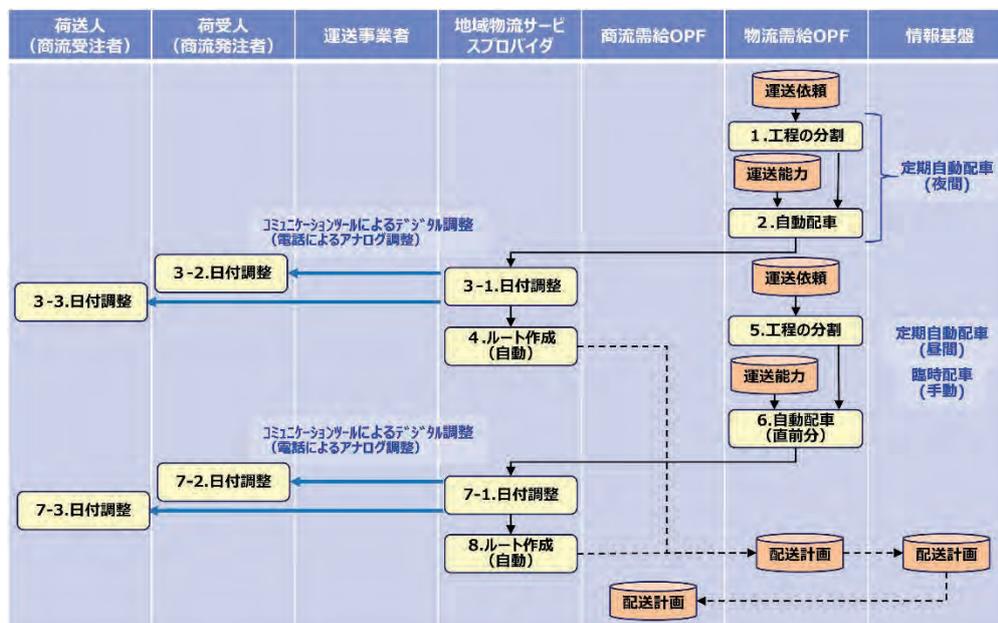


図9は、地域物流の業務等データ基盤に対して、共同運行システムを用いてアジャスティングを行い、ルート計画を決定するフローである。

● 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)

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	作業詳細	運送依頼(件)	時間(分)	SP(人)	システム画面
9:00	9月6日(月) ↑ 配送計画実施日 9月3日(金)の 翌営業日を先に対応	自動配送割付結果確認 ※前日夜実行	・配送未計画運送依頼把握	0	5	1	①
		日付調整 ※調整不要と判断	・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 ・自動配車バッチ手動実行 ・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 ※追加不要と判断	・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 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
				0	0	0	
13:00	9月7日(火) から 9月11日(土) ↑ 配送計画実施日 9月3日(金)の翌週を対応 (翌営業日以外)	自動配送割付結果確認 ※前日夜+当日AM実行	・配送未計画運送依頼把握	0	5	1	③
		日付調整	・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 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	5	79	1	④-1 ④-2 ④-3
		車両リソース追加 ※追加不要と判断	・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 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
				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	作業詳細	運送依頼(件)	時間(分)	SP(人)	システム画面
9:00	9月6日(月) ↑ 配送計画実施日 9月3日(金)の 翌営業日を先に対応	自動配送割付結果確認 ※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枚込みで調整) ・荷送人とのネゴシエーション ・配達日調整 ・自動配車バッチ手動実行 ・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 ※追加不要と判断	・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 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	0	0	0	
				0	0	0	
13:00	9月7日(火) から 9月11日(土) ↑ 配送計画実施日 9月3日(金)の翌週 (翌営業日以外) を対応	自動配送割付結果確認 ※前日夜+当日AM実行	・配送未計画運送依頼把握	51	47	1	③
		日付調整	・日付調整方針検討 (未計画の1枚込みで調整) ・荷送人とのネゴシエーション ・配達日調整 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	7	110	1	⑤-1 ⑤-2 ⑤-3
		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 ・自動配車バッチ手動実行 ・配送計画結果確認 (OK迄)	42	79	2	⑥-1 ⑥-2 ⑥-3
				42	20	2	
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%	118.1%	+39.7pt
1人あたり業務量[重量]	kg/台/日	5,349.6	8269.7	+2,920.1
1人あたり業務量・日々のばらつき[重量]	kg	225.2	714.6	+489.4
1人あたり業務量[枚数]	枚/台/日	4.6	7.2	+2.6
1人あたり業務量・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人あたり業務量[重量]	kg/台/日	6,808.7	8549.1	+1,740.4
1人あたり業務量・日々のばらつき[重量]	kg	736.2	488.1	-248.1
1人あたり業務量[枚数]	枚/台/日	6.6	8.3	+1.7
1人あたり業務量・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。

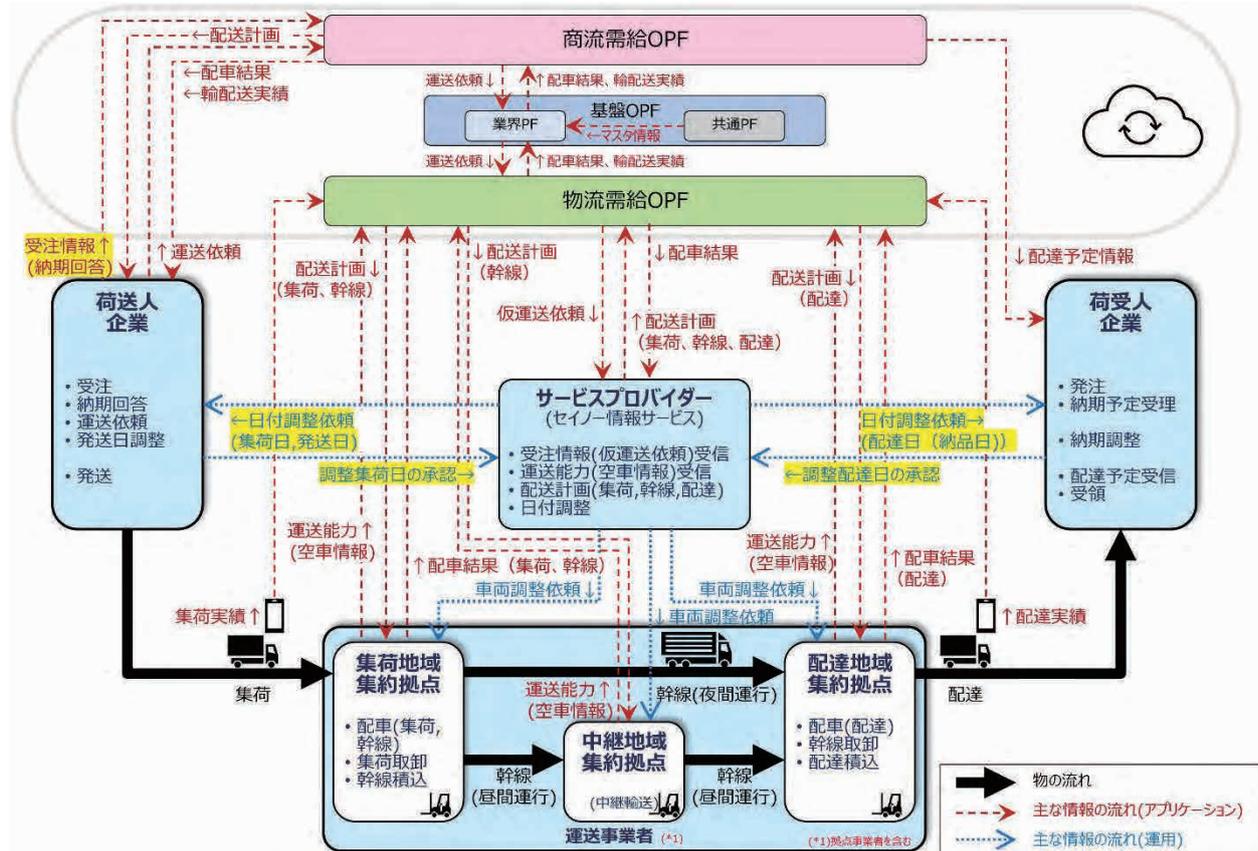
- ①配達日付に猶予期間をもらい、配達日の調整等のネゴシエーションにより、日々の集配物量のばらつきを減少、必要となる車両台数等の集配車運送能力を低減できる。集配物量は、荷主企業から配達リードタイムの1～2日の調整について許容を受けた上で、配達物量の平準化に努めた。配送計画シミュレーションの対象期間においては、配達物量が多い金曜日への調整は行わず、月曜日から木曜日までの間での調整とした。その結果、表7.8では集配物量の日々のばらつきは、東海地域で7.4%、関東地域で4.0%減少が見られた。
- ②配送計画シミュレーションにおける集配車の運送能力は、車格を7t車に統一することを前提とした。従って、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う仮説が検証できた。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。

