

第2回物流MaaS推進検討会

# 物流MaaSテーマ2

日本工営株式会社  
株式会社野村総合研究所  
産業技術総合研究所

スマートモビリティチャレンジ2025  
自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト

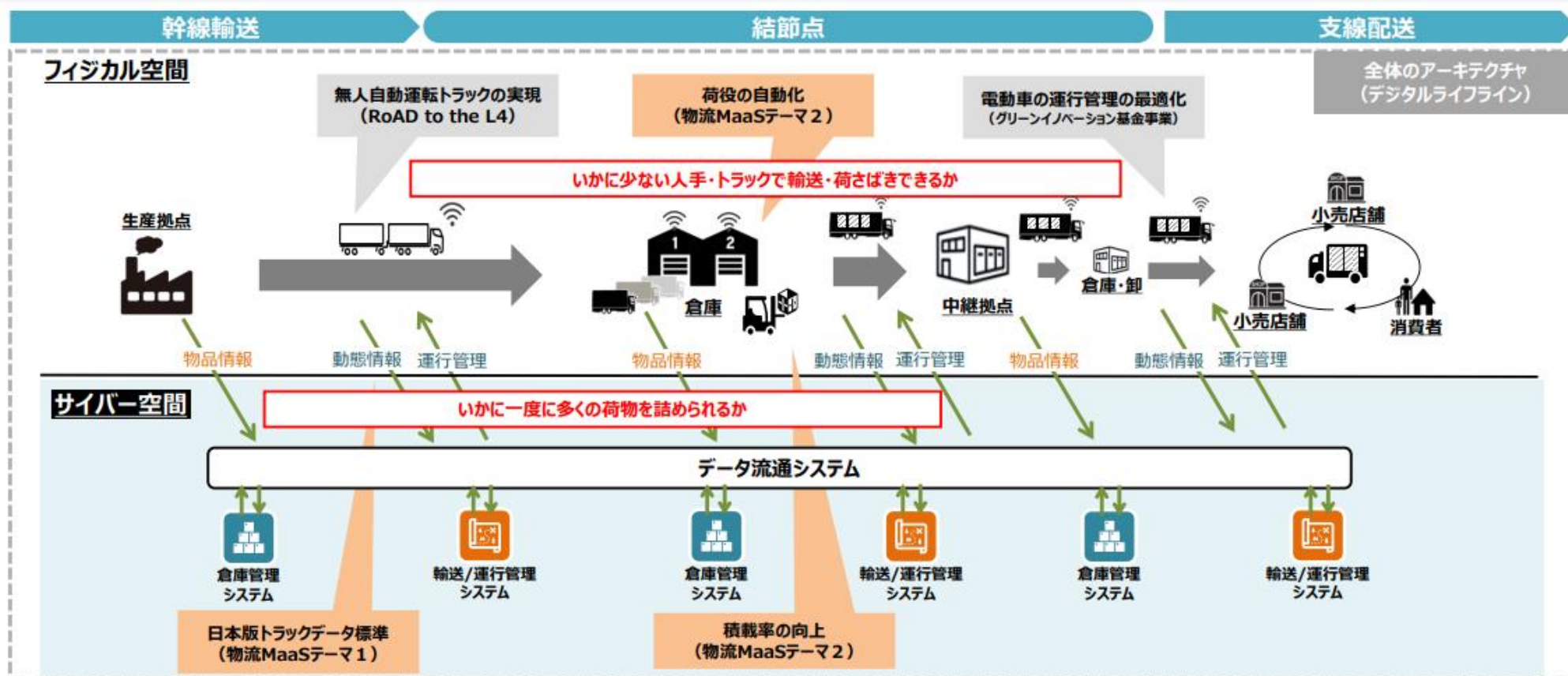


ROAD  
to  
the  
L4

# 物流MaaSの全体像

## 目指すべき物流の全体像とそれに向けた物流MaaSの役割

- 生産拠点からその荷物の届け先である店舗や消費者等に届けるまでの「幹線・支線における輸送」と「結節点における荷役」において、昨今の物流課題の解決に向けて、省人化（輸送・荷役の自動化）と輸送量の最大化（積載率の向上）が必要。
- その実現にあたって、関係施策との連関を今後一層深めながら、物流MaaSの取組を進める。





## 物流MaaS テーマ2の2025年度業務内容の全体像

### 物流MaaSテーマ2が目指す成果

#### ◆荷役の自動化に資する要件定義の確立 ⇒本日の説明内容

- ① 特定の物流拠点における特定条件下（荷姿\*や積み方）での荷役の自動化（トラックへの荷物の積み下ろしの自動化）の実現
- ② 荷主などからの運送依頼に必要な標準情報項目の一般化

#### ◆共同輸送の実運用範囲の拡大 ⇒第1回推進検討会で報告済

- ① 共同輸送の路線や貨物などの適用範囲の更なる拡大
- ② ①の横展開のための手引きの作成・普及展開
- ③ ダブル連結車を使った共同輸送の実装

\*荷姿とは、荷物が輸送や保管のために梱包された状態を指し、段ボール等に入れられた状態や物流什器（パレット、カゴ車等）に積まれた状態などを指している

# 自動荷役の実施に必要な情報連携

## 自動荷役（積み下ろし）をスムーズに実施するために、発荷主側（荷送人・運送事業者）から着荷主側（荷受人）に伝達しておくべき情報項目を検討・整理した

### 検討の背景と目的

- 自動荷役を実施するためには、自動運転フォークリフトに具体的な指示を伝えることが必要である
- 具体的な指示を伝えるためには、トラックや荷物等の情報を把握しておくことが必要である
- 特に、**積み下ろしを行う場合は、発荷主から着荷主に適切な情報が伝達されていないならば、着荷主側でトラックや荷物等の情報を事前に把握することが困難**である。その場合、トラックの着車後に速やかに荷役（積み下ろし）を開始できず、着車から発車まで必要以上に時間を要してしまうことが懸念される
  - 積み込みを行う場合は、荷主（発荷主）が自社内で荷物等の情報を予め把握しておくことが可能である。また、トラックについても、予め車種を指定して手配することが可能である
- 上記を踏まえて、本検討では、特に、**着荷主側で自動荷役による積み下ろしを行う場面を想定し、**自動荷役（積み下ろし）をスムーズに実施するために、発荷主側（荷送人・運送事業者）から着荷主側（荷受人）に伝達しておくべき情報項目を検討・整理した

## 過年度の検討や他の荷役の事例を参考に自動荷役の業務フローを検討したうえで、自動荷役を実施するために必要な情報項目を整理した

- 物流に関する情報項目は、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の「物流情報標準ガイドライン」で整理されていることを踏まえ、**発荷主からの伝達が必要な情報項目のうち、物流情報標準ガイドラインに不足している項目についても整理を行った**

前準備

アウトプット

Step 1

Step 2

Step 3

Step 4

自動荷役（積み下ろし）の業務フローの整理

- ・ 現在の庫内業務の流れを整理し、全体像を明確化
- ・ 自動化の観点で、検討ポイントを整理
- ・ 実現性を踏まえ、ヒアリング結果を含めた前提および業務フローを整理

自動荷役（積み下ろし）を行うために必要な情報項目の整理

- ・ 整理した業務フローをもとに業務に必要な情報を整理
- ・ 「項目定義、使用用途、取得元」を明確化
- ・ 自動化を成立させるために不可欠な情報を整理

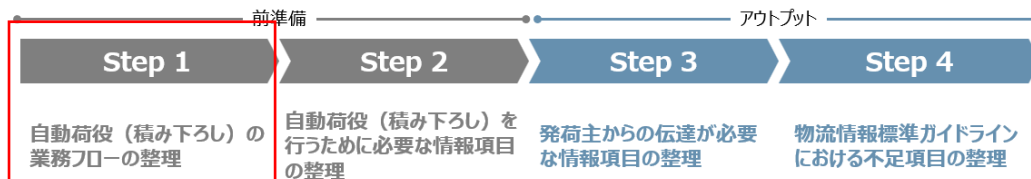
発荷主からの伝達が必要な情報項目の整理

- ・ STEP2で作成したメッセージレイアウトから荷送り人提供内容を整理・一覧化

物流情報標準ガイドラインにおける不足項目の整理

- ・ 物流標準メッセージレイアウトとの照合
- ・ 必要データ項目に対する不足項目を抽出・一覧化

## 業務フローの洗い出しにおける前提（抜粋）



### ● パレットに関する前提

- パレット規格はT11を基本とするが、T9やT12パレットについても対応可能とする
  - パレットに関する情報についてはGRAI（リターンブル資産識別番号）\*から取得することで対応する
- 重量は、自動運転フォークリフトが対応可能な重量の上限に収まっていることを前提とする
- 高さは、自動運転フォークリフトによる荷役が可能な高さの上限に収まっていることを前提とする
- オーバーハングや養生材のせり出し等の自動荷役が行えないようなイレギュラーは無いことを前提とする
- パレット穴へのラップの被り等の自動荷役機器による穴の認識が行えないようなイレギュラーは無いことを前提とする

### ● パレットの積み方に関する前提

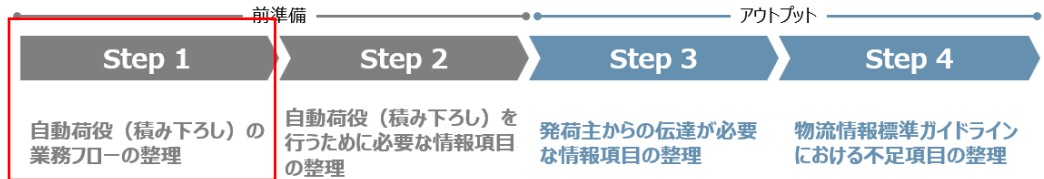
- 複数種類のパレットの混載や段積みが無いことを前提とする

### ● 車両（トラック）に関する前提

- ウイング車（左右からの積み下ろしが可能）を前提とする
- 着車位置は所定の範囲内に収まることを前提とする

\*GRAI (Global Returnable Asset Identifier: リターンブル資産識別番号) は、カゴ台車や折りたたみコンテナ、パレットなどの繰り返し利用する資産を個体ごとに管理できるコードである



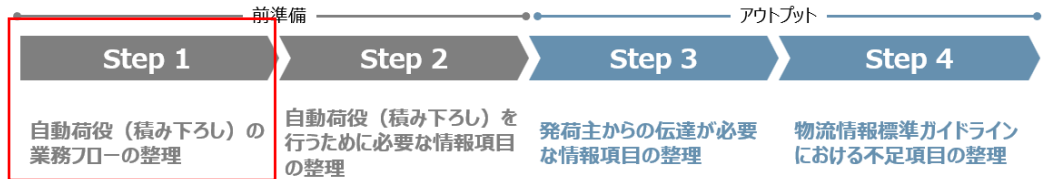


## 参考) 過年度の検討における業務フロー

- 過年度の検討における業務フローの整理結果も踏まえ、業務フローの整理を行った

### 参考) 過年度の検討における業務フローの整理結果

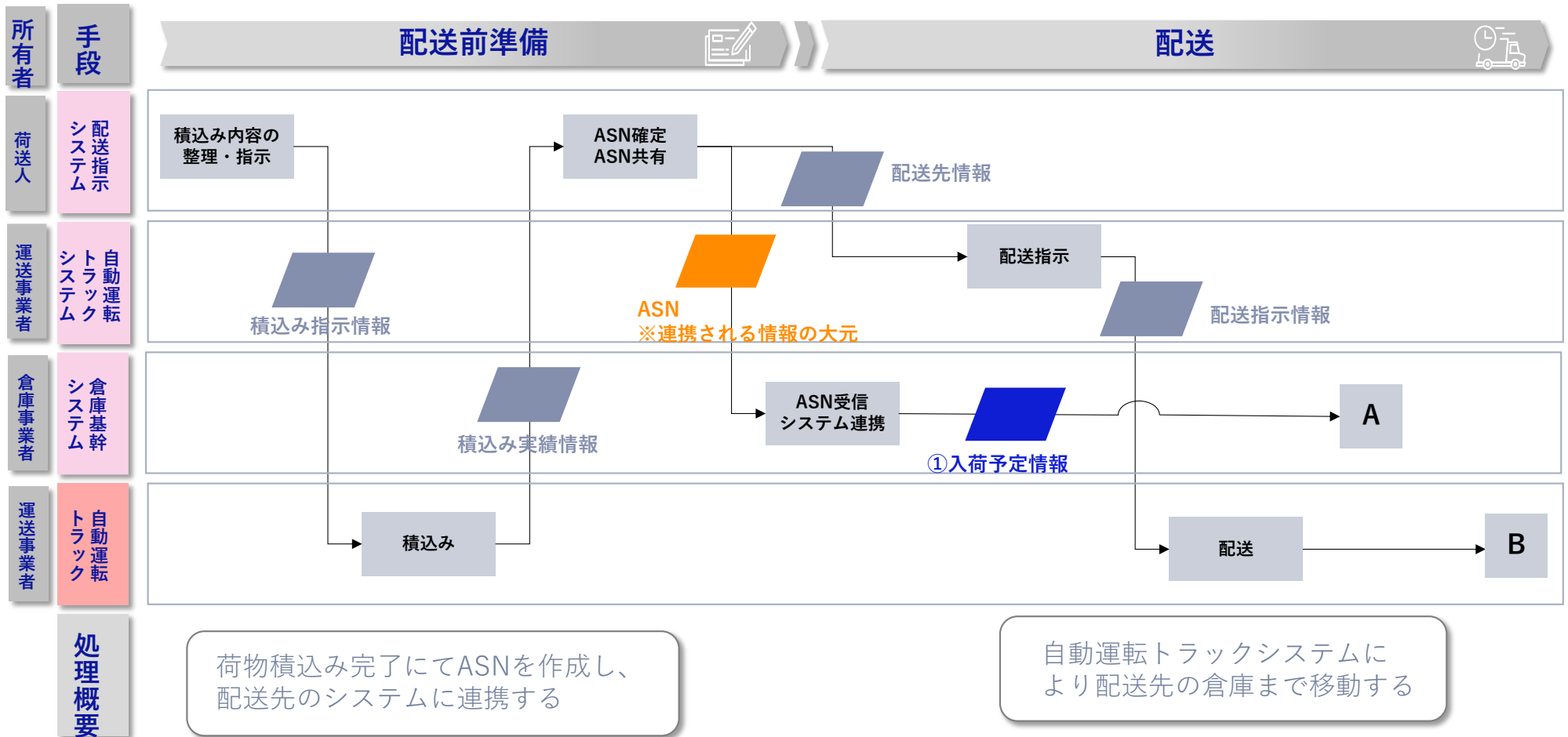
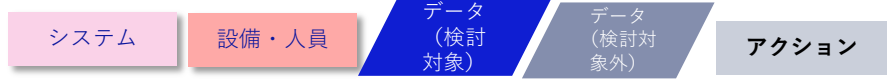
機能の整理		工程	想定ケースにより「物流の効率化に資する」連携すべき工程の洗い出し				物流効率化に資する情報連携		物流効率化に資する情報連携		
			C 1-1	C 1-2	C 2-1	C 2-2	層別	連携項目 C1-1	連携メリット C1-1	連携項目 C1-2	連携メリット C1-2
幹線荷下	輸配送	幹線トラック クロストック到着	○	○		○	基本情報	到着予想時間	着地Bでの計画的な荷役	到着予想時間（遅延）	着地Bでの計画的な荷役
	輸配送	幹線便受付									
	流通加工	外観検査（荷崩れ確認）									
	荷役	作業指示書出力									
	荷役	幹線輸送管理表出力	○			○	基本情報	車番情報	着地Bでの計画的な荷役		
	荷役	幹線荷下便・荷物確認									
	荷役	養生材外し									
	荷役	荷下ろし	○			○	効率化に資する	積付け図	着地Bでの効率的な荷役		
	流通加工	検品（輸送時の品質）									
	流通加工	荷物不具合情報登録	○	○			基本情報	検査結果（○）	情報共有	検査結果（×）、数量変更	着地Bでの破損荷物の迅速な処理
荷役	荷下し完了確認（荷役時の品質含む）										
荷役	荷下し完了登録										
支線荷下	輸配送	支線トラック クロストック到着	○				基本情報	到着予想時間	着地Bでの計画的な荷役		
	輸配送	支線受付(持込)									
	流通加工	外観検査（荷崩れ確認）									
	荷役	持込・引渡管理表出力	○				基本情報	車番情報	モビリティ・ハブでの計画的な荷役		
	荷役	荷下便・荷物確認									
	荷役	養生材下し									
	荷役	荷下ろし	○				効率化に資する	積付け図	モビリティ・ハブでの効率的な荷役		
	流通加工	検品（輸送時の品質）									
	流通加工	荷物不具合情報登録	○	○			基本情報	検査結果（○）	情報共有	検査結果（×）、数量変更	輸送品質問題の迅速な解決・処理
	荷役	納品書受取									
荷役	受領書サイン										
荷役	荷下し完了確認（荷役時の品質含む）										
荷役	荷下確定登録										
輸配送	発車										

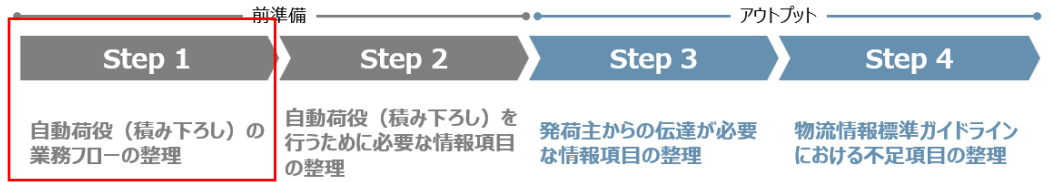


# 業務フローの詳細

- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

モデルケースにおける業務フロー (1/8)

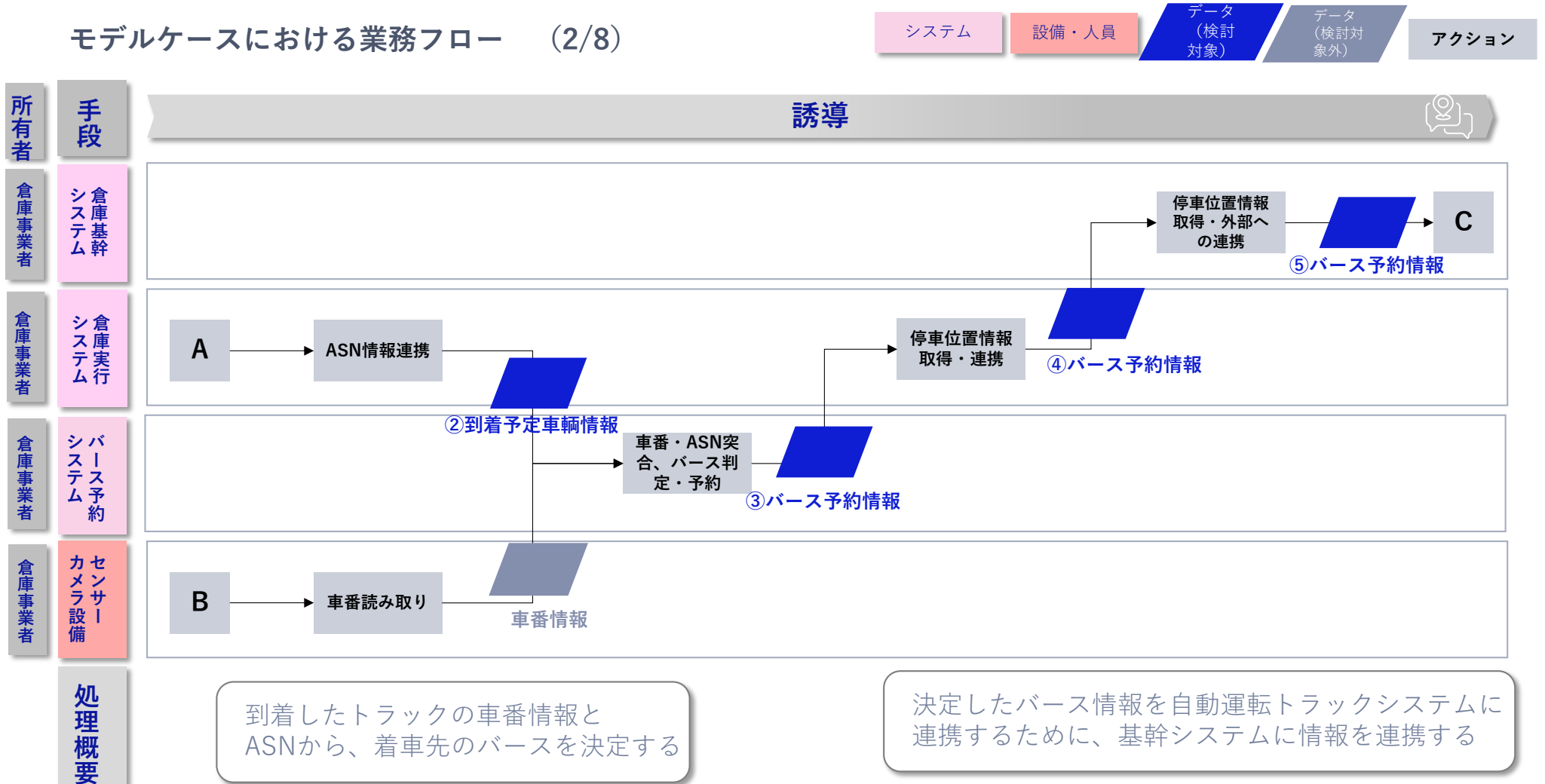




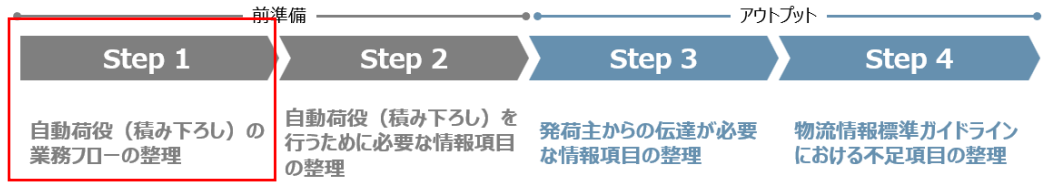
## 業務フローの詳細

- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

モデルケースにおける業務フロー (2/8)

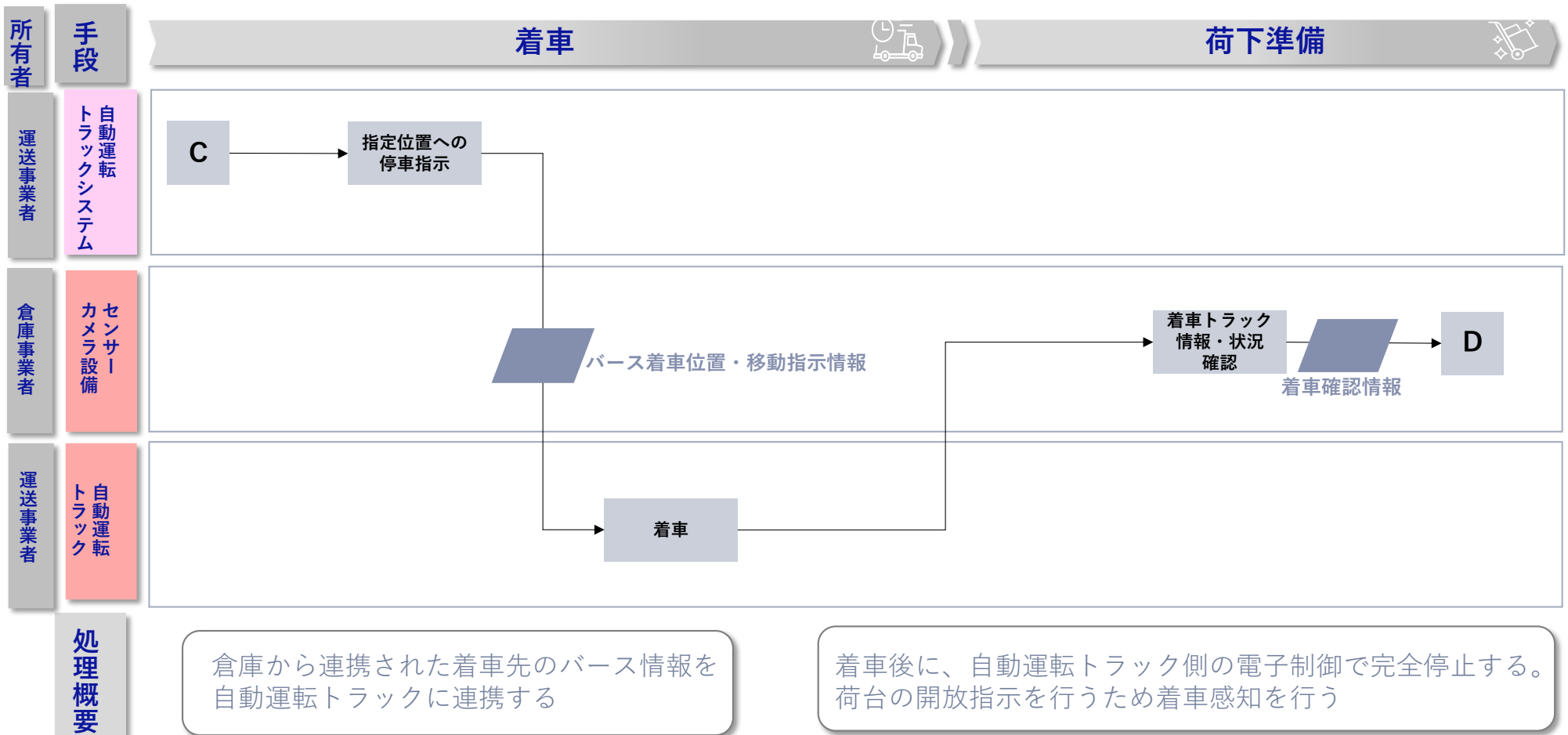


# 業務フローの詳細

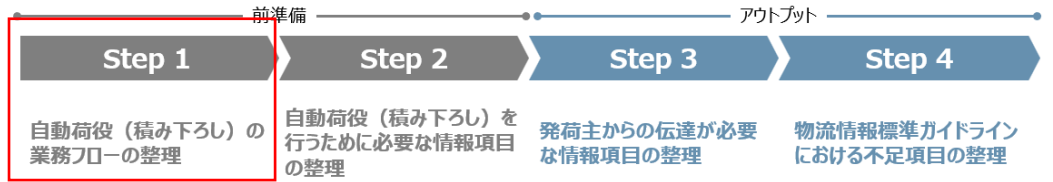


- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

## モデルケースにおける業務フロー (3/8)

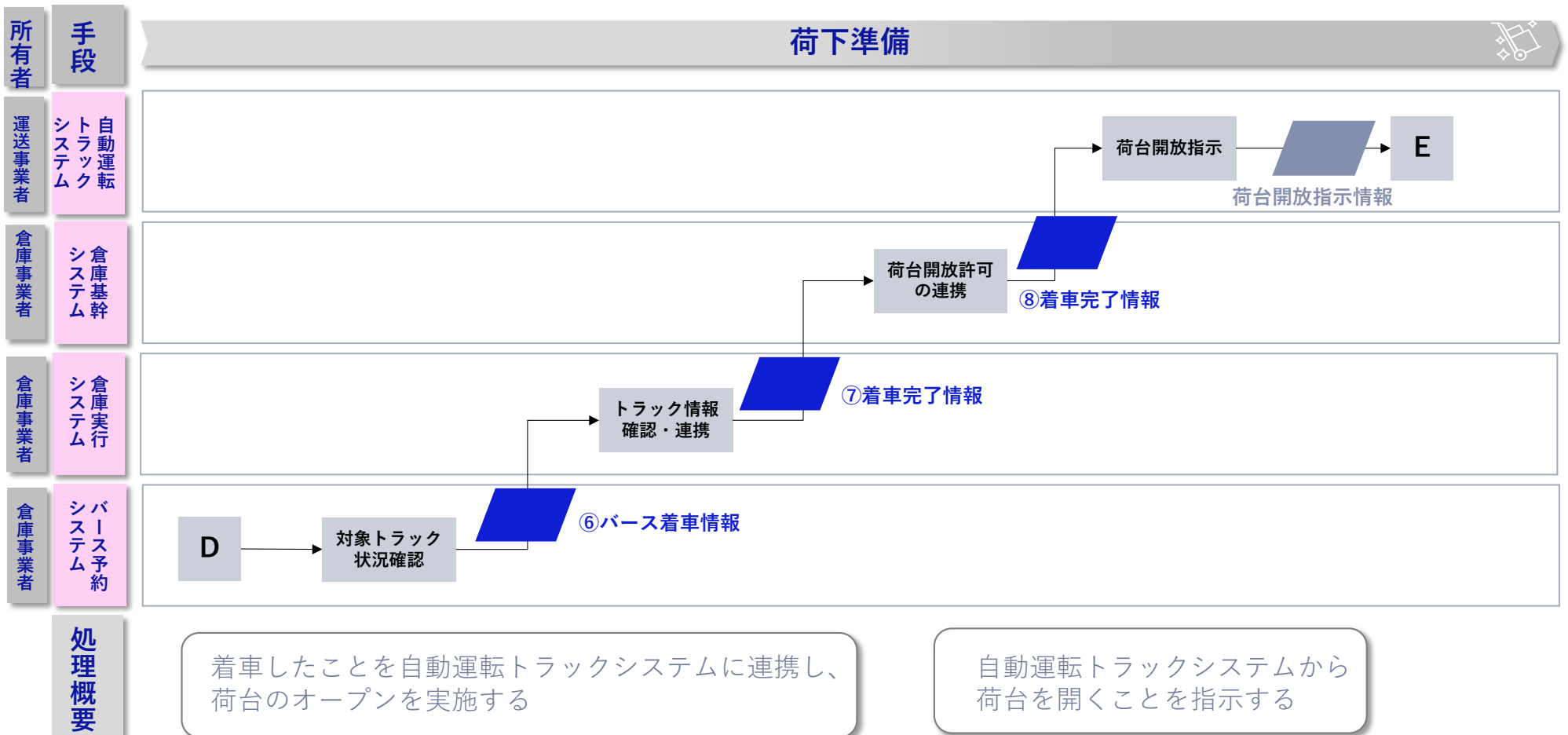


# 業務フローの詳細

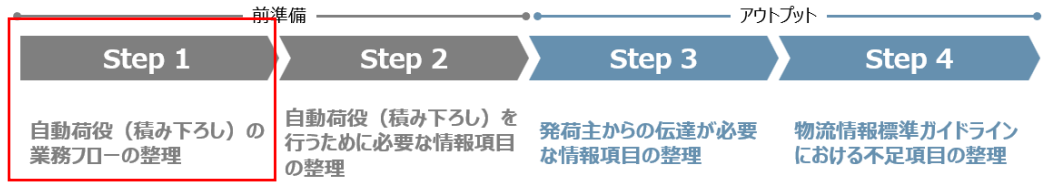


- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

## モデルケースにおける業務フロー (4/8)

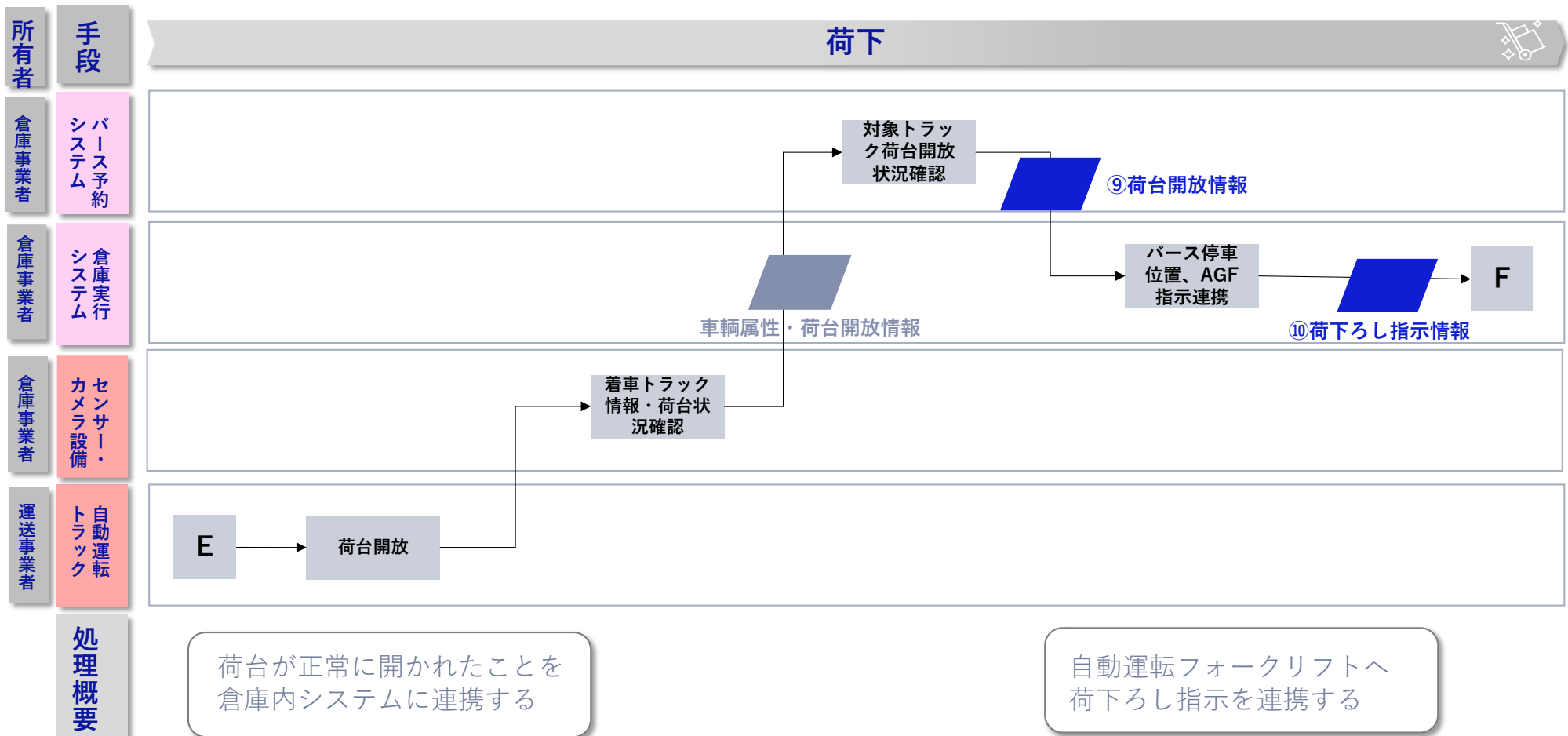


# 業務フローの詳細

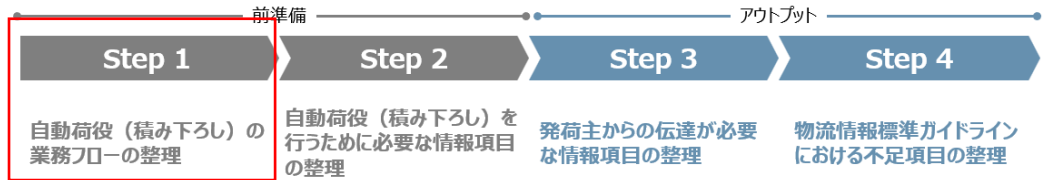


- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

## モデルケースにおける業務フロー (5/8)



# 業務フローの詳細



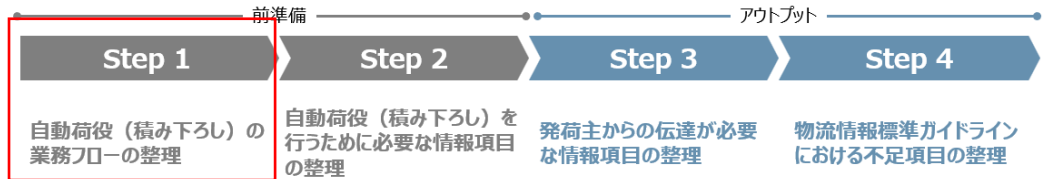
- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

モデルケースにおける業務フロー (6/8)



指示された、荷物を全て荷下ろしするまで荷下ろし作業を繰り返す

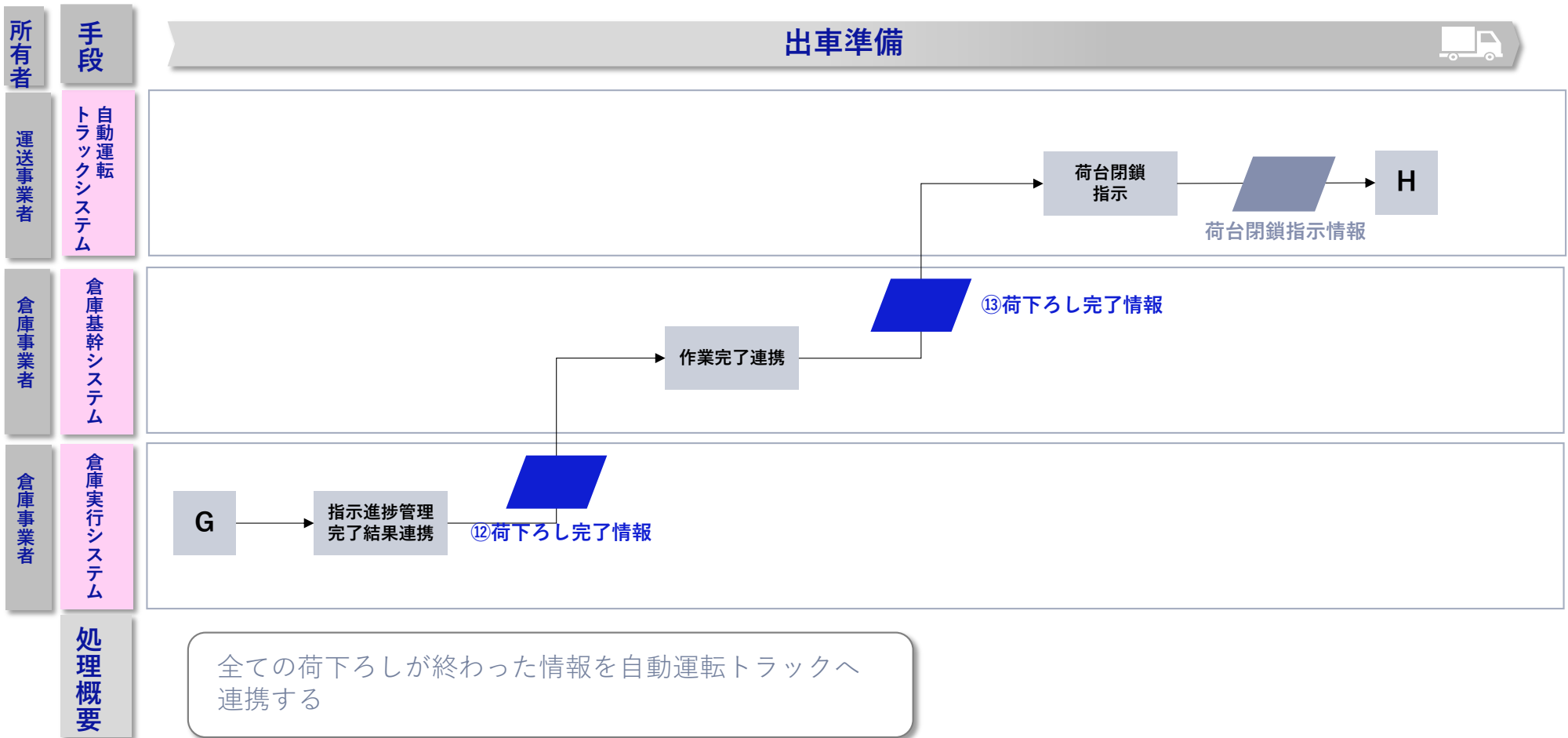
出庫準備のため全ての荷下ろしが終わったことを倉庫実行システムへ連携する。  
また搬送が終わった自動運転フォークリフト待機・充電場所に移動する

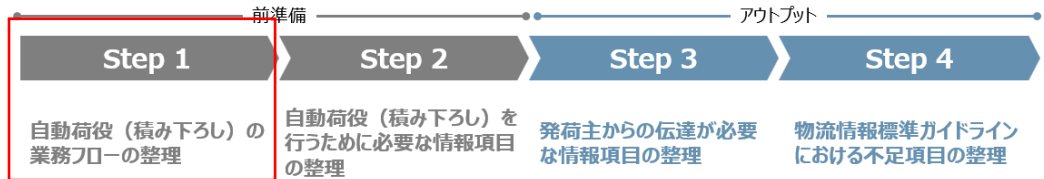


## 業務フローの詳細

- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

### モデルケースにおける業務フロー (7/8)

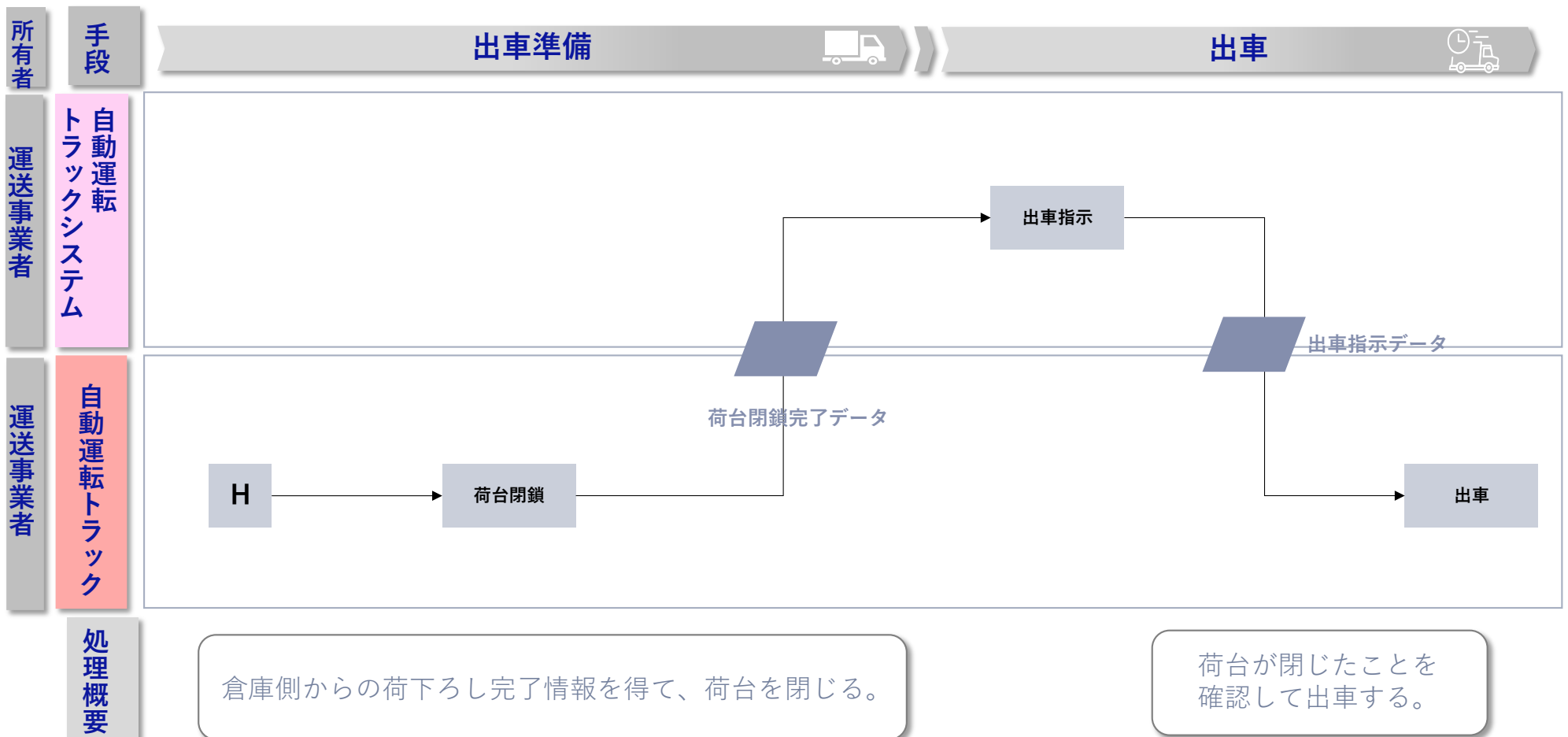




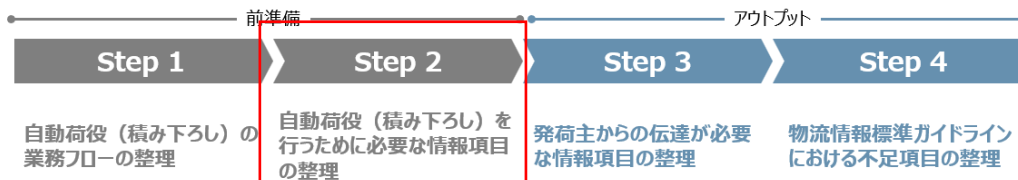
## 業務フローの詳細

- 自動荷役の業務フローの詳細を検討し、どのタイミングでどのような情報の連携が必要となるかを整理した

モデルケースにおける業務フロー (8/8)



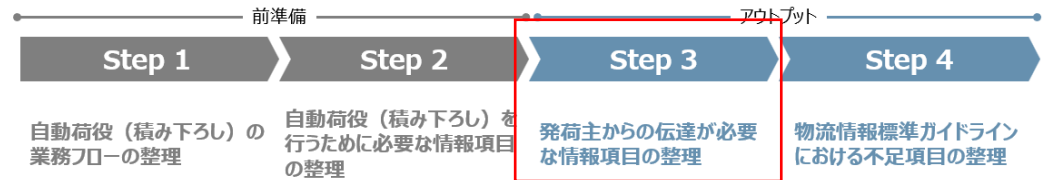
# 自動荷役の各フローに必要な情報



## ■ 必要な情報の一覧

※全体像のみ掲載

項番	情報名	定義	送信元	送信先
1	入荷予定情報	積み下ろし作業に必要な情報	倉庫基幹システム	倉庫実行システム
2	到着予定車輛情報	バース判定に必要となるトラックの車輛情報	倉庫実行システム	バース予約システム
3	バース予約情報	バース判定・予約を行ったトラックの車番情報とバース情報	バース予約システム	倉庫実行システム
4	バース予約情報	バース判定・予約を行ったトラックの車番情報とバース情報	倉庫実行システム	倉庫基幹システム
5	バース予約情報	バース判定・予約を行ったトラックの車番情報とバース情報	倉庫基幹システム	自動運転トラックシステム
6	バース着車情報	バースに着車したトラックの車番情報とバース情報	バース予約システム	倉庫実行システム
7	着車完了情報	バースに着車したトラックの車番情報	倉庫実行システム	倉庫基幹システム
8	着車完了情報	バースに着車したトラックの車番情報	倉庫基幹システム	自動運転トラックシステム
9	荷台解放情報	荷台解放を行ったトラックの車番情報とバース情報	バース予約システム	倉庫実行システム
10	積み下ろし指示情報	積み下ろしを行うバース、トラック、パレット情報	倉庫実行システム	自動運転フォークリフト管理
11	積み下ろし実績情報	積み下ろしを行ったバース、パレット情報	自動運転フォークリフト管理	倉庫実行システム
12	積み下ろし完了情報	積み下ろしを行ったトラックの車番情報	倉庫実行システム	倉庫基幹システム
13	積み下ろし完了情報	積み下ろしを行ったトラックの車番情報	倉庫基幹システム	自動運転トラックシステム



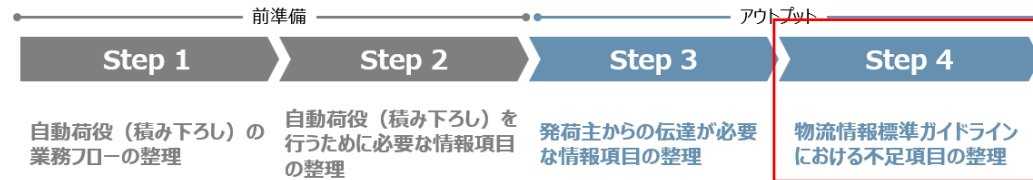
## 発荷主側\*からの伝達が必要な情報項目

- 発荷主側（荷送人・運送事業者）から着荷主側への伝達が必要な情報項目は、「荷物・パレットに関する情報」、「パレットの積み方に関する情報」、「車両に関する情報」の大きく3つである
- これらの情報は、事前納品通知情報（ASN）などにより連携すべきと考えられる

自動荷役を実施するために発荷主から着荷主への伝達が必要な情報

分類	情報項目	情報の用途
荷物・パレットに関する情報	● 商品情報・商品の温度帯区分	● 積み下ろし後のパレットの搬送先の場所を指示するため
	● パレットへの荷物積み付け高さ	● 自動運転フォークリフトにて積み下ろしを行う際、問題なく（安全に）荷役を実施できるかをチェックするため
	● 1パレットあたりの重量	
パレットの積み方に関する情報	● パレット種類・パレット穴の間隔	● 自動運転フォークリフトのフォークの幅を設定しておくため
	● パレット積み付け場所（番号）	● 積み下ろし後のパレットの搬積み下ろしを指示・管理するため
車両（トラック）に関する情報	● 自動車登録番号	● 自動荷役を行うトラックと停車位置（バース）を紐づけるため
	● 車輛種別・ウイング有無	● 自動運転フォークリフトにて積み下ろしを行う際、問題なく（安全に）荷役を実施できるかをチェックするため
	● 荷台高さ	
	● 荷室高さ・荷室全幅・荷室長さ	

\*荷送人および荷送人が手配した運送事業者を指す



## 物流情報標準ガイドラインの不足項目

- 物流情報標準ガイドラインに不足している項目、現状必須ではないが必須とすべき項目、について整理した
- 今後求められる取組として、これらの項目については、**今後の物流情報標準ガイドラインの改訂に関する意見募集の時期に合わせて、改訂案として提示していくことが考えられる**

現状の物流情報標準ガイドラインに不足しており追加とすべき項目および必須とすべき項目（案） ※赤字で示した項目および必須区分

### 事前納品通知情報

項番	項目名	必須	キー	CD	項目定義	値の型	出現回数	親クラス	使用用途
1	車輛情報	●					1-999	納品伝票ヘッダー	
2	自動車登録番号	●		-	当該運送に使用する車輛No. (登録ナンバー、管理番号等)	K(24)	1		倉庫に到着したトラックの自動車登録番号と事前納品通知情報で連携された自動車登録番号を突合する際に使用。
3	ユニット・路線便情報	●					1-999	届け先別情報	
4	パレットロケーション番号	●		-	トラック荷室内の積み下ろし対象パレットのロケーション情報	9(2)	1		AGFによる搬送時に、搬送元となるパレットの位置情報を特定する際に使用。
5	ユニット管理No	●		-	当該ユニットのユニークなNo. (GRAI、SSCC等の個体番号)	X(46)	1		AGFによる搬送時に、パレットの形状を特定する際に使用。
6	商品明細	●					0-99999	納品伝票個別情報	
7	温度帯区分	●		●	常温、冷蔵、冷凍	X(2)	1		積み下ろし後のパレットの搬送先の場所を指示する

### 車輛マスタ

項番	項目名	必須	キー	CD	項目定義	値の型	出現回数	親クラス	使用用途
1	車輛情報	●					1	車輛マスタ	
2	ウイング有無	●		●	ウイング有無	X(1)	1		自動運転フォークリフトにて積み下ろしを行う際、問題なく荷役を実施できるかをチェックする

# 自動荷役の実施要件等に関する検証

## 物流MaaSとして自動荷役に取り組む背景・目的

### ● 背景

- 現状、**物流拠点でのトラックへの荷役（積み込み・積み下ろし）はトラックドライバーが行うことが多い**
- 一方で、自動運転トラックによりドライバーが居なくなった場合、トラックへの荷役について代替手段が必要になる
  - 有人トラックの場合にも、荷役を他の手段で行えば、ドライバーが当該時間を休憩に充てることができる
- 代替手段として、トラックへの荷役を物流拠点の作業員が行うことも考えられるが、**作業員の不足も懸念される**。また、特に荷役にフォークリフトを使う場合は免許が必要であり、作業員の確保がすぐにはできない可能性がある
- **トラックドライバー以外によるトラックへの荷役手段を確保できないと、将来的に自動運転トラックが実用化しても、自動運転トラックを導入できない／導入しても省人化の効果を十分に得られない、**ということに繋がり、ひいては**自動運転トラックの普及が進まない**ということに繋がりがかねない

### ● 目的

- **トラックへの自動荷役に取り組み、実用化を目指すこと／実用化に向けた条件や課題を明らかにすること**
  - 荷姿・荷役場所などについて一定の条件下であれば自動荷役を実現できるという実績を作ること
- **関係主体（荷主や物流事業者）が自動荷役を活用するために対応すべき事項を明らかにすること**

### ● 補足

- **荷姿はパレットを想定して自動荷役に取り組む**
  - パレットを活用した物流標準化が推進されており、今後もパレットの普及が進むと考えられる
- **物流拠点内（倉庫内）の作業は取組の対象外とする ※「トラックへの荷役」のみの自動化に取り組む**



## 物流MaaSにおける自動荷役の成果

- 一部残課題はあるものの、物流MaaSにおける自動荷役で目指す姿を概ね達成できた
  - ✓ 特に、活用が進んでいるパレットに対応し、有人荷役と同等程度の精度・時間で実施することができた

### 物流MaaSの成果

パレットへの対応  
(T9,T11,T12)

ほぼ達成

- T9、T11パレットは、積み込み・積み下ろしともに対応可
- T12パレットは、積み下ろしに対応可 (積み込みは、奥行がギリギリとなるため、精度面で難しい)
- 複数種類のパレットが混載されている場合、対応は可能だが、コスト・時間がかかる
- 段積みで輸送する場合、予め段積みしておく必要がある

有人荷役と同等の精度

達成

- 奥行のズレ $\leq 50\text{mm}$
- 角度のズレ $\leq 1.0^\circ$
- 隙間 $\leq 5\text{mm}$

有人荷役と同等の時間

達成

- 大型ウイング車1台の荷役を30分で完了 (パレット1つあたり約2分で荷役完了)

人間による介入なし

残課題あり

- 養生材のせり出しや、パレット穴へのラップのフィルム被りがある場合、予め人手で取り除く必要がある
- 完全無人での荷役を実現するには、トラックの発着と連携して、扉・ウイングの開閉や、自動荷役機器の作動を行う必要がある

## 自動荷役の実装・普及に向けた考え方

- **より速やかに・コストを抑えつつ自動荷役を普及させる**には、パレットの種類や積み方を現状のまま自動荷役に置き換えるのではなく、それらを自動荷役に合わせて見直していくことが重要である

### 自動荷役の実装・普及に向けて望ましい方向性

#### 【方向性A】

#### 現状の技術で対応できるようにパレットの種類や積み方を見直す

##### 【対応の主体】

- 荷主や物流事業者

##### 【利点】

- 特定のパレットや積み方への対応は既に実証・一部実装済みであり、パレットの種類や積み方が適合していれば、比較的低コストで、速やかに自動荷役を導入することが可能である

##### 【懸念点】

- パレットの種類や積み方を変更するためには、商品サイズの見直し、輸送ロット・頻度の見直し、倉庫の設備の見直しが必要とあり、対応に時間やコストを要する可能性がある

##### 【その他・補足情報】

- 国土交通省は、物流の効率化の観点から、ソフト面・ハード面における物流の標準化に向けた各種施策に取り組んでいる
- 特に、パレットについては、「官民物流標準化懇談会 パレット標準化推進分科会」にて、T11パレット（最大積載質量1t）が標準的な規格として定められており、標準化の実現に向けたロードマップも定められている
- この「標準仕様パレット」の導入に向けては、国土交通省による補助金も用意されており、今後も導入が進んでいくと考えられる

#### 【方向性B】

#### さまざまなパレットの種類や積み方に対応できるようにする

##### 【対応の主体】

- 自動荷役機器の開発ベンダー

##### 【利点】

- 荷主や物流事業者にとっては既存のパレットの種類や積み方、ひいては輸送頻度等を変更しなくとも自動荷役を導入することが可能である

##### 【懸念点】

- さまざまなパレットの種類や積み方に対応しようとするほど、求められる技術的なハードルが高くなり、開発に要するコストや時間もかかる
- 開発に要するコストは、自動荷役機器の導入価格にも反映されることから、機器が高額となり、導入をしづらくなる可能性がある

##### 【その他・補足情報】

- 左記の通り、パレットの標準化が進められていることから、将来的には、さまざまなパレットの種類や積み方への対応の必要性は低下していくと考えられる

## 自動荷役の実装・普及に向けた考え方

- 現状の技術で対応できるように荷主や物流事業者が現状のオペレーションを見直す場合、具体的には、「荷姿」・「積み方」・「実施場所」・「車両」の観点での見直しが求められる
- 下記の条件に合わせるほど、コストを抑え、30分以内などの短時間での自動荷役を実現しやすくなる

荷主や物流事業者の対応（オペレーション上の工夫）によって自動荷役機器の技術制約を補う例

項目	自動荷役機器の対応（現状）	荷主や物流事業者に求められる協力
荷姿	<ul style="list-style-type: none"> <li>● パレット（T9,T11,T12の単一種類）を利用すること</li> <li>● オーバーハング（パレットからの荷物のはみ出し）や荷役中の養生材の落下がないこと</li> <li>● パレットの穴の部分にラップやフィルムが被っていないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● パレット（T9,T11,T12の単一種類）を利用する</li> <li>● オーバーハングが無いように注意する</li> <li>● 養生材を用いる場合は、落下しないように固定する</li> <li>● 穴の部分にラップやフィルムが被らないように注意する</li> </ul>
積み方	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1回の荷役で複数種類のパレットが存在する場合、対応は可能だが、難易度が上がり、コストが増える</li> <li>● パレットが段積みになっている場合、対応は可能だが、難易度が上がり、コストが増える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 極力、単一種類のパレットに揃えて輸送する</li> <li>● 段積みで輸送する場合は、予め段積みの状態にしておき、段積みのまま荷役を行えるようにする</li> </ul>
実施場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 屋内・半屋内（十分な長さの屋根の下）であること</li> <li>● 床がコンクリートもしくは半たわみ舗装であること</li> <li>● 車両の側方に荷役のためのスペースを確保できること（4m程度）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 屋内・半屋内のコンクリートや半たわみ舗装の場所で荷役を実施する</li> <li>● 車両の側方に荷役のためのスペースを確保する</li> </ul>
車両	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 側面からの積み下ろしができること（ウイング車など）</li> <li>● 荷室に段差、凹凸、障害物がないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ウイング車を使用する</li> <li>● 荷室の段差、凹凸、障害物がない車両を使用する</li> </ul>

## 物流MaaSにおける自動荷役の総括

これまでの  
取組成果

- ✓ **限定条件下（特定のパレットの種類・積み方）では有人荷役と同等の時間での自動荷役を実現**
  - 4年間の実証を通じ、主要なパレット（T11等）を用いたトラック荷役を、**有人作業と同等の精度・時間（約30分/台）・スペース（約200m<sup>2</sup>）で実施できる技術レベル**に到達した
  - 2024年度のレイアウト見直し（AGF/AMR動作領域の融合）とリーチタイプAGFの採用により、従来課題であった荷役時間の削減とスペースの圧縮に成功した

現状

- ✓ **現状の自動荷役を導入するにはパレットの種類・積み方やオペレーションを合わせることが重要**
  - 人間のような柔軟な対応（さまざまなパレットの種類や積み方、オーバーハング、不整形なラップ巻き、混載への対応など）については、現状の技術では対応が難しく、完全な代替には追加の技術開発が必要である
  - 一方で、技術開発のみですべてを解決しようとするコストが増大するため、荷主や物流事業者側で「**自動荷役機器が扱えるパレットの種類・積み方**」への適合を進めることが、自動荷役の迅速な普及・拡大に向けた必須条件となる

今後の  
展望

- ✓ **今後はコストと実用性のバランスを考慮しつつ対応可能な場面の拡大の検討が必要**
  - まずは「対応可能なパレットの種類や積み方」かつ「特定の運用条件下（半自動化含む）」からの導入が現実的である
  - 今後は、**技術の発展段階に応じて、完全無人化（自動運転トラックの発着や後工程となる庫内作業との自動連携）や、様々な荷姿や積み方への対応なども実現できる可能性**がある
  - 荷役機器によるデータの取得・活用や物流システム全体の効率化に向けた検討も必要である

## 自動荷役に関する今後の展望

- **現状の技術でも、特定条件下ではトラックへの自動荷役を実施可能**（既に実装済）だが、自動荷役の活用場面の拡大、利便性の向上に向けては、下記の点に対応していくことも考えられる

自動荷役に関する今後の展望（自動荷役の活用の幅を広げる・利便性を高めるための方向性の案）

### ① 対応可能なパレット種類の拡大

- ・ 1,200mm×1,000mm（T12パレット）の積み込みに対応することで、活用場面を広げる

### ② 対応可能な積み方の拡大

- ・ 複数種類パレットの混載や段積みに対応することで、活用場面を広げる
- ・ 特に、段積みをしないと積載率が下がってしまう可能性があるため、段積みの上段のパレットのみを積み下ろしできるようにするなどの方向性が考えられる

### ③ 養生材のせり出し、パレット穴へのラップのフィルム被り、オーバーハング等のイレギュラーへの対応

- ・ 自動荷役機器の対応場面を広げることで、人間による介入場面を減らし、完全無人での荷役を実現する

### ④ 自動荷役機器の制御システム開発、上位システムとの連携（後工程の庫内作業との連携）

- ・ 自動荷役機器の制御システム及び上位システムを経由して、自動運転トラックや他の荷役機器と連動することで、人間による扉・ウィングの開閉や自動荷役機器の作動を不要とし、完全無人での自動化を実現する

### ⑤ 自動荷役機器によるデータの取得・活用や物流システム全体の効率化

- ・ 自動荷役機器によりKPIである荷役時間を自動計測し、他のデータと組み合わせて物流の全体最適を目指す

# 自動荷役の実施要件等に関する検証（参考資料）

## 物流MaaSにおける自動荷役で目指す姿

- 下記の条件であれば自動荷役を実施できるようにすることを目指す
  - ✓ 特に、活用が進んでいるパレットに対応し、有人荷役と同等程度の精度・時間で実施できることを目指す

### 目指す姿

パレットへの対応  
(T9,T11,T12)

有人荷役と  
同等の精度

有人荷役と  
同等の時間

人間による  
介入なし

項目	条件
①パレットの種類（縦横サイズ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 900×1,100、1,100×1,100、1,200×1,000</li> </ul>
②パレットへの荷物の積み付け高さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有人荷役と同等</li> </ul>
③パレットの種類（その他）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● パレットの色に関係なく対応（黒色に近い色のパレットにも対応）</li> </ul>
④荷物の重さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有人荷役と同等</li> </ul>
⑤荷物の積み方	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 積み込み・積み下ろしの両方に対応</li> <li>● 有人荷役と同等の精度</li> </ul>
⑥実施場所・スペース	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 屋内の汎用区画（200㎡程度）</li> </ul>
⑦トラック種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大型ウィング単車（低床・高床、横開き）</li> <li>● フルトレーラー（段付き、横開き）</li> </ul>
⑧トラック停止位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 数十cm以内のズレは許容</li> </ul>
⑨機器構成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● AGF（2台）・AMR（4台）</li> </ul>
⑩人間による介入場面	<ul style="list-style-type: none"> <li>● なし（システム連携によるAGF・AMRの自動起動・停止）</li> </ul>
⑪荷役時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有人荷役と同等（大型ウィング単車1台あたり30分以内）</li> </ul>

## 現状、自動荷役を実施できる条件 (1/2)

項目	条件
①パレットの種類 (縦横サイズ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>単一種類のパレットを基本とする                             <ul style="list-style-type: none"> <li>900mm×1,100mm (ビールパレット) : 積み込み・積み下ろしともに対応可</li> <li>1,100mm×1,100mm (T11パレット) : 積み込み・積み下ろしともに対応可</li> <li>1,200mm×1,000mm (T12パレット) : 積み下ろしのみ対応可 ※積み込みは対応不可*</li> </ul> </li> </ul>
②パレットへの荷物の積み付け高さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.3m以内 (ウイング車の荷室の間口高さ (2.5~2.6m) に対して、20cm程度の余裕を持った高さである必要がある)</li> </ul>
③パレットの種類 (その他)	<ul style="list-style-type: none"> <li>パレットの色・新旧 (劣化度合い) は関係なく対応可能 (黒色や黒に近い色でも対応可能)</li> <li>パレットの穴にラップ等のフィルムが被っている場合、穴の上3分の1程度までであれば自動荷役を行うことが可能だが、それよりも多く被っている場合、自動荷役機器による穴の判定が難しくなる</li> </ul>
④荷物の重さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>AGF : 1.1トンまで対応可能 (10トン車に対して十数枚のパレットを積む想定であれば十分に対応可能)</li> <li>AMR : 1.0トンまで対応可能</li> </ul>
⑤荷物の積み方	<ul style="list-style-type: none"> <li>一度に単一種類のパレットのみ (複数種類の場合、いくつかの組合せパターンは実証済だが、すべてのパターンは未検証)</li> <li>段積みは、予め段積みされたパレットの積み込み・積み下ろしは可能 (異型のパレットの段積みでも対応可能)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>積み込み時に一段目のパレットの上に積み重ねる形で載せることは難しい</li> <li>積み下ろし時に段積みされたパレットの上の段のパレットのみを下ろすことは難しい</li> </ul> </li> <li>積み込み時のズレの精度は既定の目標値以内に収まっている (参考①)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>荷列バラツキ (奥行のズレ) : 50mm以内 (実証結果 : ±27.8mm以内)</li> <li>荷置角度 (水平方向からの角度のズレ) : 1.0°以内 (実証結果 : ±0.3°以内)</li> <li>隣接隙 (パレット同士の隙間) : 5mm以内 (実証結果 : ±0.23mm以内)</li> </ul> </li> <li>積み込み・積み下ろし時にオーバーハングがある場合、荷崩れの危険性があるため、対応が難しい (参考②)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒特に、パレット同士の隙間が無い場合 (T12パレット等の場合) は、予め隙間を設ける等の工夫が必要</li> </ul> </li> <li>積み込み・積み下ろし時に養生材が前にせり出してきた場合、自動荷役機器 (AGF) が停止する                             <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒予め、人手による養生材の取り外し or 後段取りとして人手による養生材の取り付け、が必要</li> <li>⇒人手による作業が不要な養生材を開発中 (参考③)</li> </ul> </li> </ul>

\*荷室の幅が2.4mのため、T12パレットの場合はぴったり置く必要があるが、現状の技術では荷崩れ等のリスクがあり対応が難しい (人が実施する場合、パレットを当てながら押す等の操作により繊細な調整が可能)

## 現状、自動荷役を実施できる条件 (2/2)

項目	条件
⑥実施場所・スペース	<ul style="list-style-type: none"> <li>実施場所は<b>屋内・半屋外</b>である必要がある ※屋外はNG (AGFやAMRが正常に動作しない可能性がある)</li> <li>床は<b>コンクリートや半たわみ塗装</b>である必要がある ※アスファルトの場合は轍ができて機器の動作に影響してしまう</li> <li>汎用区画で対応可能 (自動荷役専用にする必要はない。但し人間や他機器の侵入のコントロールは必要)</li> <li>必要な幅 (トラックと柱などの間) は<b>最小3.8m (リーチタイプのAGFを用いる場合)</b> (参考④・⑤)</li> <li>必要なスペースは200㎡程度 (リーチタイプのAGFとAMRを用いる場合) (参考④・⑤)</li> <li>荷物の仮置き場所の確保が必要 (トラックの後部など) ※仮置き場所まで/からは有人のフォークで搬送する想定</li> <li>一部、センサーやQR等の設置が必要 <ul style="list-style-type: none"> <li>AGFはLiDARを用いて自己位置を把握 (天井の情報に基づき位置を判定)</li> <li>AMRはLiDAR + QRを用いて自己位置を把握 (仮置き場所での方向転換の際はQRを用いて位置を判定) <ul style="list-style-type: none"> <li>※QRによる位置把握は低速である必要があり、荷役時間増加の要因になってしまう</li> <li>※LiDARによる位置把握はズレが生じるため、事前のテスト走行によるズレの修正が必要</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
⑦トラック種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型ウイング単車 (低床・高床) ⇒実装済 (実荷による荷役を実施済)</li> <li>セミトレーラー・フルトレーラー (段付き) ⇒実証済 (仮の荷物による荷役は実施済) (参考⑥) <ul style="list-style-type: none"> <li>トラックの荷室の架装は段差、凹凸、障害物がないように標準化されていることが望ましい</li> </ul> </li> </ul>
⑧トラック停止位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>予め指定したスペース (多少 (数十cm程度) のずれであれば問題なく実施可能)</li> </ul>
⑨機器構成	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>AGF (2台) ・AMR (4台)</b></li> <li>※AGF1台のみでも自動荷役は可能だが、物流MaaSでは上記組み合わせでの自動荷役を検証した</li> </ul>
⑩人間による介入場面	<ul style="list-style-type: none"> <li>扉・ウイングの開閉 (ドライバー)</li> <li>自動荷役機器の作動、自動荷役の終了の確認</li> <li><b>養生材の取り付け・取り外し、ラップの取り外し</b></li> <li>その他、イレギュラーの発生時</li> </ul>
⑪荷役時間	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>約30分/車 (2分/パレット)</b> ※有人作業とほぼ同等 ※AGF2台 + AMR4台の使用時 (両側での同時荷役) <ul style="list-style-type: none"> <li>積み込み：前段取り (ウイング開扉) 約2分 + 荷役約20分 + 後段取り約8分 (養生材取り付け + ウイング閉扉)</li> <li>積み下ろし：前段取り (ウイング開扉・養生材取り外し) 約8分 + 荷役約20分 + 後段取り約2分 (ウイング閉扉)</li> </ul> </li> <li>参考) 実績値 <ul style="list-style-type: none"> <li>積み込み：22分37秒/10枚</li> <li>積み下ろし：19分52秒/10枚</li> </ul> </li> </ul>

## 自動荷役を実施するために必要な準備

### ① 条件確認

- トラック仕様の確認（荷台仕様、幅、高さ、段付き有無、荷室高さ、等）
  - ✓ 予め、対応可能なトラック荷室の種類を設定しておくことが必要
- 荷物仕様の確認（パレットの種類、重さ、積み方、等）
  - ✓ 予め、対応可能な荷物・積み方の種類を設定しておくことが必要

### ② 実施準備

- 自動荷役の実施エリアの設定
  - ✓ トラック停車位置、荷役位置、荷物の仮置きスペースの設定
  - ✓ AGFとAMRの荷物受け渡し場所の設定（予めプログラミングしておく）
  - ✓ 他の荷役機器や人間の侵入に関するルールの設定
- センサー（QRコード）の設置
- システム連携（AGF・AMRのコントロールシステムの連携）
- AGFの操作方法の作業員へのレクチャー

### ③ テスト走行

- テスト走行による精度確認・必要に応じて修正

# 自動荷役の精度 / 対応可能なパレットの種類 / 養生材の開発

参考①：荷列バラツキ・荷置確度・隣接隙 (2022年度報告書)

参考②：荷物のオーバーハング (2023年度報告書)

## 精度測定項目と目標数値

項目	内容	規格[A]
荷列バラツキ	荷列全体に対するAGF奥行方向の荷役ズレ	50mm以内
荷置角度	荷室前後方向に対するパレットの回転ズレ	1度以内
隣接隙	荷役時の隣接パレット隙	5mm以内

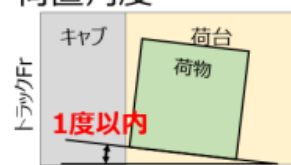
### 荷列バラツキ



### 隣接隙



### 荷置角度



摘出課題	事象
トラック荷台上でのパレット上の荷物同士の重なっている際の荷下ろし	91パレット荷下ろし時、反対側のパレットの荷物に引っ掛かり、持ち上げ荷崩れ発生 ・出荷元で実荷を有人にて荷積み ・オーバーハング×アンダーハングの組合せ
 実荷でのパレット重なり (隙が無い状態)	 実荷での荷崩れ例 【荷の重なり部拡大図】

参考③：人手による荷役前の取り外し・荷役後の取り付けが不要な養生材 (2024年度報告書)

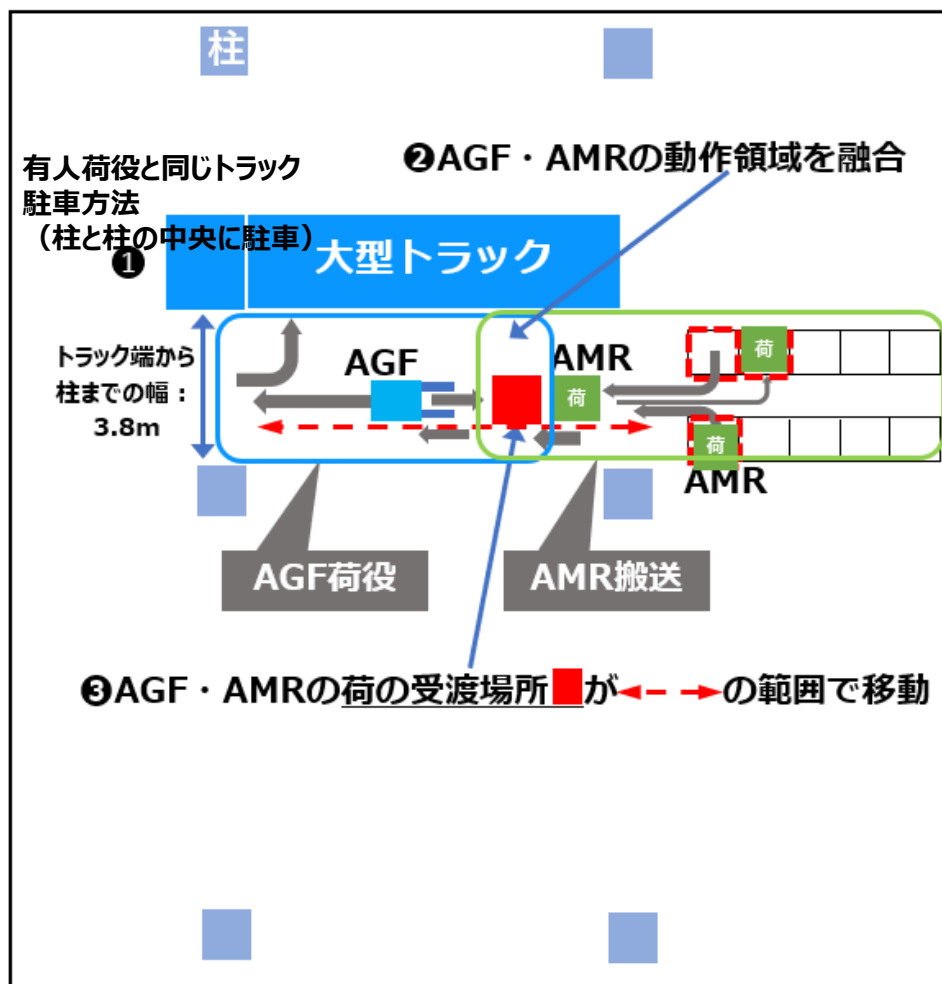
前段取りで人手で養生材を取外しなくても、自動荷役途中で落下しない構造の養生材の検討の継続

\* 昨年、相模原センターが考案した養生材の厚みを厚くしたものを作成し、第二次実証でトライし、効果検証予定



## 自動荷役の実施スペース・レイアウト

参考④：自動荷役の実施レイアウト (2024年度報告書)



- ① 実際の有人荷役と同じトラック駐車方法 (柱と柱の中央に駐車) で実証
- ② AGF・AMRの動作領域を融合
- ③ AGF・AMRの荷の受渡場所が荷役対象の荷のトラック荷室の場所に応じて移動

⇒有人による荷役と同程度のスペースで実施可能  
※AGFがカウンタータイプの場合

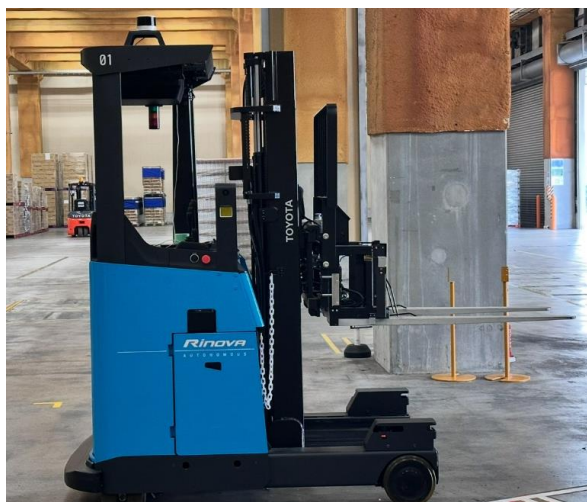
## AGFの種類 / 段付きのトラック荷室

参考⑤ : AGFの種類 (2024年度報告書)



←カウンタータイプ

リーチタイプ→



参考⑥ : 段付きのトラック荷室 (2023年度報告書)

- ✓ 図の赤枠と橙枠の部分で床の高さが異なる  
⇒AGFでパレットを認識する難易度が上がる



## 物流MaaSでは2021~2024の4年間にわたり自動荷役の取組を実施し、着実に進歩

年度	取組	実施事項	成果		
			荷役精度	荷役時間	その他
2021	一般物流倉庫でのトラックへの自動荷役の実現性検証	一般物流倉庫に適合する自動荷役の要件定義と検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>有人作業同等の精度</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>AGFによるトラックへの荷役の自動化</li> <li>荷役精度、段積・平積対応、対応可能パレット、対応可能トラック（低床トラック・高床トラック、単車・フルトレ）を検証</li> <li>一般物流倉庫に適合するAGF制御・荷役精度確保の技術開発</li> </ul>
2022	一般物流倉庫におけるトラックへの自動荷役の効率化検証	AGF・AMR連携による効率的な自動荷役の検討・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>有人作業同等の精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2分30秒/パレット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AGFとAMRの連携により自動荷役を効率化</li> <li>自動荷役可能なパレットの種類の検討</li> </ul>
2023	同上	AGF・AMR・自動検品装置の連携による自動荷役の更なる効率化の検討・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>有人作業同等の精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2分30秒/パレット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AGFとAMRと自動検品装置の連携による自動荷役を実証</li> <li>AGFとAMRと自動検品装置の連携時における精度・時間を検証</li> <li>支線便での実荷荷役実施（AGF・AMR・自動検品）</li> <li>自動荷役可能なパレットの種類・積み方の検討（段積・混載による積載率向上、新養生材）</li> </ul>
2024	同上	有人作業と同等程度の荷役時間・スペースを目指したAGF・AMRの新連携方法の検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>有人作業同等の精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2分/パレット（有人作業同等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AGFとAMRの連携方法を見直し、有人作業と同等程度の時間とスペースで自動荷役を実現</li> <li>荷役スペースを200㎡に削減（前年度までは600㎡）</li> <li>自動荷役に影響を与えない積み方の検証（新養生材開発・実証）</li> </ul>

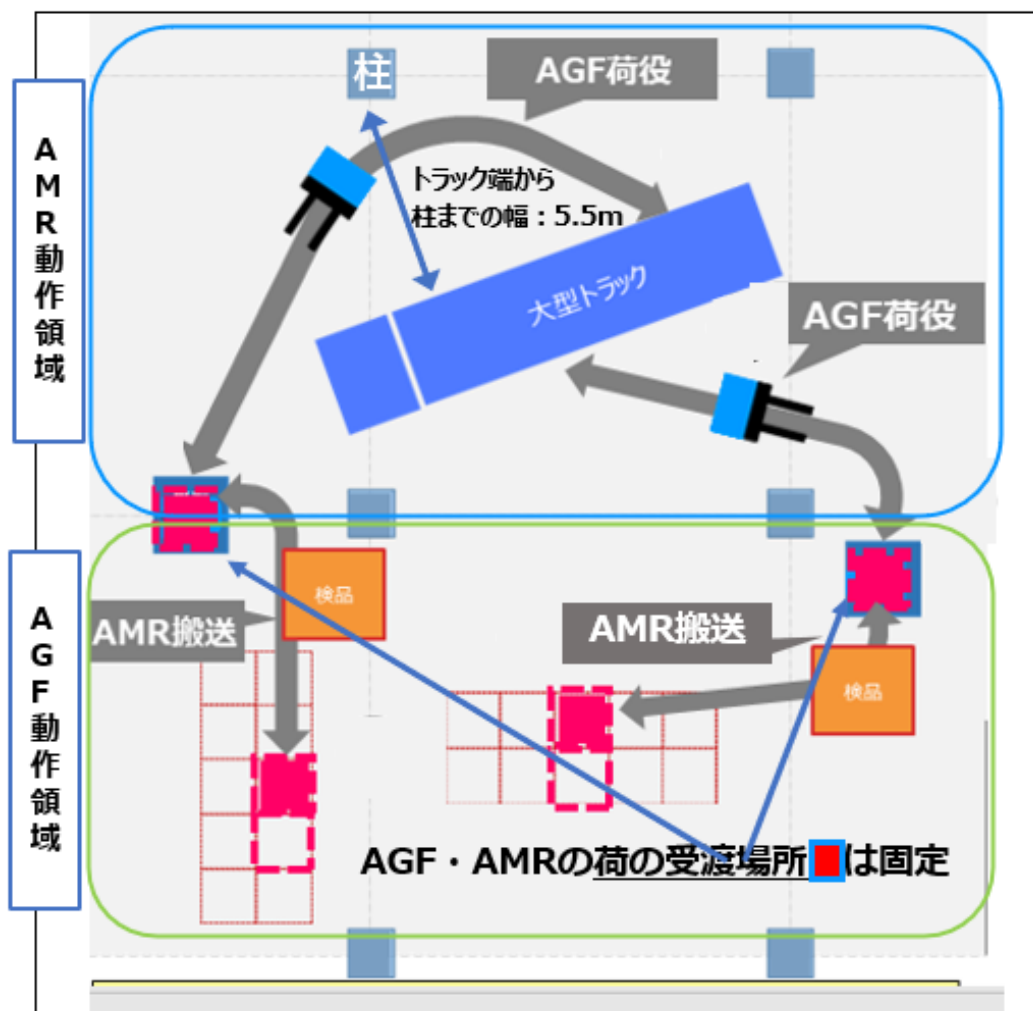
## 2024年度には、AGFの変更・レイアウトの見直しを実施し、荷役時間を大幅に短縮した

項目		2023年度	2024年度
AGF	タイプ	<b>カウンタータイプ</b> 	<b>リーチタイプ</b> 
	台数	<b>2台（片側1台ずつ）</b>	<b>2台（片側1台ずつ）</b>
	走行距離	積み込み：380m 積み下ろし：400m	積み込み：180m 積み下ろし：180m
AMR	台数	<b>2台（片側1台ずつ）</b>	<b>4台（片側2台ずつ）</b>
	走行距離	285m	250m
トラック位置		自動荷役専用トラック位置	相模原センターの通常駐車位置
必要なスペース		600㎡	200㎡
レイアウト		※次ページ参考	
荷物保管位置		トラック側方	トラック後方
荷役時間		<b>40分/車（2分30秒/パレット）</b>	<b>30分/車（2分/パレット）</b>

# 2024年度には、レイアウトの見直しにより、実施スペースを大幅に削減した

参考：自動荷役の実施レイアウト（2023年度・2024年度の比較）（2024年度報告書）

## 2023年度



## 2024年度



The logo for 'Smart Mobility Challenge' features the word 'Smart' in a blue sans-serif font with three curved lines above it. 'Mobility' and 'Challenge' are in a larger, blue, rounded sans-serif font. The 'o' in 'Mobility' and the 'o' in 'Challenge' are highlighted with a red dot.

# Smart Mobility Challenge

スマートモビリティチャレンジ