

北海道の食料供給力強化に向けた 輸送の全体最適化に関する調査

北海道開発局 開発監理部 開発調整課

1. 業務の概要

■ 業務目的

第9期北海道総合開発計画では、人口減少により、地方部の定住環境の確保が困難となるならば、「生産空間」を維持できなくなり、我が国全体にとって大きな損失になるとされ、北海道が我が国に貢献し続けるためには北海道型地域構造の保持・形成を図り、北海道の価値を生み出す生産空間を維持・発展させることが必要であるとされている。また、人々が長期にわたり住み続けられる地域社会を維持するためには、デジタル技術の活用により時間と空間の制約を克服し、必要なサービスを享受できるようにすることが効果的であることから、「デジタルの活用による生産空間の維持・発展」に取り組むとされており、北海道の強みである「生産空間」の価値を最大化するためにはデジタル技術も活用し、道内外へその価値を届けることが重要である。

一方、北海道では、遠隔消費地までの長距離輸送や積雪寒冷な冬期環境下において確実性、定時性、速達性等が物流面の大きな障壁となっている。さらに今後、2024問題、トラックドライバー不足など様々な環境変化の影響による輸送力低下などの懸念がある。生産空間の食料供給力が十分に活かされなかった場合、全国の家計に多大な影響を与えるとともに、北海道の地方部が衰退し、生産空間の維持が困難になるおそれがある。

本業務では、生産空間を維持・発展させていくうえで必要となる食料供給力強化に向けた輸送の全体最適化方策について調査分析することを目的に、前年度まで北海道外への輸送実態を把握・分析するために必要なデータについて収集するプラットフォーム検討や、現況の輸送実態を再現するためのシミュレーションモデル検討等を行ってきた。今年度は将来的な物流のデジタルツイン構築に向けて必要となるデータプラットフォームのあり方検討や、シミュレーションモデルの評価・検討を実施する。また、デジタルツイン構築に向けて、有識者や運送事業者等と検討するための会議体設置・運営を行う。

■ 業務内容

データプラットフォームの検討

- ① 収集データの選定
- ② 収集データの規格整理
- ③ データプラットフォームの運用

デジタルツインの再現状況の評価・検討

- ① 現況再現の評価・検討
- ② シミュレーションの再現状況の評価・検討

デジタルツインの機能拡張検討

- ① 収集データから導出される再現状況及び将来予測の検討

全体最適化方策の検討のための会議体設置及び運営支援

- ① 会議体のあり方検討
- ② 会議体の運営

2. データプラットフォームの検討

(1) 収集データの選定

物流の再現に向けて必要となるデータと収集先や、不足する情報の推計手法などについて整理した。

○統計調査、実態調査、事業者データ、事業者アンケート調査に基づき食料輸送の概略実態を把握し、統計調査や事業者データ等の活用方策を考察。

①統計データ・関連資料

収集・整理データ	主なとりまとめ事項
作物統計(農林水産省) 大海区都道府県振興局別統計(農林水産省) 牛乳乳製品統計調査(農林水産省) 畜産統計調査(農林水産省)	○北海道内の農産品、水産品、牛乳、乳用種・肉用種の生産量等 ○北海道産品の全国シェア
市場統計(東京卸売市場)	○東京卸売市場での北海道産の農産品・水産品の取扱量
作物統計(農林水産省) 北海道野菜地図(北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会) 北海道水産現勢(北海道水産林務部)	○北海道内の農産品の市町村別生産量 ○水産品生産量上位の市町村別生産量
農畜産物及び加工食品の移出実態調査結果報告書(北海道開発局)	○農産品生産量上位の振興局別・道外出荷割合、出荷先、輸送手段
全国貨物純流動調査(国土交通省)	○出荷品類別移出重量・移出件数 ○振興局別輸送手段別移出重量 ○移出先別輸送経路

②アンケート・ヒアリング調査等補完調査

調査目的	手法	調査対象等	調査内容、収集・整理データ
輸送状況の把握手法の分析のため	ヒアリング調査	オホーツク地域の運送事業者(3社)	・事業所概要(保有車両数、ドライバー数)の調査方法 ・調査の対象とする取扱・輸送品目の設定方法 ・輸送に関する期間、発着地等の設定方法
特定地域・特定品目の輸送状況の詳細把握	アンケート調査	オホーツク地域の運送事業者(35社)	1. 事業所概要: 保有車両数、ドライバー数 2. オホーツク産農産物の輸送概要(青果物、工芸農作物、穀物) ・発着地、輸送時間 ・輸送経路、高規格道路利用 ・月別輸送量
	資料収集	貨物利用の運送事業者	出荷履歴データ ・発地、売上先 ・輸送手段 ・着地、届け先 ・年産、量目、数量、重量
		北海道開発局	・運輸事業者ヒアリング結果 ・通行経路DB 農畜産物及び加工食品の移出物実態調査結果の個票 ・出荷元別農畜産物等移出実態整理票(月別、輸送機関別、輸送先別、主要用途別、仕向先別)

2. データプラットフォームの検討

(1) 収集データの選定

③統計データ・関連資料・補完調査とりまとめ（全道データのうち、“オホーツク地域”の“たまねぎ”の輸送に着目）

- 統計調査（作物統計）の出荷量に対し、**貨物利用の運送事業者提供データ**による出荷量の再現は高い。
- 貨物利用の運送事業者提供データ**や**アンケート調査**により主な輸送手段や利用するJR駅・港湾は整理可能である一方、詳細な経路に関しては更なる調査が必要。
- アンケート調査**や**事業者からのデータ提供**等で補完することで一定程度の輸送実態は把握可能。

■オホーツク地域のたまねぎの輸送実態と課題等

	北海道外への出荷量		出荷先の内訳 (t)	北海道外への輸送手段		北海道内の経路(t)	
	出荷量(t)	課題・対応策		輸送量(t)	課題・対応策	鉄道・港湾取扱量 高速道路利用区間	課題・対応策
①統計調査	352,040						
②実態調査結果	70,186	・回収率の低さ、調査精度の担保 ・貨物利用の運送事業者との連携による精度向上	道内：7,788				
			道外：62,398	鉄道：26,178 ^{注)} フェリ：36,221	・調査結果は集計値 ・全体数量が異なるため使用しにくい		
③貨物利用の運送事業者データ	約31万	・提供データの利用許諾 ・データ使用・活用に関する荷主側も含めた利用許諾 ・実態調査との連携による精度向上	道内：約1万				
			道外：約30万	鉄道：約19万 ^{注)} フェリ：約11万	・概ね、実態数量が把握可能 ・JR貨物データ ・港湾データとの連携	・鉄道発着駅データの有無が不安定 釧路港：約5.5万 苫小牧港・小樽港：約5.5万	
④貨物自動車運送事業者へのアンケート調査結果 (12社回答)	205,977	・調査結果データの利用許諾 ・被験者（事業者等）への作業負担の軽減 ・荷主側、運送事業者への協力要請 ・アンケート実施負担減 ・被験者の回答方法、結果整理用の簡略化、システム化等の仕組みづくり	道外：205,977	鉄道：132,239 ^{注)} フェリ：73,580	・調査協力事業者が多ければ精度が向上 ・荷主側の協力のもと、事業者への要請 ・データ入力に関して簡易的なシステム化等の仕組みづくり	北見駅：116,867 ^{注)} 釧路駅：50 北旭川駅：15,480 釧路港：55,055 苫小牧港：12,133 小樽港：6,392 高速道路区間（利用IC）あり	・詳細経路は今回調査では不明 ・輸送経路の補足調査手法の確立 ・経路途中の交通拠点把握が必要
			※貨物利用の運送事業者の提供データ（約30万t）の約7割を補足				

注)トラック代行含む

- 輸送実態のより詳細なシミュレーションモデル化にあたり、**物流事業者より、生産地・出荷地から鉄道や海運の交通拠点までのトラックでの詳細な利用経路の取得が必要。**

2. データプラットフォームの検討

(1) 収集データの選定

④統計データ・関連資料・補完調査の整理・比較

○性質の異なる収集データ（統計データ、純流動データ、ヒアリングデータ等）が多数あることから、各データの特徴を整理・比較を行い、輸送実態のシミュレーションモデル化にあたり、データプラットフォーム構築に向け不足情報の確認を行った。

【凡例 ○：入手可、△：一部入手可、×：入手不可】

データ	データ概要	現況再現となる統合調整方法に必要な項目			
		出荷量/産地	出荷先	輸送手段	利用経路
		市町村別 農協別	道内：市町村別 道外：県・地方区分	鉄道、トラック (内航船、航空機)	主要道路 ネットワーク
公表調査データ	統計調査	○ 市町村別単位での集計	×	×	×
	実態調査結果	△ 振興局単位での集計 全数調査ではないため 出荷量と不一致	○ 道内 振興局別 道外 地方区分別	△ 集計値で整理 詳細な出荷元・先が不明	×
個別調査データ	貨物利用運送事業者データ	△ 農協単位での集計 概ね出荷量と一致 一部農協データなし	○ 道外 県別 一部農協データなし	△ 出荷単位で整理 発着駅、発着港不明 一部農協データなし	
	貨物自動車運送事業者へのアンケート調査	△ 全数調査ではないため 出荷量と不一致	△ 道外の詳細地は不明	○ エリア単位で整理 発着駅、発着港	△ 詳細な輸送経路 (一般道等) は不明
	全国貨物純流動調査	全国を対象に輸送手段を網羅的に把握する実態調査 (3日間で実施)			

○「出荷量」、「出荷先」、「輸送手段」はデータ収集が可能なものの、「利用経路」については詳細な輸送経路情報が入手不可な状況。

○輸送実態の把握に向けては**詳細な輸送経路情報の取得が必要⇒詳細経路アンケート調査を検討**

輸送実態の把握のために必要生産地から鉄道や海運の交通拠点までの詳細な輸送経路の取得方法について調査方法の整理を行った。

○地域や品目毎に運送事業者への詳細経路アンケート調査にてデータ収集を実施。

調査対象		北海道内から北海道外に出荷される農水産品
調査事業者		地域の運送事業者
調査方法		アンケート調査
調査内容	発地	農水産品の出荷元（施設）
	着地	輸送拠点（鉄道駅、空港、港湾）
	輸送時間	発地から着地までの所要時間
	利用経路	高規格道路、一般道、利用IC など
	輸送量	月別輸送量

[illegible]

地域内輸送

幹線輸送

地域内の農産物の出荷元（施設）

輸送拠点

卸売市場
仲卸業者
売買参加者
製造業者
小売業者
外食業者

消費者

直売所・宅配

鉄道駅、港湾、空港

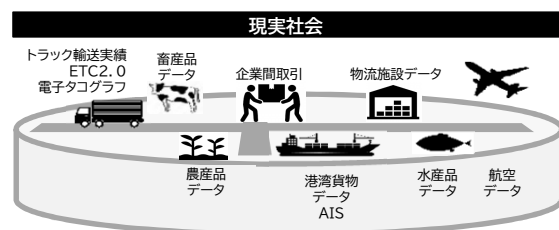
2. データプラットフォームの検討

(1) 収集データの選定

⑥ データプラットフォームの全体構成

- 統計調査、実態調査、事業者データ、事業者アンケート調査結果、及び不足する情報を補完することで、輸送の全体最適化方策の検討に向け、輸送実態の把握・分析するために必要なデータを収集するデータプラットフォームを構成する。
- 不足する情報については、適宜独自調査等を検討し情報の補完を実施する。

<既存収集可能情報>



収集・整理データ			主なとりまとめ事項
作物統計(農林水産省) 北海道都道府県振興局別統計(農林水産省) 牛乳乳製品統計調査(農林水産省) 畜産統計調査(農林水産省)			○北海道内の農産品、水産品、牛乳、乳用種・肉用種の生産量等 ○北海道産品の全国シェア
市場統計(東京卸売市場)			○東京卸売市場での北海道産の農産品・水産品の取扱量
作物統計(農林水産省) 北海道野菜地図(北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会)			○北海道内の農産品の市町村別生産量 ○水産品生産量上位の市町村別生産量
北海道水産現勢(北海道水産林務部)			
農畜産物及び加工食品の移出実態調査結果報告書(北海道開発局)			○農産品生産量上位の振興局別・道外出荷割合、出荷先、輸送手段
全国貨物純流動調査(国土交通省)			○出荷品別移出重量・移出件数 ○振興局別輸送手段別移出重量 ○移出先別輸送経路
調査目的	手法	調査対象等	調査内容、収集・整理データ
輸送状況の把握手法の分析のため	ヒアリング調査	オホーツク地域の運送事業者(3社)	・事業所概要(保有車両数、ドライバー数)の調査方法 ・調査の対象とする取扱・輸送品目の設定方法 ・輸送に関する期間、発着地等の設定方法
特定地域・特定品目の輸送状況の詳細把握	アンケート調査	オホーツク地域の運送事業者(35社)	1. 事業所概要: 保有車両数、ドライバー数 2. オホーツク産農産物の輸送概要(青果物、工芸農作物、穀物) ・発着地、輸送時間 ・輸送経路、高規格道路利用 ・月別輸送量
	資料収集	貨物利用の運送事業者	出荷履歴データ・発地、売先・輸送手段・着地、届け先・年産、量目、数量、重量
		北海道開発局	・運輸事業者ヒアリング結果 ・通行経路DB 農畜産物及び加工食品の移出実態調査結果の個票 ・出荷元別農畜産物等移出実態整理票(月別、輸送機関別、輸送先別、主要用途別、仕向先別)

不足する情報を補完

<不足する情報>
独自調査等で取得
(例) 詳細経路アンケート調査

<データプラットフォーム>

区分		収集データ項目(案)	
輸送内容	輸送物情報	輸送物	名称 取扱品目
		数量	数量
		梱包個数	梱包個数 梱包単位
		重量	重量 重量単位
	発着情報	出発場所	出発場所
		到着場所	到着場所
輸送手段	月情報	出発月	出発日
		到着月	到着日
	手段情報	移動手段	道内移動 道内外移動
		車両種別	車両種別
		交通結节点	交通結节点
ネットワーク情報	経路情報	移動経路	DRMバージョン 2次メッシュ番号 流入ノード 流出ノード
	道路ネットワーク		DRMバージョン 2次メッシュ番号 流入ノード 流出ノード

2. データプラットフォームの検討

(2) 収集データの規格整理

既存のデータおよび、不足する情報データの収集を踏まえ、データプラットフォーム構築に向けて規格・基準を整理した。どのようにデータを収集するか役割、ルールの整理を行った。

区分		収集データ項目（案）		データ規格	データ提供元・収集方法
輸送内容	輸送物情報	輸送物	名称	K(100)	①事業者提供の出荷履歴データを基に作成 （年間値、野菜・果実等全品目） ②運送事業者アンケート調査を基に①を検証確認 ③作物統計調査を基に全体捕捉状況を検証確認
			取扱品目	X(3)	
		数量	数量	9(11)V(4)	
		梱包個数	梱包個数	9(9)	
			梱包単位	X(3)	
		重量	重量	9(11)V(3)	
	重量単位		X(3)		
	発着情報	出発場所	出発場所	X(20)	
		到着場所	到着場所	X(20)	
月情報	出発月	出発日	X(8)		
	到着月	到着日	X(8)		
輸送手段	手段情報	移動手段	道内移動	X(2)	①事業者提供の出荷履歴データを基に作成 ②①で捕捉できない輸送手段情報は、全国貨物純 流動調査結果マスターデータを用いて補完推計
			道内外移動	X(2)	
		車輛種別	車輛種別	X(3)	
		交通結節点	交通結節点	X(7)	
	経路情報	移動経路	DRMバージョン	X(4)	①事業者への詳細経路アンケート調査を基に作成
			2次メッシュ番号	X(6)	
			流入ノード	X(6)	
			流出ノード	X(6)	
ネットワーク情報		道路ネットワーク	DRMバージョン	X(4)	①データプラットフォーム管理者が作成
			2次メッシュ番号	X(6)	
			流入ノード	X(6)	
			流出ノード	X(6)	

※規格の表現事項・・・K()：カナ、X()：文字列、9()：数値（整数）、9()V()：数値（小数点含む）

2. データプラットフォームの検討

(3) データプラットフォームの運用

前節までで検討したデータプラットフォーム（以後、DPFと表記する）の運用方法（管理者、利用者制限、データ保存・格納先、セキュリティ確保、メンテナンス計画等）について検討した。

- DPFの運用にあたっては、DPF環境で保持するデータを情報資産として特定し、情報資産を管理する役割、責任を明確にすることで漏洩等のリスクを低減することが必要。運用者は情報資産に対する保護の責任を明確にし、利用者与管理責任について合意する必要。
- 将来的なデータ拡張については、全国一律でのデータ収集に向けた仕組みが構築されており、データが取得しやすい環境にある物流情報標準ガイドラインにてとりまとめられている「物流情報標準データ項目一覧」を考慮することで担保できる。
- また、輸送環境実現に向けて連携が想定される他機関データとしては、通行障害の可能性の早期把握に活用可能な気象データや、収集データの代替可能性等に活用可能な商用車プローブデータが挙げられる。気象データは気象庁、商用車プローブは矢崎総業社、富士通社、日野自動車社等がデータホルダーとなる。

項目	概要
管理者・利用者権限	管理者は各情報資産について管理責任者を定めるとともに、その利用の許容範囲（利用可能者、利用目的、利用方法、返却方法等）を明確にした上で管理するとともに文書化することが必要。
データ保存・格納	データ（情報資産）の価値や、法的要求（個人情報保護等）等に基づき、気密性や重要性の観点から情報資産を分類した上で、情報目録を作成し、維持することが必要。
セキュリティ対策	運用者は、自らの責任範囲における全ての情報セキュリティ対策が、情報セキュリティポリシーに則り正しく確実に実施されるように、定期的に及び脅威の変化や設定・構成変更等の状況変化に応じてレビュー及び見直しを行うことが必要。 また、組織の情報セキュリティのための方針群及び標準に関し、システムや提供するサービスが、定めに従って技術的に順守されていることをレビューすることが必要。
メンテナンス	メンテナンスの目的、適用範囲、役割、責任、組織間の調整及びコンプライアンスを取り扱うメンテナンスポリシーを策定、文書化し、経営コミットメント、関係する組織に配布することが必要。

■管理者・利用者権限視点で実施事項

- ・管理者は、レビュー及び見直しの方法をあらかじめ定め、実施したレビュー及び見直しの結果を記録し、その記録を保管管理。
- ・管理者はデータへのアクセスを管理できるようにするため、利用者にユーザー登録及び登録削除機能とその仕様を提供。
- ・利用者がデータへのアクセスをできるようにするため、管理者は利用者にアクセス制御を提供。
- ・管理者は特権アクセス権の割り当て及び利用を制限し管理。
- ・管理者は、秘密認証情報を割り当てる手順及び利用者が秘密認証情報を管理する手順（ユーザー認証手順を含む）について、利用者に情報を提供。

■データ保存・格納視点で実施事項

- ・データの目録における記載内容は、他の目録における記載内容と整合。
- ・情報資産の分類方法と各情報資産の管理者を定め文書化。
- ・情報資産の保護レベル（機密性、完全性、可用性）を各情報資産が直面するリスクの大きさに基づいて定め文書化。
- ・全ての管理者、利用者に対して情報資産の利用の許容範囲に関する規則に従うよう義務付け。

■セキュリティ対策視点で実施事項

- ・管理者はレビュー及び見直しの方法を予め決めておき、レビューは半年ごとに実施。
- ・管理者はレビュー及び見直しの結果を記録し、その記録を保管管理。
- ・点検・監査は、十分な技術力及び経験を持つ者の監督の下で実施。
- ・システム、システムコンポーネント又は提供するクラウドサービスに対するセキュリティ侵害テストを組織が定めた頻度で実施。

3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(1) 現況再現の評価・検討

輸送経路の現況再現に向けて、収集データを統合する際の調整手法を整理した。整理検討では、性質の異なる収集データ（統計データ、純流動データ、ヒアリングデータ等）が多数あることから、各データの特徴を整理・比較を行いつつ活用方法、補完方法を検討し、より確からしい現況再現となる統合調整方法を整理した。また、上記項目で整理した統合調整方法の現況再現性の評価を行った。評価にあたっては、関係業界とのヒアリングや各種統計データとの比較を行うなど、再現性の検証を行った。

① 各種データを用いた輸送経路の現況再現方法

○データプラットフォームの性質の異なる各種データの特徴を整理・比較しつつ、活用方法、補完方法を検討し、これらを統合調整し、輸送経路の現況再現を実施。

	データ量 サンプル量	地域別 出荷量	出荷 先	輸送 手段	利用 経路	活用方法・補完方法
①統計調査	○	○	×	×	×	・データ量や地域別出荷量は整うものの、それらと出荷先や輸送手段、利用経路と関連づけられないため、活用不可
②実態調査結果	×	△	○	△	×	・調査精度が低く、調査結果の年変動が大きいいため、データ量・サンプル量が不安定であり、活用不可
③事業者データ	△	△	○	△	×	・データ量が安定的にあり、地域別出荷量、出荷先、輸送手段が関連づけられているため、利用経路の補完方法を検討することで活用可能
④運送事業者 アンケート調査	×	△	△	○	△	・サンプリングする事業者が少ないため、現状のデータ量は少なく活用不可。調査規模を拡大するにあたっての適切な手法の検討が必要。
⑤全国貨物 純流動調査	△	△	△	○	△	・全てのデータが一定程度捕捉できているため、③事業者データの補完データとして活用可能

・現況再現のために重要となる「出荷先」「輸送手段」、その元となる「地域別出荷量」の情報が把握可能な③事業者データを基礎データとし、⑤全国貨物純流動調査で「輸送手段」情報を補完することで、道内→道外の輸送経路を推計した現況再現を検討 ⇒**経路推計に基づく現況再現**

・また、データプラットフォーム構築検討において不足する情報の調査として検討した「詳細経路アンケート調査」について、全数把握には期間を要するため、地域・品目を限定した調査を実施し、それに基づく現況再現についても別途検討 ⇒**詳細経路アンケート調査に基づく現況再現**

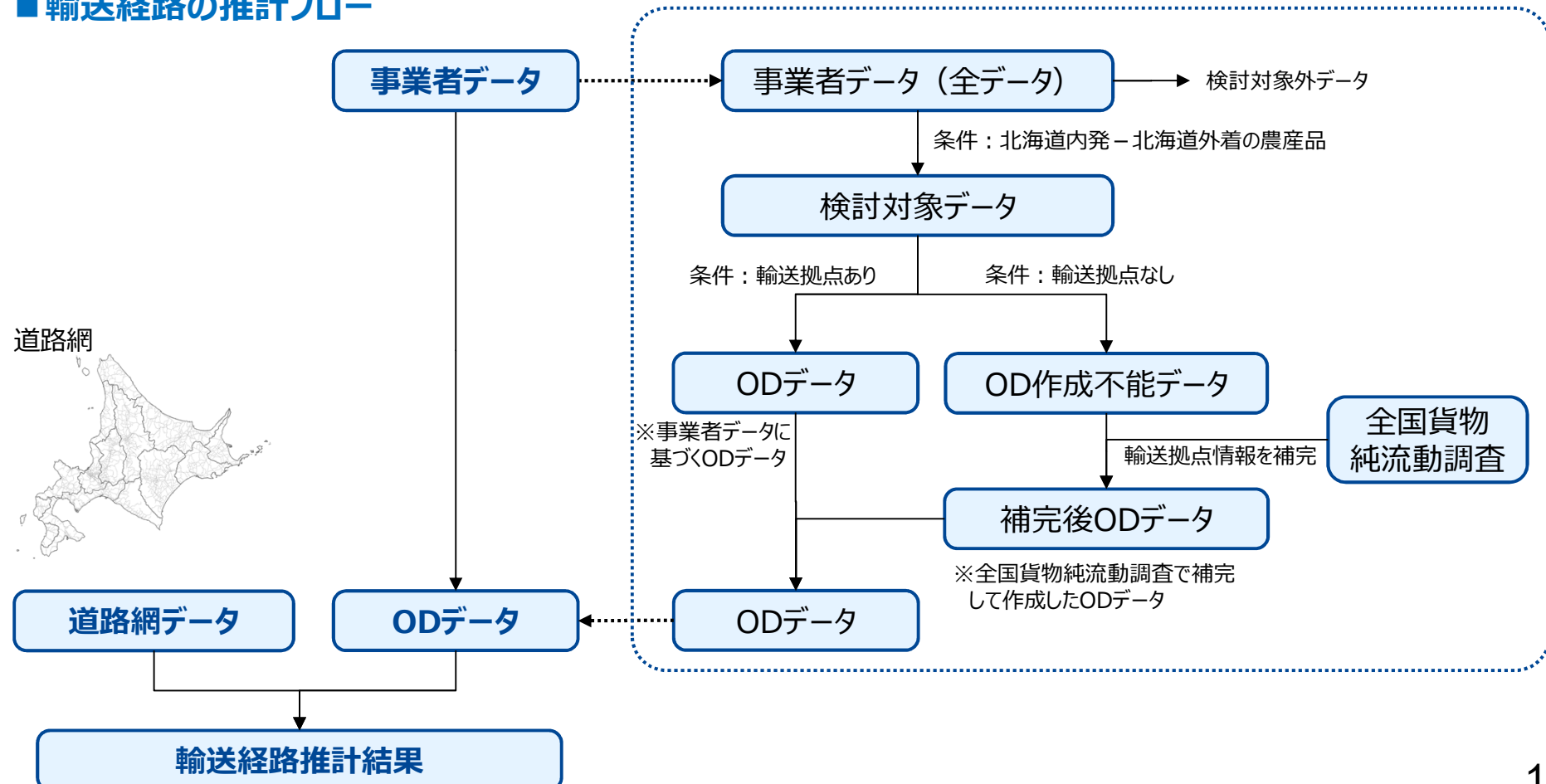
3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(1) 現況再現の評価・検討

②経路推計に基づく現況再現の実施フロー

- 事業者データより、北海道内発－北海道外着の農産品の輸送データを抽出し、このうち、出荷量、発着地、輸送機関、輸送拠点が揃う輸送データはODデータとして使用。
- 出荷量、発着地、輸送機関、輸送拠点が揃う輸送データについては、全国貨物純流動データの出荷量、発着地、輸送機関、輸送拠点情報を用いて輸送データを補完した後にODデータとして使用。

■輸送経路の推計フロー



3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(1) 現況再現の評価・検討

③ 経路推計に基づく現況再現

○事業者データを基に整理した野菜・果物のODデータをネットワークデータ上の輸送経路として推計。

出荷地域	発地：北海道内 着地：北海道外
輸送機関	鉄道、航空、フェリー、RORO船（コンテナ含む）、トラック
推計品目	キャベツ、きゅうり、だいこん、たまねぎ、トマト、なす、 にんじん、ねぎ、はくさい、 ばれいしょ、ピーマン、ほうれんそう、レタス、さといも

④ 詳細経路アンケート調査に基づく現況再現（オホーツク地域のたまねぎ輸送）

- 今後のデータプラットフォーム構築に向けた調査結果の有効性確認のため、今回は特定地域（＝オホーツク地域）、特定品目（＝たまねぎ）に限定した、運送事業者へのヒアリング（詳細経路アンケート調査への回答）及び現況再現を実施。
- 詳細経路アンケート調査は、運送事業者の特段の協力の下に成立するものであるため、回答事業者の回答負担を軽減するなど持続可能な調査手法の開発も重要。

⑤ 輸送実態の現況再現・可視化に関する考察

① 経路推計に基づく現況再現

- 事業者データを基に、北海道内発－北海道外着の農産物の出荷量、輸送機関、輸送拠点を整理し、発地となる市町村から輸送拠点までの経路（道路）を推計し、**北海道内全域の農産物輸送を現況再現・可視化**。

<事業者ヒアリング>

- ・概ね現実の輸送ルートの再現になっていると考える。
- ・高速道路区間の通行は、出発時間や到着時間等を踏まえて、状況に応じて輸送ルートを決めるものなので、異なる部分も生じる。

<検証結果>

- 事業者データを基に、全道を対象に多様な品目で現況再現を実施
- 一方で、出荷元である市町村から輸送拠点までの所要時間最短となる経路を選択する推計をしているため、輸送費用、輸送ロット、荷姿、出発・到着時刻制約などを輸送機関選択、経路選択にとりいれている実際の輸送状況とは差異が発生している可能性あり。

<対応方針>

- 市町村から輸送拠点までの最短経路探索に利用者均衡をとりいれることなどシミュレーション精度の向上が重要。

② 詳細経路アンケート調査に基づく現況再現

- オホーツク地域の運送事業者への詳細経路アンケート調査にて把握した経路情報を基に、**オホーツク地域のたまねぎの輸送を現況再現・可視化**。

<事業者ヒアリング>

- ・輸送ルートや輸送量の再現化により、輸送実態が見える化出来て大変ありがたい。
- ・再現した結果を活用し、最適なルート検討に繋がればよいと思う。

<検証結果>

- 調査対象の運送事業者に制約はあるものの、オホーツク地域から出荷されるたまねぎの一定量は捕捉でき、詳細経路の現況再現を達成。
- 一方で、事業者の制約上、固定的な経路選択となっている可能性もあるため、最適なルートの検討に向けては調査対象事業者の拡大などが必要。

<対応方針>

- 調査の対象とする事業者数を増加させることが有効であるものの、費用面での制約もあるため、貨物車プローブなどのビッグデータの活用検討が有効。

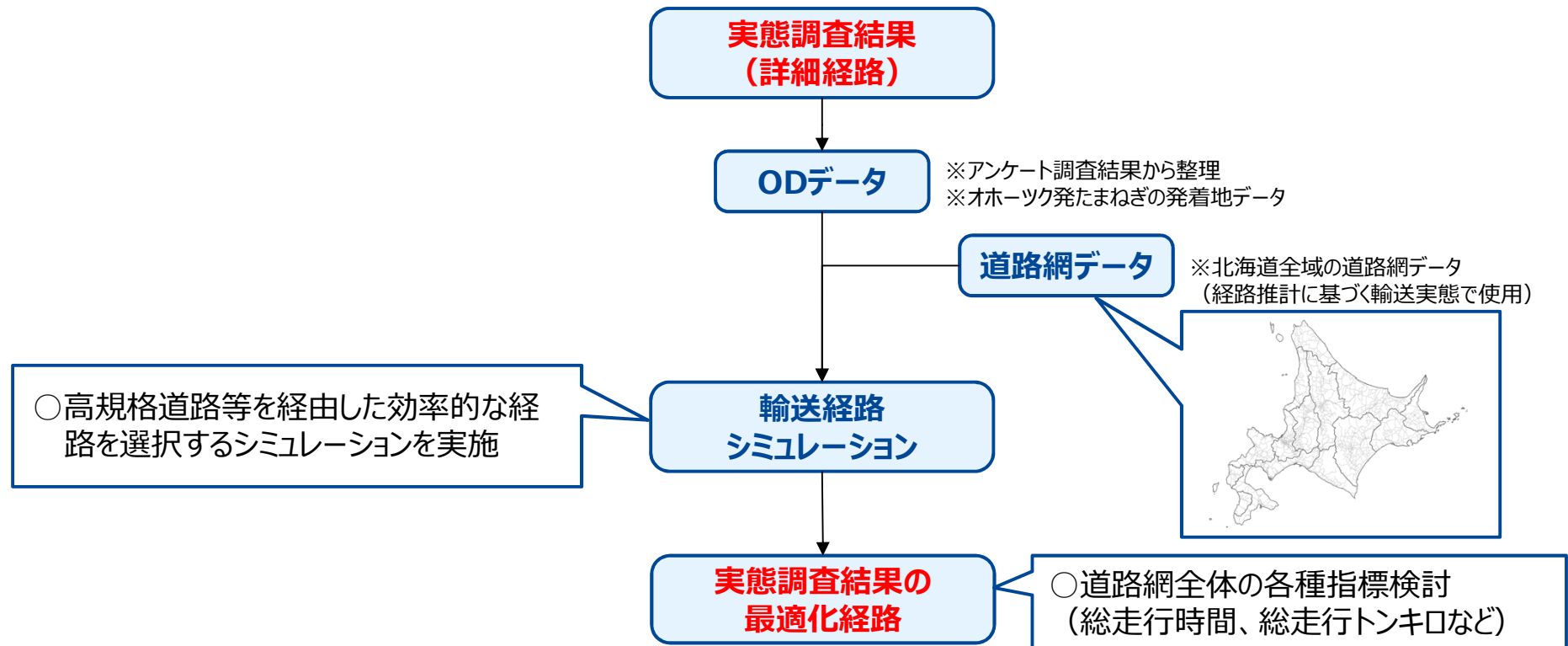
3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(2) シミュレーションの再現状況の評価・検討

シミュレーションモデルの運用に向けて、①オホーツク地域の運送事業者への詳細経路アンケート調査に基づく現況再現を最適化したシミュレーション、②経路推計に基づく現況再現を事象発生を想定したシミュレーション、2つのケースで評価する方法を検討した。

①最適化方策に向けたシミュレーション

○オホーツク地域の運送事業者への詳細経路アンケート調査にて把握した経路情報のうち、出荷地域から輸送拠点までの輸送経路シミュレーションを行い、その経路の最適化を検討。



②経路推計に基づく事象発生時の輸送シミュレーション

○ネットワークにおける一部区間の不通となるケースを想定し、輸送実態の経路推計結果の影響度合いを評価。

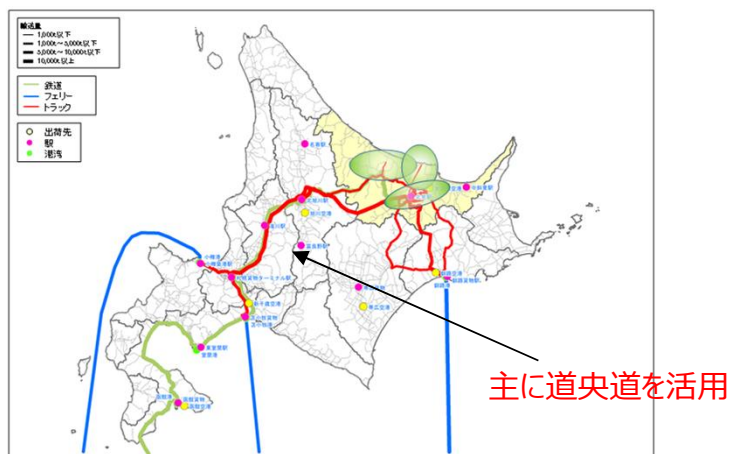
3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(2) シミュレーションの再現状況の評価・検討

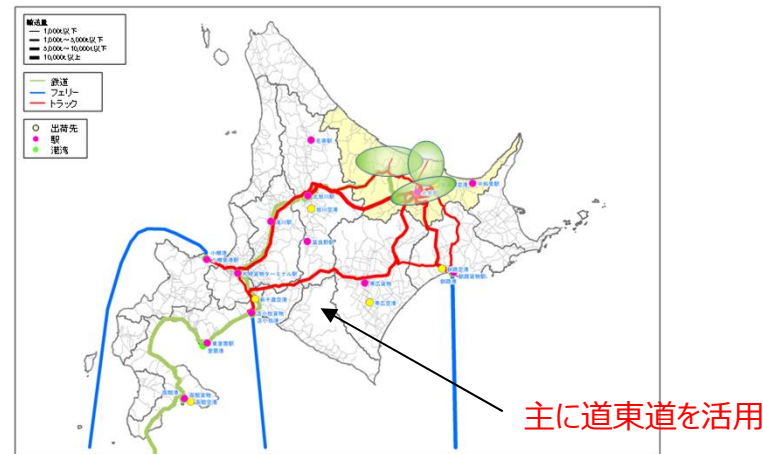
①最適化方策に向けたシミュレーション

- 高規格道路等を経由した効率的な経路を選択するシミュレーションを実施し、ネットワークレベルでの各種指標により評価。
- シミュレーションは、①道央自動車道を主に活用する経路選択、②道東自動車道を主に活用する経路選択にて実施。

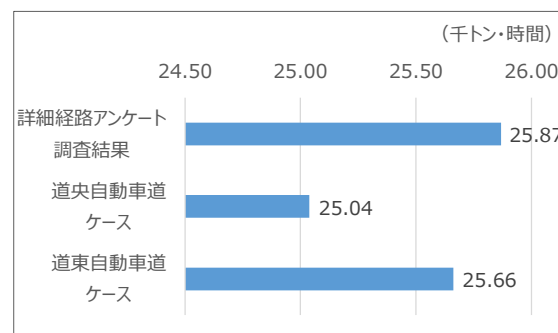
①道央自動車道ケース



②道東自動車道ケース



■総走行輸送量・時間



○時間指標

道央自動車道ケース：4%減
道東自動車道ケース：1%減

- オホーツク地域発のたまねぎ輸送で、高規格道路をより利用すると、時間指標は一定程度削減する効果。
(時間指標としては一定程度の削減を確認出来るか、有料区間においては料金抵抗も検討が必要)
- データ収集の事業者数や多様な品目、経路等を増強することで、より多様な輸送の最適化方策の検討が可能。

3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(2) シミュレーションの再現状況の評価・検討

②経路推計に基づく事象発生時の輸送シミュレーション

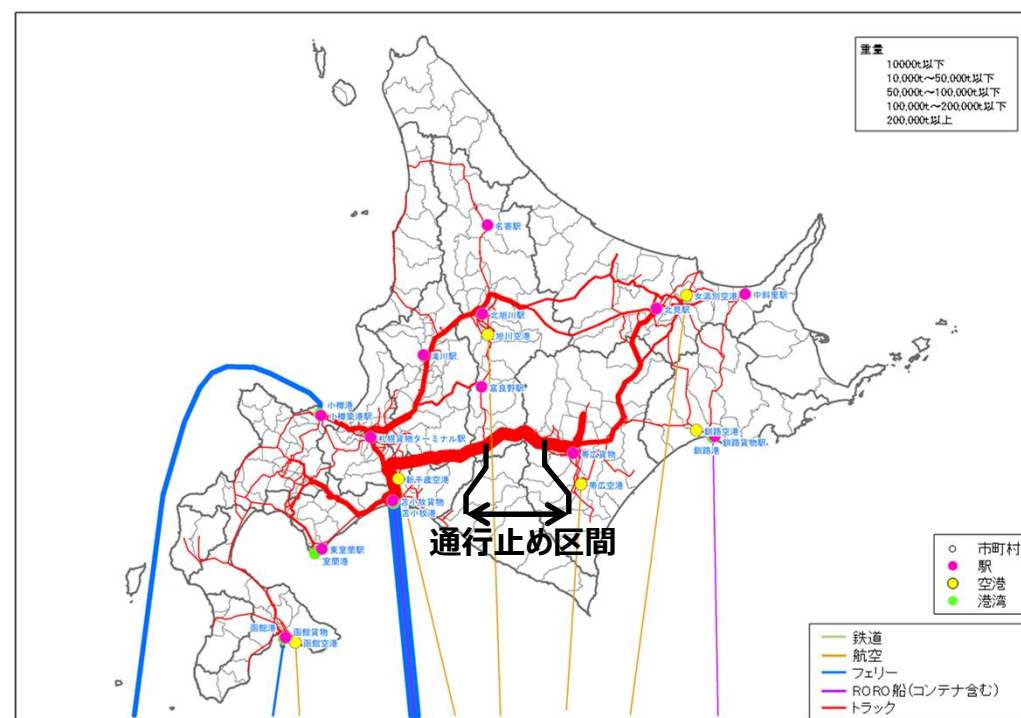
○ネットワークにおける一部区間の不通となる“災害時”のケースを想定し、“平常時”と“災害時”の経路推計結果の比較から影響度合いを評価。

■ 検討ケース

- ・事業者データを基に整理した約90万t分の野菜・果物のODデータをネットワークデータ上の輸送経路として推計
- ・発地となる市町村から輸送拠点までの道路の利用経路を推計
- ・鉄道、フェリー・RORO船（コンテナ含む）の交通機関選択、鉄道駅、港湾の輸送拠点選択は推計の対象外

出荷地域	発地：北海道内 着地：北海道外への輸送拠点
輸送機関	鉄道、航空、フェリー、RORO船（コンテナ含む）、トラック ※輸送拠点までの経路を推計
推計品目	農産品（全品目）
ケース	平常時 災害時（道東道占冠IC～十勝清水IC、 R274日勝峠付近が不通）

■ “平常時”の経路推計に基づく輸送実態



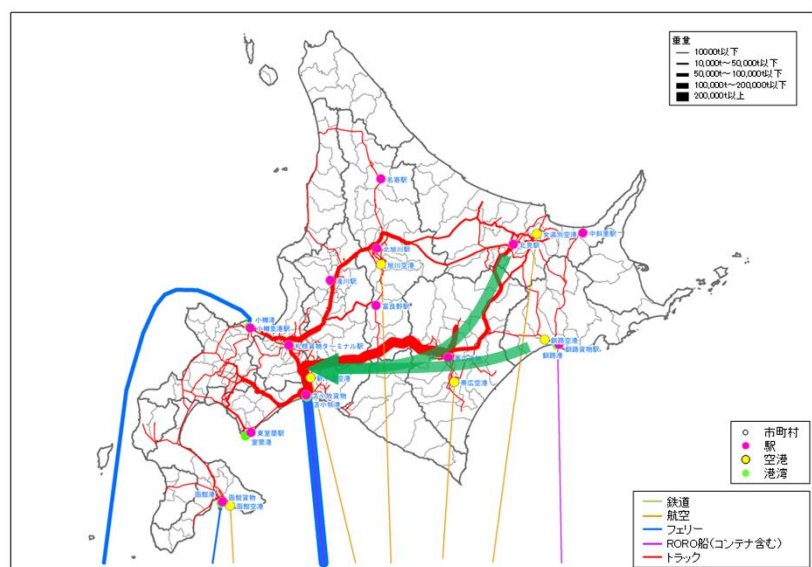
3. デジタルツインの再現状況の評価・検討

(2) シミュレーションの再現状況の評価・検討

②経路推計に基づく事象発生時の輸送シミュレーション

- 災害時の道路ネットワークの不通（道東道、R274）により、広域の迂回が発生し、北海道全体の農産物輸送では、総走行輸送・時間（トン・時）は11%増、総走行輸送・距離（トン・km）は8%増。
- 道東道とR274の不通により、オホーツク方面からのODは旭川紋別自動車道やR39を経由した道央自動車道を利用する広域な迂回をし、十勝・釧路方面からのODはR38・R237の比較的小規模な迂回をする場合のほか、帯広広尾自動車道へ迂回する場合などがみられる。

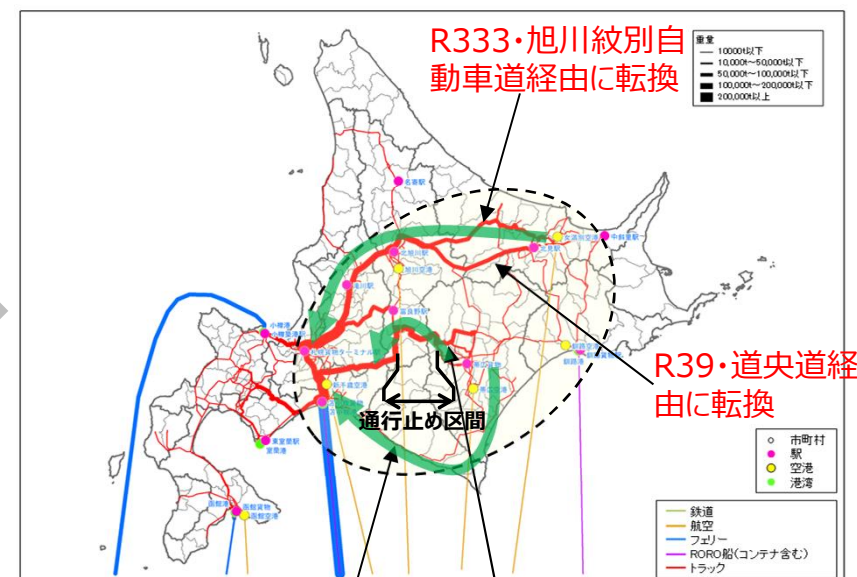
■“平常時”の経路推計に基づく輸送実態



※コンテナ：RORO船含む

■“災害時”の経路推計に基づく輸送実態

★オホーツク地域発－苫小牧港着の輸送に影響



R235・R236経由に転換 R38・R237経由に転換

- 上記シミュレーションにでは、災害発生時の影響度合いを定量的に分析できるため、今後は、多様なケースを想定し、施策展開、施設整備の必要性や効果検証等、輸送の全体最適化に活用。
- 将来的には、輸送機関選択や輸送拠点選択も考慮したシミュレーションが可能。

4. デジタルツインの機能拡張検討

(1) 本業務で検討したシミュレーションモデル以外の現況再現や将来予測手法の調査検討

本業務において検討したシミュレーションモデル以外の現況再現や将来予測手法の調査検討を行い、輸送実態の現況再現や将来予測の精度向上等に向けた拡張方法を検討した。

- 海外等で展開され、様々な活用分野、対象に用いられている物流の現況再現や将来予測のモデルであるSimMobility Freightの特性を整理し、機能拡張に向けた検討を行った。

■ 海外における物流の現況再現や将来予測を行うモデル

■ SimMobility Freightを用いた配送シミュレーション

- SimMobilityは、マサチューセッツ工科大学で開発を行っている交通シミュレータであり、このシミュレータ上に貨物流の行動モデルを導入し、物流の評価を可能とし機能を拡張したものがSimMobility Freightである。
- 荷主側の制約条件に加え、配送事業者側の制約条件（配送時間制限・夜間配送、集約配送スキーム、クラウド配送、貨物車用駐車施設の再配置など）が設定可能。
- 都市圏内の貨物流動、配送に使用する車両の規模と配送頻度、運送業者のロジスティクス業務、Eコマース需要・配送などの物流関連施策を検討する際に、配送事業者の視点を取り入れたシミュレーションが可能であり、より現実的なレベルでの施策効果検証が可能。

出典：

坂井孝典他「SimMobility Freight: 物流ソリューションを評価するためのエージェントベースの都市貨物シミュレータ」、交通研究/パートE 物流と交通レビュー 141



Passenger vehicles

Goods vehicles

都市内の貨物物流（車両輸送）について

■ 機能拡張に向けた視点

- SimMobilityは、オープンソースのモデルとしてオンラインサービスとして展開されている。
- 今後も拡張が期待されることや、追加の機能などのカスタマイズを行えることが特徴であり、北海道特有の物流環境への対応ができるなどのメリットがある。
- 並列演算にも対応していることから、北海道全域を扱うような計算規模が大きいケースにおいても、スーパーコンピュータにより並列処理できるなどのスケーラビリティにも優れている。

■ 当該モデルを用いた機能拡張の検討

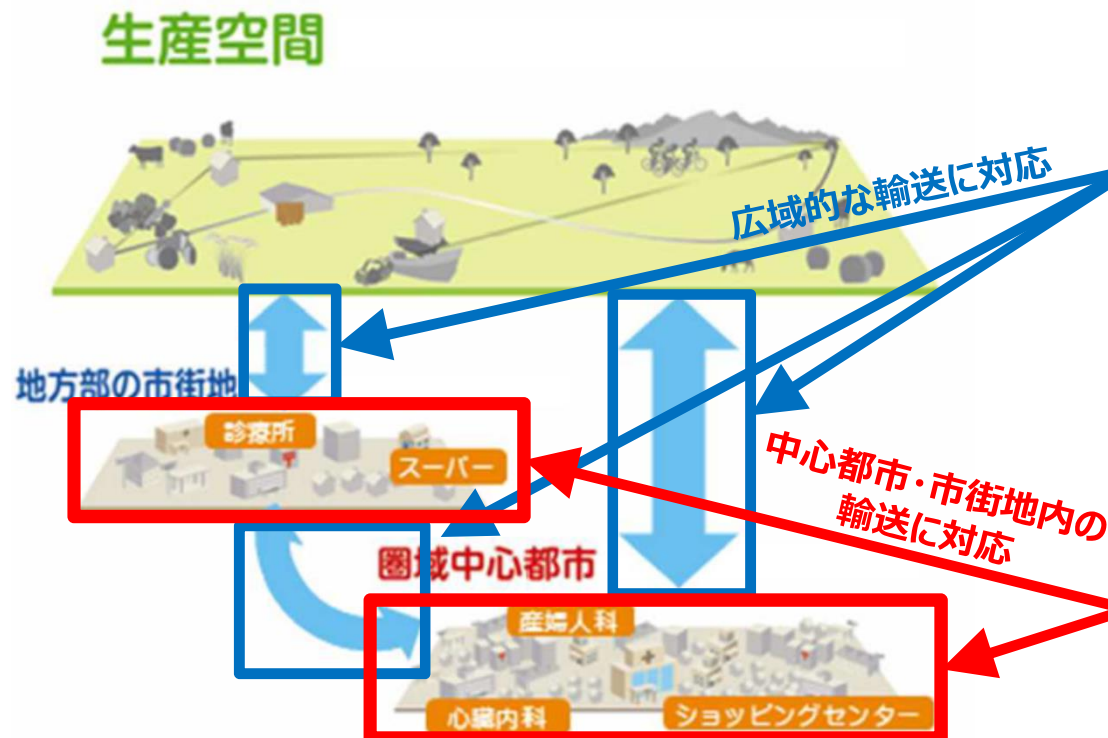
- SimMobilityは、都市内の物流の現況再現や将来予測に特化したシミュレーションモデルであり、今回本業務で検討した広域エリアを対象としたシミュレーションと組み合わせることにより、輸送の全体最適化に向けた検討が可能。

4. デジタルツインの機能拡張検討

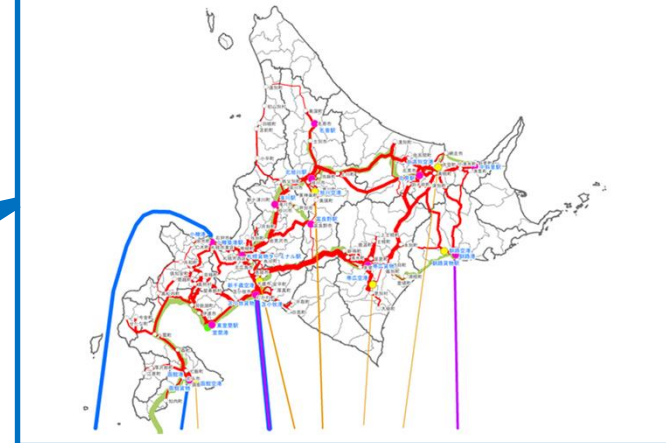
(1) 本業務で検討したシミュレーションモデル以外の現況再現や将来予測手法の調査検討

- 圏域中心都市、市街地、生産空間の3層構造で構成される北海道型地域構造において、各中心都市・市街地と各生産空間を繋ぐ広域的な輸送については、今回検討したシミュレーションモデルにより予測が可能となる。
- eコマースやデマンドに応答した物流、中継輸送など**時間軸の考慮したモデルへの拡張、各中心都市・市街地内の輸送については、交通渋滞の影響などを考慮した現況再現や予測精度の向上が必要**であることから、**都市内の交通や時間軸などを考慮した物流を取り扱うことができるSimMobilityFreight**で更なる機能拡張が可能。
- また、SimMobilityFreightは、**短期、中期、長期のフェーズでの土地利用変化、物流需要の変化などのシミュレーションも可能**であることから、**短期的な物流の最適化のみならず、中長期的な物流の最適化についても拡張が可能**。

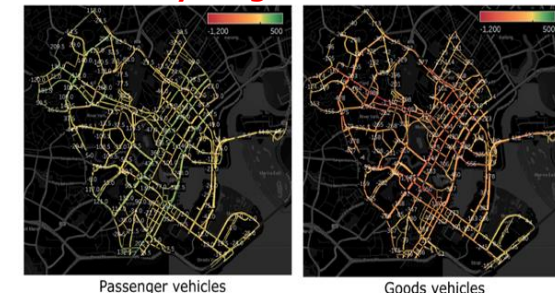
■モデルの拡張性のイメージ



■本業務のシミュレーションモデル

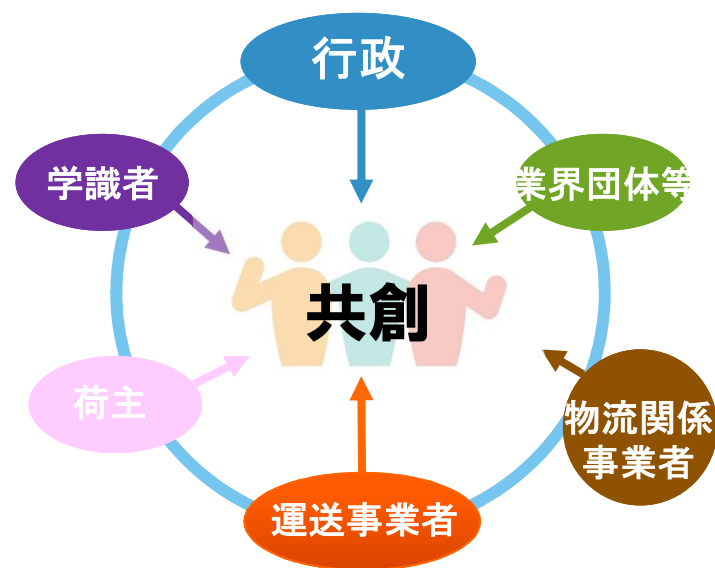


■SimMobilityFreight

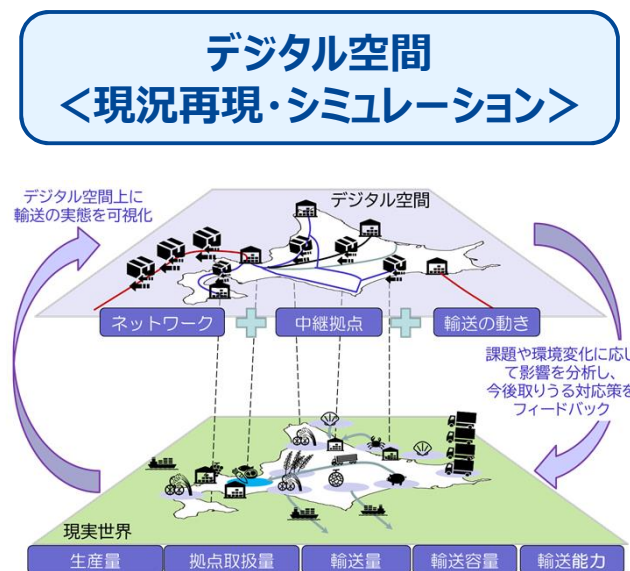


（１）会議体のあり方検討

- 行政、学識者、物流関係事業者、業界団体等の多様な主体による共創の機会を創出し、物流課題に向けた情報交換・議論を継続していくことが重要。
- その中で、収集可能な各種運送関係データの拡張や、デジタル空間上の現況再現、現況再現を用いた将来シミュレーションの精度向上、共創によるデータ運用の協力関係の構築等が図られることを期待。

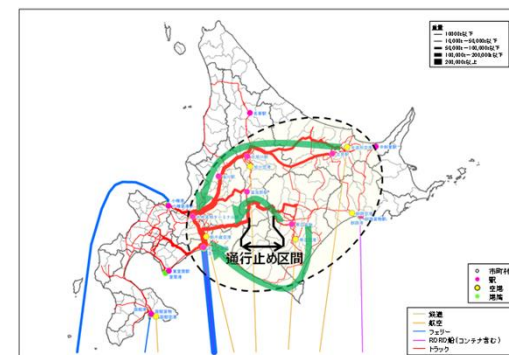


多様な主体との情報交換等の共創の機会を創出し、物流課題解決に向けたデータプラットフォーム(現実)や現況再現・シミュレーションの構築等を図る。



現実世界 ＜データプラットフォーム＞

現況再現を用いたシミュレーション イメージ



データプラットフォーム イメージ

[illegible]

5. 全体最適化方策の検討のための会議体設置及び運営支援

学識者、物流関係事業者、業界団体等により構成される会議体を設置し、輸送最適化の検討、持続的な物流システムの構築に向けた共創イベントとして物流フォーラムを開催した。

■「HOKKAIDO物流フォーラム2025」の実施概要

※物流WEEK(2025.2.17~21)連携イベントとして開催

■参加者数

オンライン参加者：219（申込者：270人）

1. 開催概要

開催日時：令和7年2月12日(水)14:00~17:00
開催場所：TKP札幌駅カンファレンスセンター2B
開催方法：オンライン開催

2. プログラム

(1) 開会挨拶

○物流2024年問題を迎えて

北海道運輸局

(2) 関係機関・関係団体等からの報告

①食料供給力強化に向けた輸送全体最適化に関する調査・研究報告

1) 北海道の食料供給力強化に向けた輸送の全体最適化に関する調査

北海道開発局

2) 北海道一本州間の貨物輸送におけるマルチモーダル複数品目貨物配分モデル

北海道大学

②物流効率化等に関する取組状況

1) 物流の効率化に関する取組について -道路施設等を活用した中継輸送実証実験について-

北海道開発局

2) 物流マッチングイベント「ロジスク」 ~ついにマッチングが成立！~

北海道開発局

3) 新物効法の施行に向けて

北海道運輸局

4) 物流の現場で何が起きているのか？今後の展望・当面の対策

北海道商工会議所連合会

5) 生産地域と物流結節点を繋ぐ幹線輸送の持続に向けて

北海道通運業連合会

6) 北海道物流研究会活動概要

北海道物流研究会

③物流マッチングイベント「ロジスク」参加企業からの取組報告

○マリネックス(株)×苫小牧埠頭(株)

○北海道センコー(株)×(株)旭川物流

(3) 持続的な物流システムの構築に向けて

北海商科大学・相浦教授

(4) 閉会

北海道開発局

別紙 1

●物流 2024 年問題を迎えて (北海道運輸局)

●関係機関・関係団体等からの報告

①食料供給力強化に向けた輸送全体最適化に関する調査・研究報告
(北海道開発局、北海道大学、岩龍一助教)

②物流効率化等に関する取組状況
(北海道開発局、北海道運輸局、北海道商工会議所連合会、北海道通運業連合会、北海道物流研究会)

③物流マッチングイベント「ロジスク」参加企業からの取組報告
(マリネックス(株)・苫小牧埠頭(株)、北海道センコー(株)・(株)旭川物流)

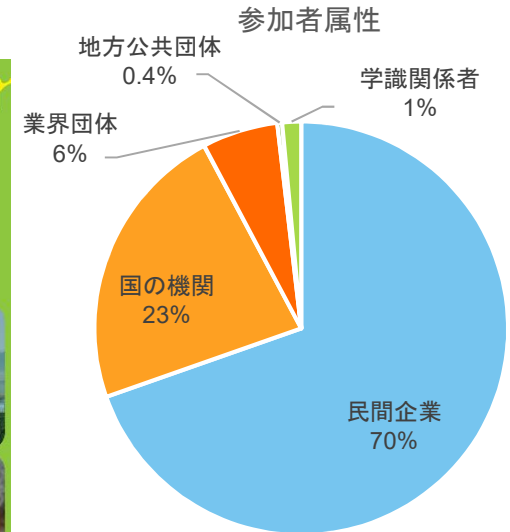
●持続的な物流システムの構築に向けて (北海商科大学 相浦宣徳教授)

道内初！
マッチング成果を
初公開！！

令和7年 2月12日(水)
14:00~17:00

申し込みは
URL▼QR
参加締切
2月7日(金)
<https://forms.mlit.jp/forum2025>

主催：国土交通省北海道開発局・国土交通省北海道運輸局
お問合せ先：北海道開発局 開発総務課 開発総務課 TEL 011-709-2311(内線 5472)
北海道運輸局 交通総務課 環境・物流課 TEL 011-290-2726



データプラットフォームの検討

- 各種統計データ・関連資料の情報整理を行い、輸送実態の把握に不足する情報を検討
- 生産地・出荷地から輸送拠点までの詳細利用経路の把握手法として、運送事業者へ詳細経路アンケート調査を実施し現況再現

<既存収集可能情報>

データの種類	収集可能な情報
国勢調査	人口、世帯数、産業別人口
産業統計	産業別生産額、出荷額
交通統計	道路別交通量、輸送手段別輸送量
土地利用計画	土地利用計画、開発計画
環境統計	環境統計
統計データ	統計データ

不足する情報を補完

<データプラットフォーム>

区分	収集可能な情報
輸送内容	輸送品目、数量、単位、輸送手段、輸送ルート
発着情報	出発地、到着地、出発時間、到着時間
月情報	月別輸送量、月別輸送額
手段情報	輸送手段、輸送手段別輸送量
経路情報	輸送ルート、輸送ルート別輸送量
ネットワーク情報	道路ネットワーク、道路ネットワーク別輸送量

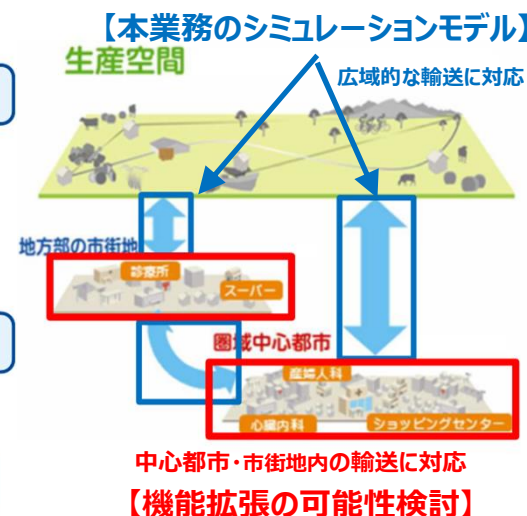
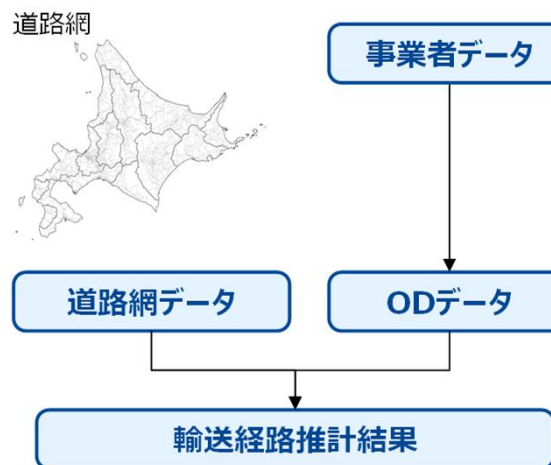
不足する情報
独自調査等で取得
(例) 詳細経路アンケート調査

デジタルツインの 再現状況の評価・検討

- 収集したデータを基に、性質が異なるデータの特徴を整理・比較し活用することで、経路推計に基づく現況再現を実施
- 輸送経路を変化させた最適化方策に向けたシミュレーションや、経路推計に基づく事象発生時の輸送シミュレーションを実施

デジタルツインの 機能拡張検討

- 前出の手法以外の輸送実態の現況再現や将来予測を行うための手法について調査検討し、輸送実態の再現や将来予測の精度向上等に向けた拡張方法を検討した。



全体最適化方策の検討のための会議体設置及び運営支援

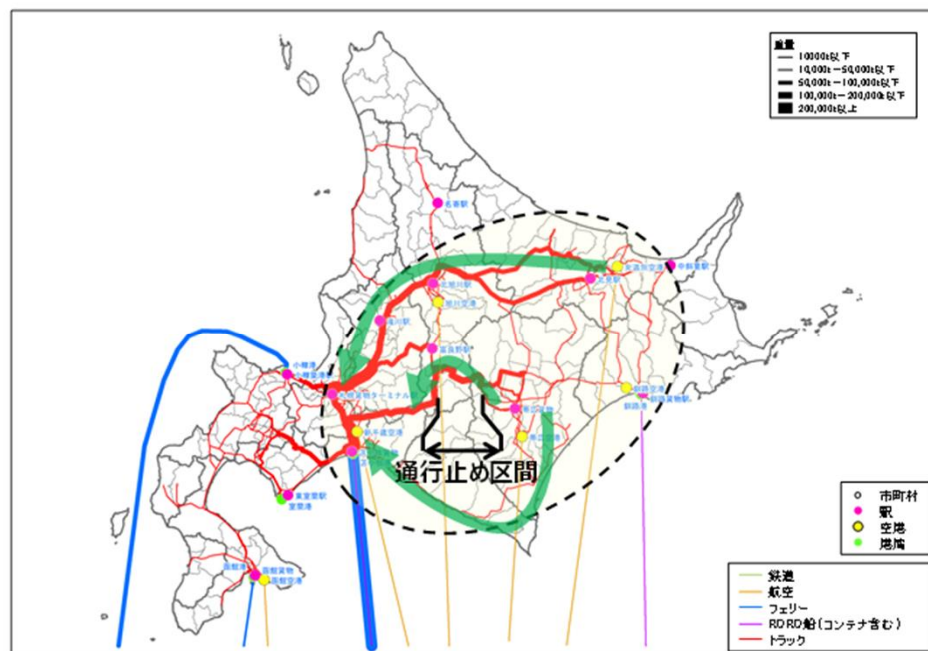
- 学識者、物流関係事業者、業界団体等により構成される会議体を設置し、輸送最適化の検討、持続的な物流システムの構築に向けた共創イベントとして物流フォーラムを開催

6. まとめ

■ 今後の展望

<行政活用イメージ>

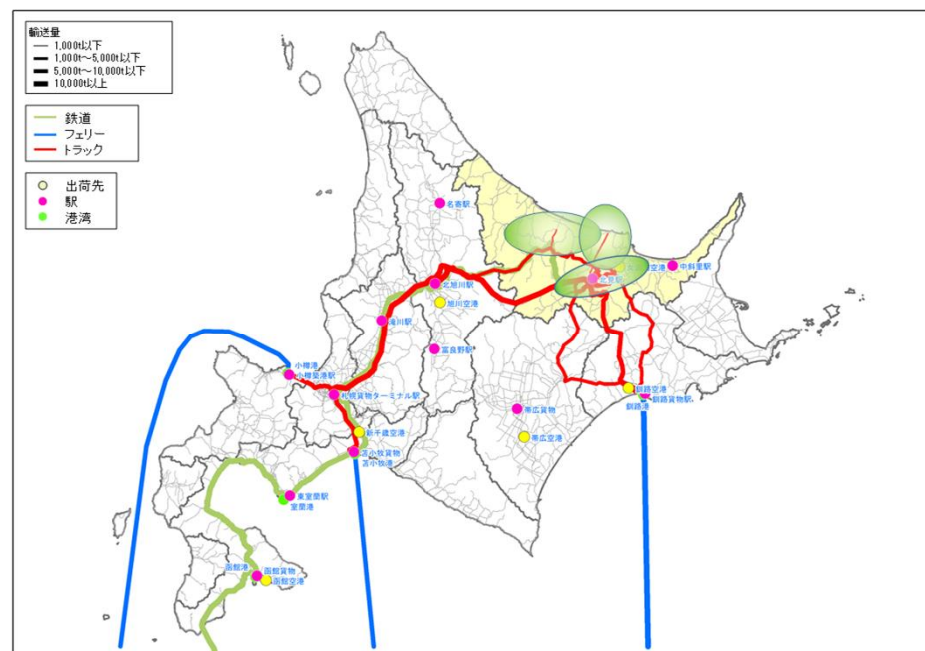
・経路推計に基づく事象発生時の輸送シミュレーション



⇒行政では、社会資本整備（道路、港湾、農業等）の計画・評価、災害時等を想定した検討等への活用を期待

<民間活用イメージ>

・高規格道路等に経路変更した等の最適化方策に向けたシミュレーション



⇒民間では、個別事業者（荷主、物流）の輸送戦略、物流拠点・施設整備計画、BCP計画、リスクマネジメント、共同・中継輸送等の協業等に関する検討への活用を期待