

今後の技術開発に向けて

航空局 航空ネットワーク部

空港技術課

令和7年3月13日



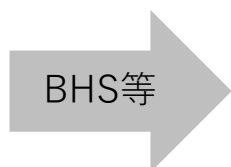
- 1.積付作業の自動化の方向性
- 2.積付作業の自動化における作業工程イメージ
- 3.自動積付システムの要件イメージ
- 4.自動積付システムの実装空港となりうる観点

1.積付作業の自動化の方向性

積付作業の自動化の方向性

- 一般的な積付の作業内容を分解すると、作業員は「**担当便判断**」、「**積付順判断**」、「**積付作業**」を**同時並行に処理**をしている。
- 積付を**自動化**する場合、メイクにおいて「担当便判断」、「積付順判断」を行わせることは困難であるため、作業工程の**上流**で個別搬送化(**担当便の手荷物抽出と積付に最適な搬送順の整理**)が必要となる。

作業工程



ソリューション



出所) DAIFUKU「Baggage Tray System」
<https://daifukuattec.com/api/asset/2020/01/Baggage-Tray-System-Brochure-Jan-2020.pdf/> (2024年7月30日取得)

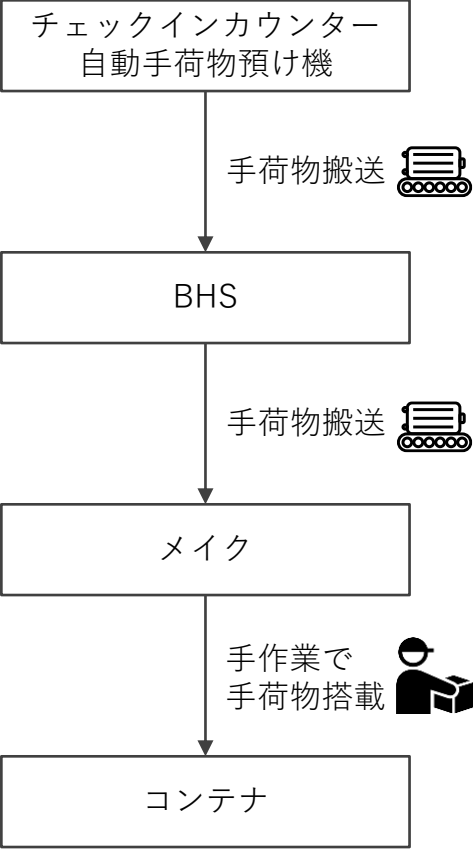
積付作業の自動化

出所) 豊田自動織機「ANAグループが目指すSimple & Smartな空港地上支援業務の将来モデルを公開」
<https://www.toyota-shokki.co.jp/news/2020/12/07/004494/index.html> (2024年6月27日取得)

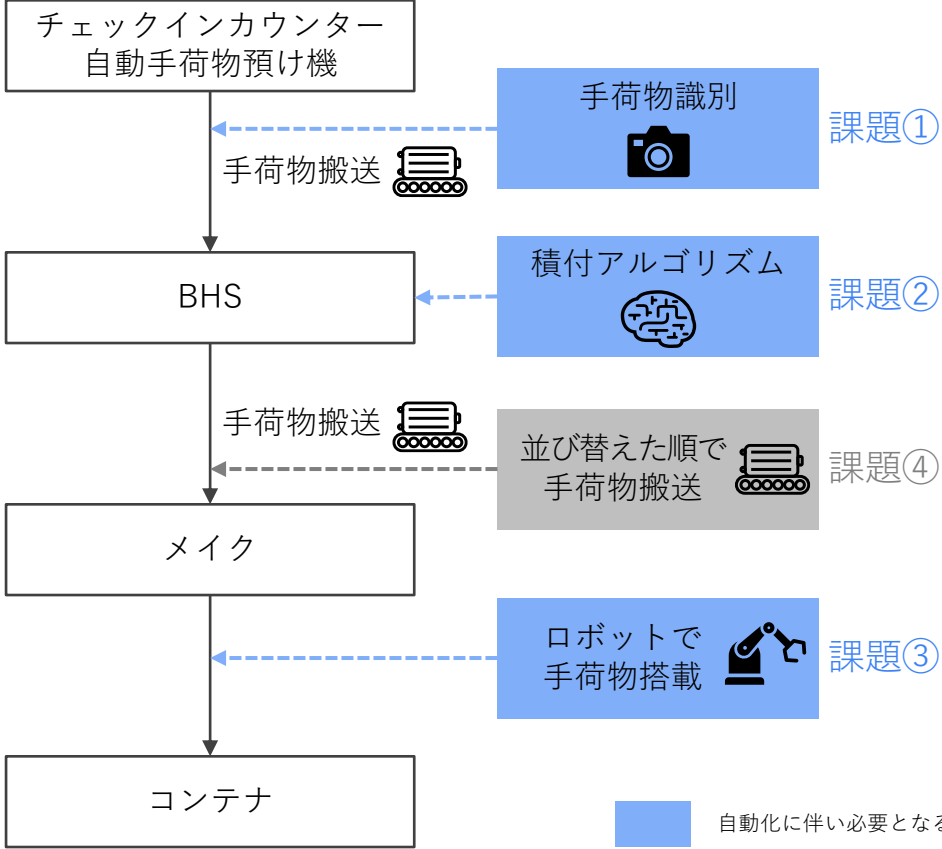
積付作業の自動化に向けた課題の所在

- 課題① 手荷物の寸法の測定、素材等を識別する技術がない。
- 課題② 荷崩れをしない積付方、積付順を計算し、積付を指示するアルゴリズム技術がない。
- 課題③ 形状、重さ、硬さ、素材等が様々な手荷物を狙った場所に置くためのロボット技術がない。
- 課題④ 手荷物の並び替えを行う機能がBHSにない。

現在の作業フロー



自動化後の作業フローイメージ



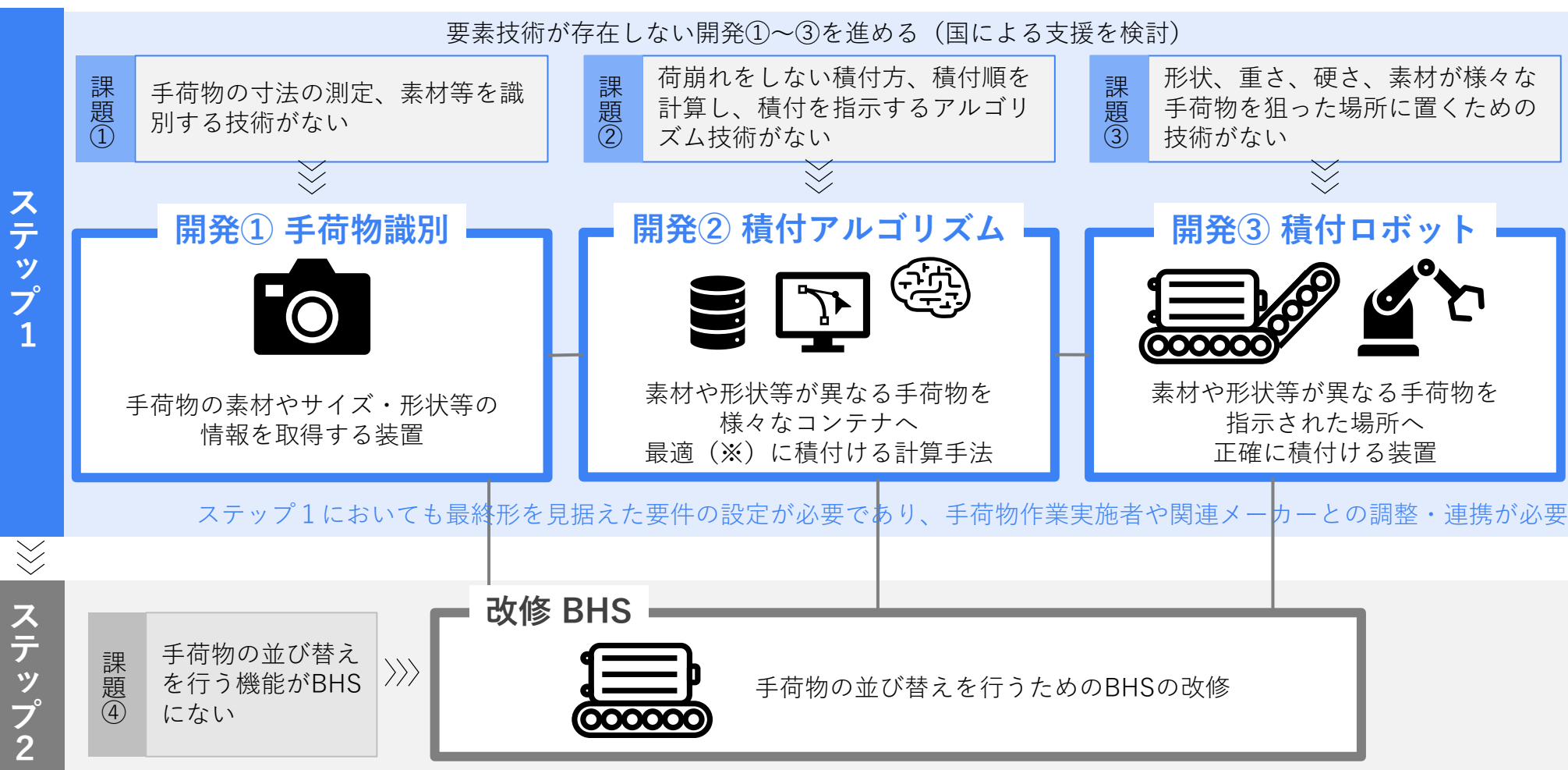
自動化に伴い必要となる技術

積付作業の自動化に向けた技術開発の方向性

基本方針 将来目標は空港における**実装・実運用**であり、**最終形**を見据えた開発・調整・連携が必要。

ステップ1 要素技術が存在しない**開発①～③**を進める（**国による支援**を検討）。

ステップ2 実装に向けて開発①～③に対応するBHSの改修を行う。



（※最適：荷崩れがなく、手荷物のステータス等の条件を考慮した積付方であり、且つ積付結果がコンテナ毎に設定した積付条件に近いこと）

実装・実運用へ

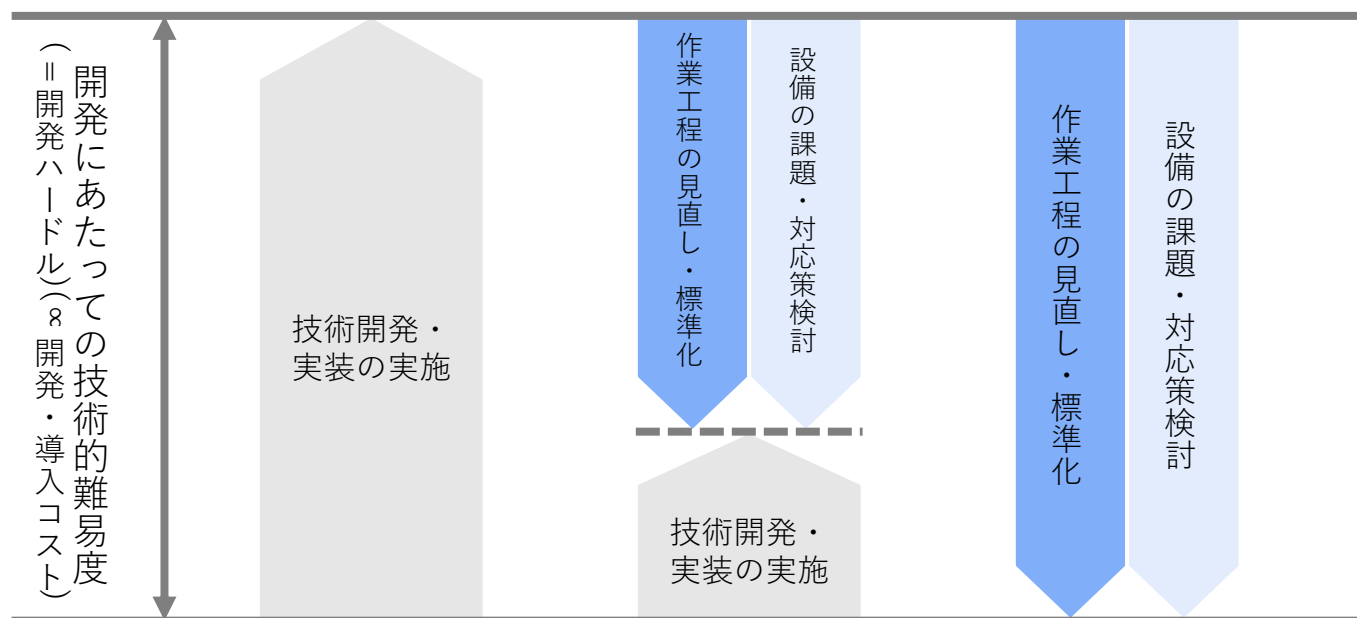
2.積付作業の自動化における作業工程イメージ

作業工程の見直し・標準化の必要性

- グラハン作業の生産性向上に向けた技術実装・開発を進める上で、現状のヒトによる作業をそのままロボット化するような技術開発は、非常にハードルが高い。
- 一方、人が作業する前提での複雑な工程の見直しや標準化、施設制約の課題の見直しなど、“地ならし”を行うことによって、このハードルを下げられる可能性がある他、一品一様の開発を避けることにもつながる。その結果として、開発コスト・導入コストの低下や技術開発・実装に向けた動きの加速化も期待できる。

作業工程の見直し・標準化の必要性

目標：技術の開発・実装による生産性の向上

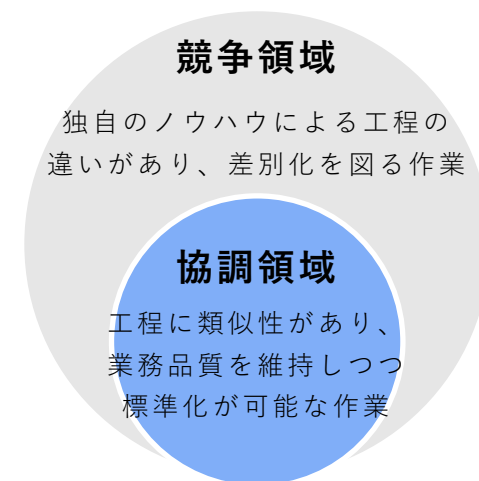


現状

- 開発難易度が高い
- 採算性が低い（一品一様等）
- 導入コストも上がる
- 開発ハードルを下げ技術開発促進が可能
- 既存技術の実装で対応可能

標準化の検討対象

標準化の対象は協調領域のみ



➡ 作業工程の見直し・標準化を検討

技術開発にあたり対象とするBHS

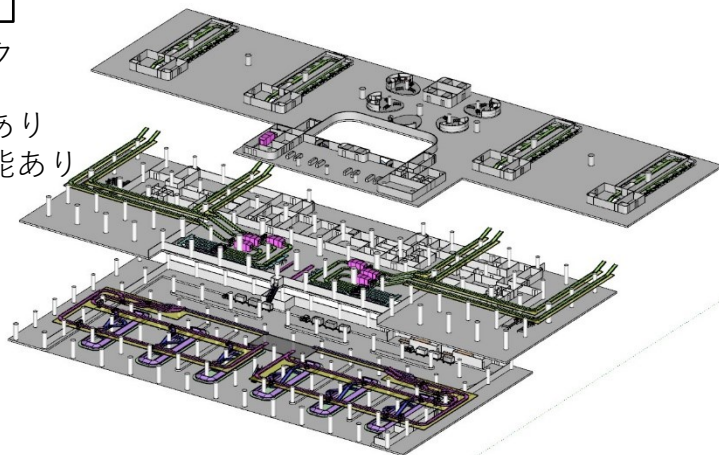
- 空港毎にBHSは大・中・小規模あり、メイクの個数や仕分け機能の有無等の違いがある。
- 国の支援では、複雑で難易度は高く、導入効果は大きいと見込まれる**大規模BHSの技術開発を先行**。
- 開発する技術は、**中・小規模BHSへの転用も踏まえ検討する**。

大規模BHS

優先

大規模

- ・複数のメイク
(カルーセル)
- ・仕分け機能あり
- ・タグ読取機能あり
(EDS※あり)



複雑で難易度が高く、導入効果大きい

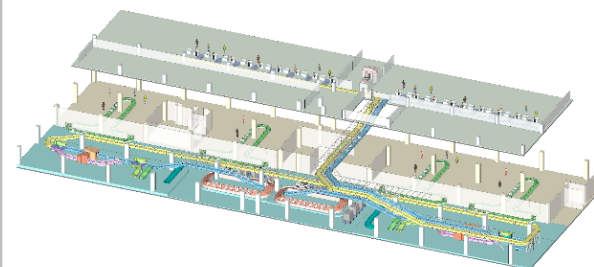
国の支援により大規模BHSで先行的に技術開発

- ・複数のメイクがあるため、運用への影響が少ない
- ・仕分け・タグ読取機能があるためBHSの改修が少ない

中・小規模BHS

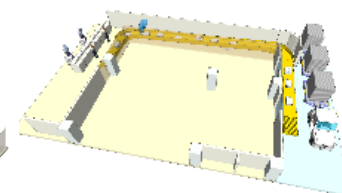
中規模

- ・メイクは1つ (カルーセル)
- ・タグ読取機能あり (EDS※あり)



小規模

- ・メイクは1つ
(ストレートベルト)



難易度が比較的低く、導入効果は限定的

開発された技術の中・小規模BHSに転用

➡ 羽田空港を対象に実態把握

※EDS：爆破物検知システム

出所：BHS図はトーヨーカネツ社資料（2025.2）

現在の手荷物積付における作業工程の確認

- 技術開発のハードルを下げることを目的として、作業工程の見直し・標準化を検討。
- 羽田空港国内線のT1/JAL、T2/ANAを対象に、手荷物積付における作業工程を詳細に確認。
- JAL・ANAで自動化を検討するうえで考慮すべき作業工程に大きな違いはなかった。なお、各作業工程における手法のうち、自動化の検討に影響する「コンテナへの積付手法」に違いがあったが、これについては、標準化が困難といえることから、アルゴリズムや積付ロボットの開発において対処することが適当と判断した。

作業工程

前日：コンテナの種類、台数を設定
当日：一般/プライオリティ/乗継等
の配分を設定
(ソーティング担当)

当該便のメイ
クへコンテナ
を搬送

流れてきた手
荷物が自身の
担当便か識別

ハンズキャ
ナーでコンテ
ナ番号を読取

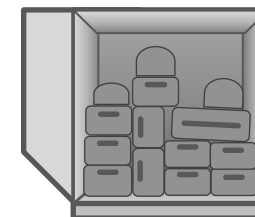
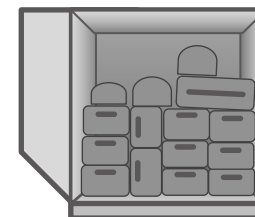
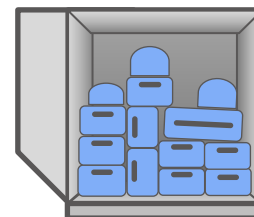
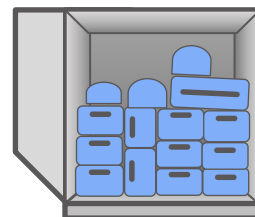
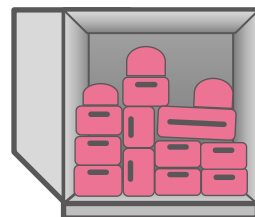
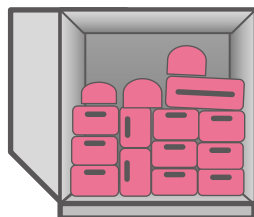
ハンズキャ
ナーで手荷物
のタグ番号を
読取

コンテナへ
手荷物を搭載

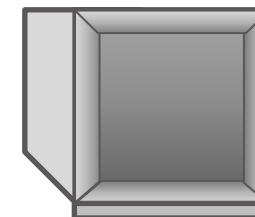
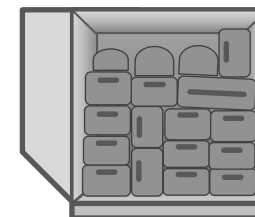
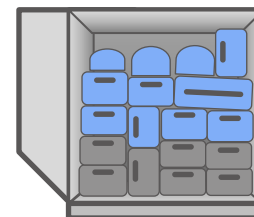
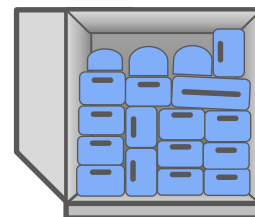
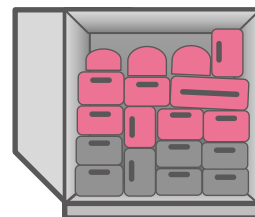
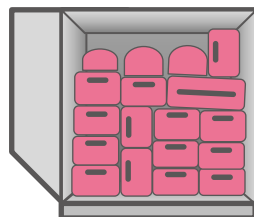
コンテナへの積付方の違いのイメージ

  プライオリティ   乗継手荷物   一般手荷物

A社

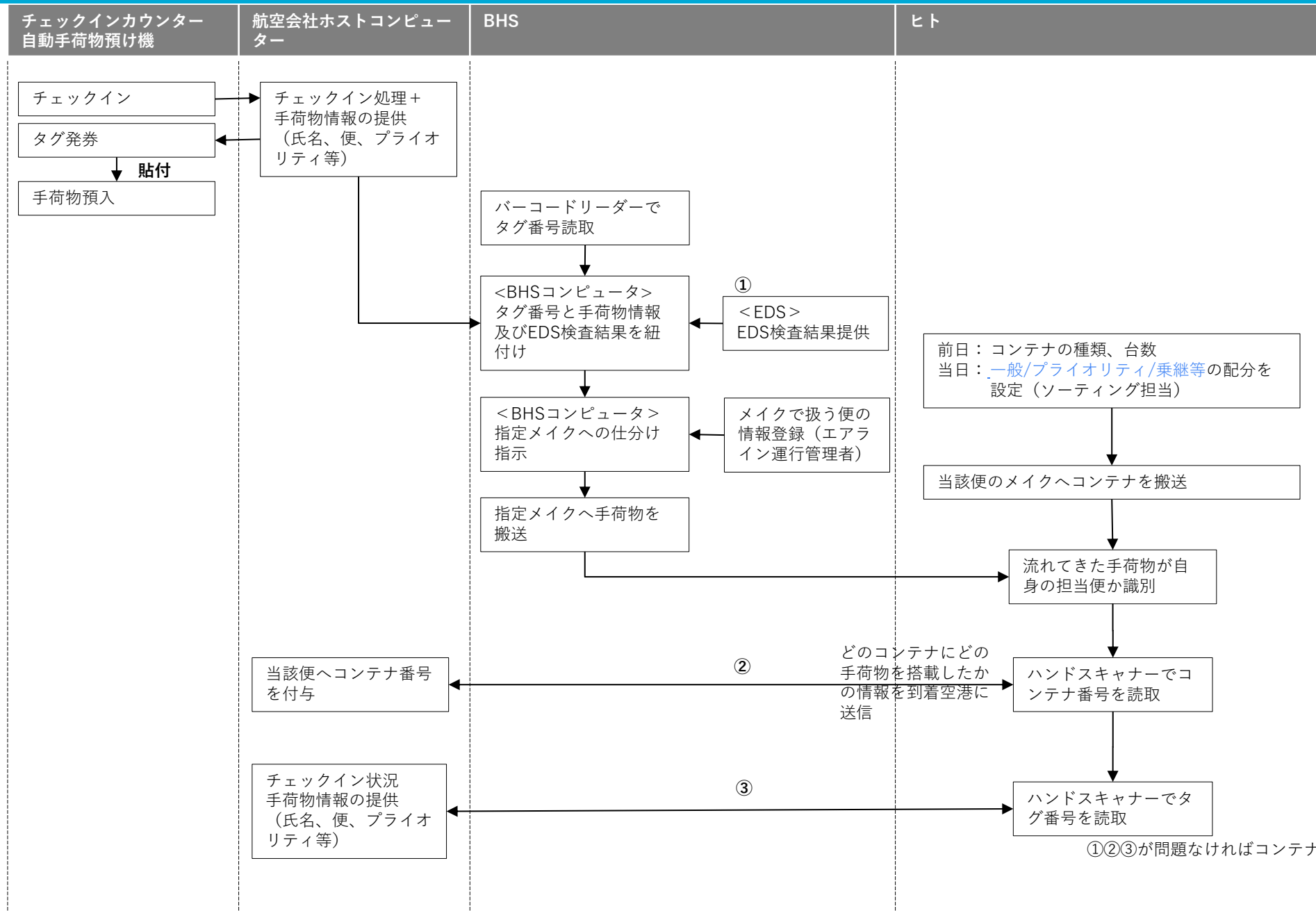


B社

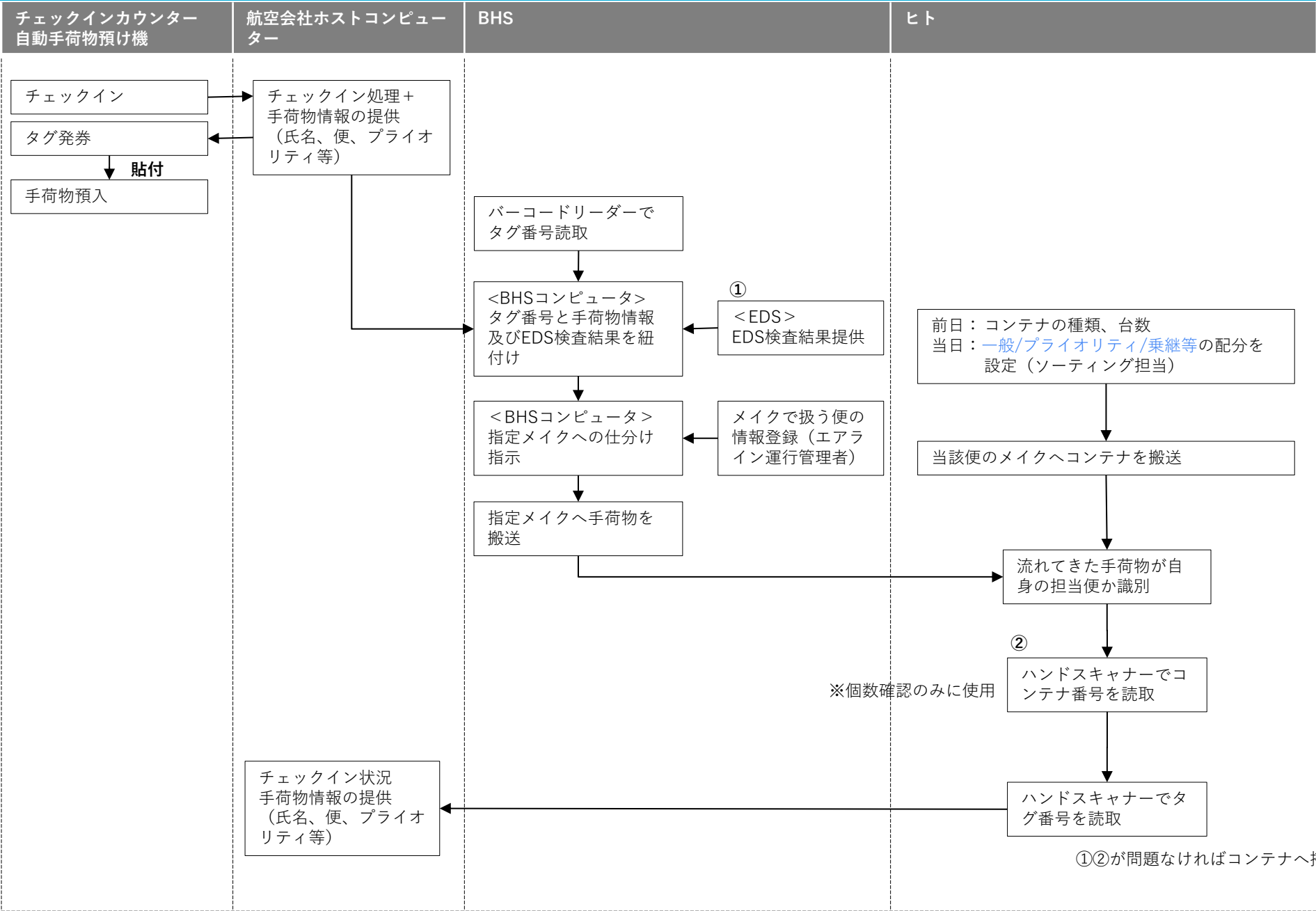


開発物の要件設定等で対応可能とする

現在の手荷物積付の作業フロー(羽田空港T1/JAL)



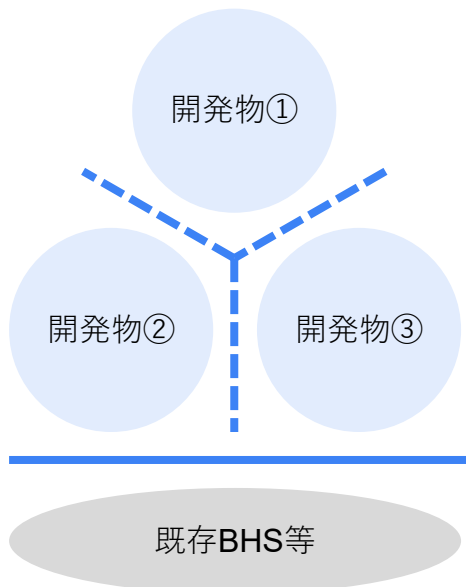
現在の手荷物積付の作業フロー(羽田空港T2/ANA)



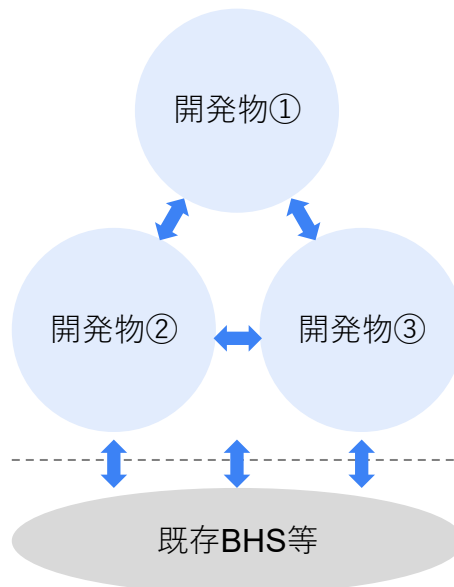
開発物のコンセプト

- ステップ1で開発する開発物①～③のコンセプトは以下のとおり。
- 開発物及び既存BHS等それぞれの**役割が明確**であること。
 - 開発物同士や既存BHS等との**接続が容易**であること。
 - **既存BHS等の改修が極力少なく**、且つ容易であること。
 - システムの**汎用性・拡張性**が高く、改修が容易であること。

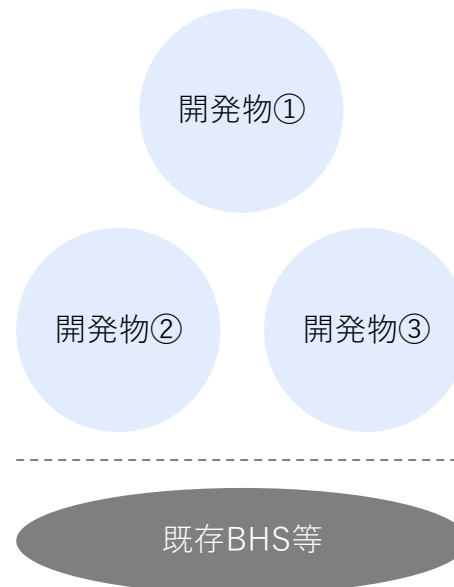
役割が明確



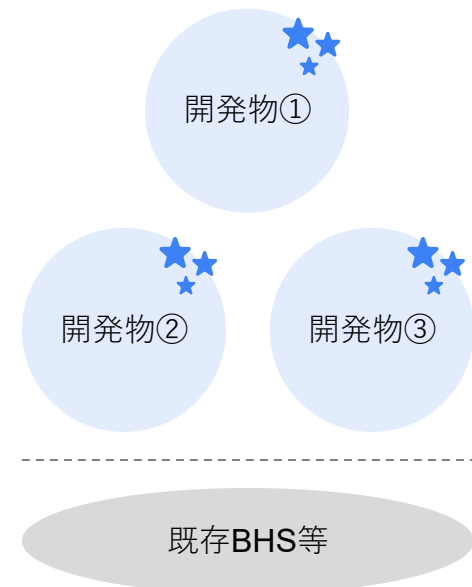
接続の容易性



既存BHS等の改修を少なく



汎用性・拡張性

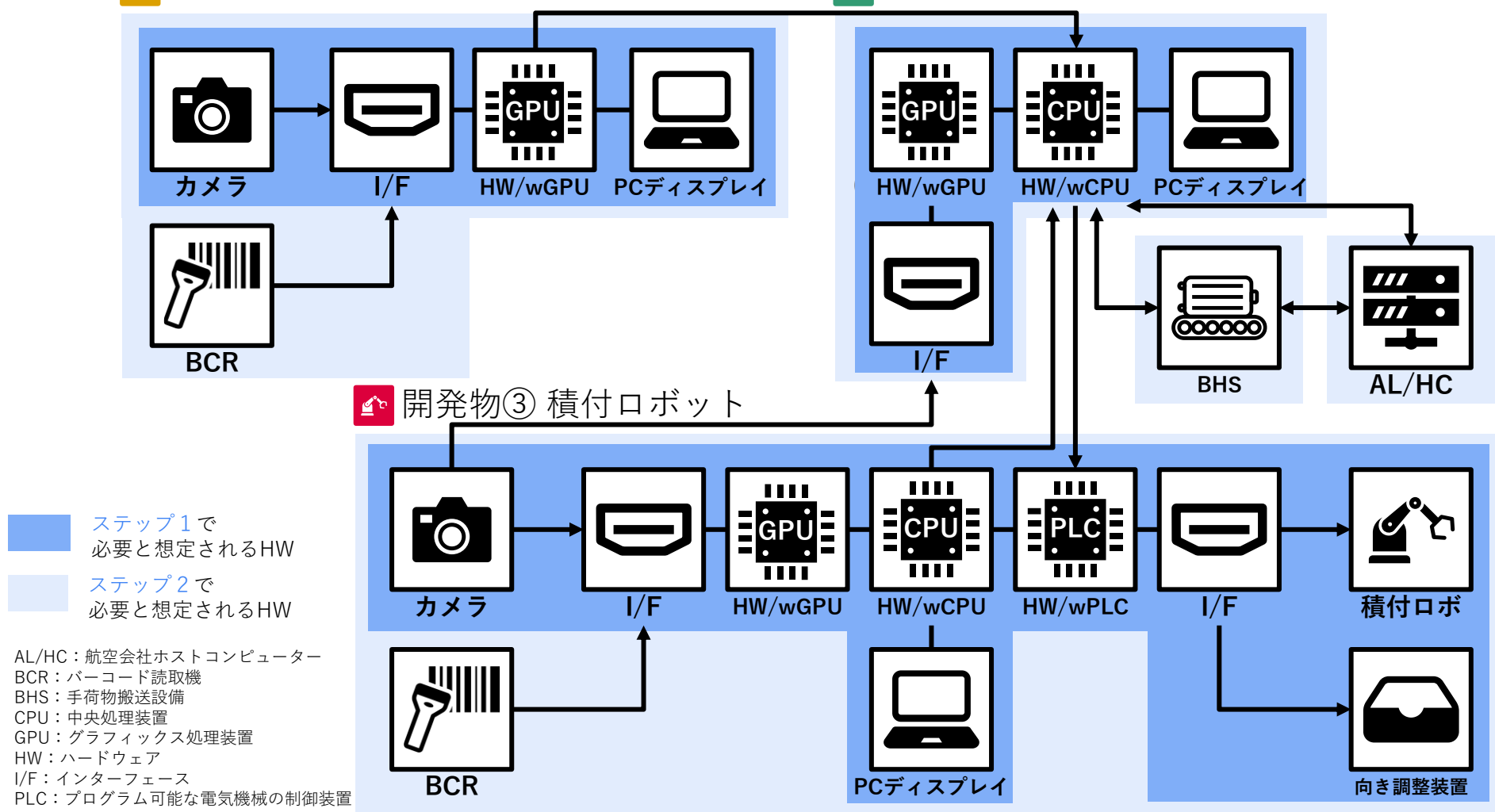


自動積付システムの全体構成

- 自動積付システムの全体構成は以下のとおり。
- **ステップ1**では、開発物①～③の独立した**要素技術**を開発し、**ステップ2**では、開発物①～③相互やBHS等の既存システムと接続した**システム全体**を構築。

開発物① 手荷物識別

開発物② 積付アルゴリズム



- 開発物①～③及びBHSの機能分担に係る比較案を複数設定(案A～C)。
- 案A※は、手荷物向き調整機能及び手荷物情報データ統合機能を開発物に寄せた案。
(※開発物のコンセプト「既存BHS等の改修が極力少なく、且つ容易であること」に準じた案)
 - 案Bは、手荷物向き調整機能及び手荷物情報データ統合機能をBHSに寄せた案。
 - 案Cは、案Aと案Bの折衷案。

		開発物① 手荷物識別	開発物② 積付アルゴリズム	開発物③ 積付ロボット	BHS
各案共通事項		- 手荷物センシング - 手荷物センサデータ等解析・識別情報生成	- 手荷物の最適な積付順番計算 - 手荷物の最適な積付位置計算	アルゴリズムの指示に応じた手荷物積付	- 手荷物仕分け・搬送、EDS検査 - アルゴリズムの指示に応じた手荷物の一時保管、順番通りの搬送
比較事項	案A	—	手荷物情報のデータ統合	センサデータ等に応じた手荷物の向き調整	—
	案B	—	—	—	- センサデータ等に応じた手荷物の向き調整 - 手荷物情報のデータ統合
	案C	—	—	センサデータ等に応じた手荷物の向き調整	手荷物情報のデータ統合

➡ 開発コンセプトに照らし「案A」を選択

○ 案Aにおける開発物①～③及び既存BHS等との機能分担詳細は以下のとおり。

	開発物① 手荷物識別	開発物② 積付アルゴリズム	開発物③ 積付ロボット	BHS	ヒト・その他
メイン機能	- 手荷物センシング - 手荷物センサデータ等解析・識別情報生成 ※重量の可否と取得方法は引き続き検討	- 手荷物の最適な積付順番計算 - 手荷物の最適な積付位置計算	- センサデータ等に応じた手荷物の向き調整 - アルゴリズムの指示に応じた手荷物積付	- 手荷物仕分け・搬送、EDS検査 - アルゴリズムの指示に応じた手荷物の仕分け、一時保管、順番通りの搬送	- メイクへのコンテナ搬送 - 積付補助、通い箱搬送・大型手荷物の積付 - 積付ロボの監視・補助
サブ機能	データ送信	- データ送受信 - データ統合 - BHSに手荷物の仕分け、一時保管、搬送順番指示 - 積付ロボに手荷物積付位置指示	- データ送受信 - コンテナ番号の読取・照合 - 手荷物タグ番号の読取・照合 - 手荷物向きのセンシング - コンテナ内積付状態センシング - アラート発出機能	- データ送受信 - バーコードリーダーで手荷物タグ番号読取 - 手荷物二次情報生成（手荷物一次情報＋EDS検査結果）	- 手荷物預入、タグ発券、手荷物にタグ付け - 手荷物一次情報生成（氏名・便・プライオリティ等）
設置場所	ベルトが1か所に集約する位置	コンピューター内	荷捌き場	チェックイン～荷捌き場	主な処理場所・位置
処理タイミング	手荷物のベルト投入後、ベルトが1か所に集約するタイミング	- 積付順番計算は手荷物EDS検査後すぐ - 積付位置計算は積付の直前	- コンテナ番号の読取はメイクへのコンテナ搬送後 - 手荷物タグ読取・向きセンシングは積付の直前 - 向き調整は積付の直前	手荷物タグ番号読取は手荷物のベルト投入後、ベルトが1か所に集約するタイミング	手荷物一次情報生成はチェックイン及び手荷物発券時

国土交通省



3.自動積付システムの要件イメージ

自動積付システム全体の開発目標

- 自動積付システムの開発は、手荷物積付作業の**自動化**を**最終目標**とする。
- ただし、その実現にあたっては、要素技術の開発だけでなく、他のシステムとの接続やシステム全体としての実装、BHS等や設置場所の改修、現場運用への適用・完熟など対応も必要となる。
- そこで、自動化を最終目標と見据えつつも**省力化**、**省人化**、**自動化**といった**段階的な効果発現**を**目標**とする。

省力化・省人化・自動化の概念

段階的な
効果発現

自動化

- 特定の業務において、**人手が必要とされる作業が無くなる状態**のこと（ただし、イレギュラー対応は除く）

省人化

- 特定の業務において、その一部の作業を自動化することで、必要とされていた人数よりも、**少ない人手で定常的に業務が可能となる状態**のこと（ただし、一部人による作業は残る）

省力化

- 特定の作業工程において、人数は変わらないが**作業負担が軽減される状態**のこと。
- または、作業が単純化されることにより、**熟練者でなくとも作業が可能**になること。

出所：第2回技術検討会 資料2「手荷物業務に係る生産性向上方策(素案)」2024.8.9

- 自動積付システムで取扱対象とする手荷物・コンテナは以下のとおり。
 - 開発必須： 自動積付システム実装において最低限必要とするもの
 - 開発任意： 実装において、より省力化・省人化・自動化が進むと期待できるもの

- ・ 対象手荷物の種類
 - (対象) BHSレーンで搬送できる手荷物
 - (開発必須) ハード手荷物、特殊ハード手荷物、ソフト手荷物
 - (開発任意) 通い箱で搬送する手荷物
 - (対象外) BHSレーンで搬送できない手荷物 (大型手荷物)

- ・ 対象手荷物の重量
 - 1個あたり最大32kg

- ・ 対象手荷物の寸法
 - エアラインが指定するサイズに準ずる

- ・ 対象とする積付先コンテナの型式
 - (開発必須) LD3
 - (開発任意) LD8、LD4、LD2、DKH、AKH
 - 注：バルクカートは対象外

- ・ ロボット 1 台での同時積付先コンテナの最大個数
 - (開発必須) 同時に1台
 - (開発任意) 同時に2台以上

手荷物種類	概要
ハード	スーツケース等の固い素材のもの
特殊ハード	箱型以外の特殊な形状をしたハード手荷物
ソフト	ボストンバック、リュック等
通い箱搬送	通い箱で搬送するビニール袋、紙袋等
大型手荷物	サーフボード、ゴルフバッグなど



通い箱
出所：成田エアポートテクノウェブサイト



出所：JALウェブサイト



3辺（縦、横、高さ）の合計が203cm以内
出所：ANAウェブサイト

自動積付システム全体の開発目標

○ 開発目標(規模・時間・指標)は、現行の人手による作業を自動積付システムに置き換えるものとして設定。



手荷物取扱量規模(処理件数)

出発便1便あたり最大処理件数(国内線・大型機)は、手荷物240個、コンテナ6台

同時積付処理件数、コンテナ1～2台

1日あたり最大処理件数、出発便7便、手荷物1680個、コンテナ42台 ※6-21時で稼働したと仮定

国内線・国際線別の旅客1人あたり手荷物個数目安(国内線0.5～0.6個/人、国際線1.5～1.6個/人)

コンテナ1台あたり最大手荷物積付個数目安(LD3・40個/台)



手荷物取扱量時期・時間(業務の時期・時間)

24時間365日稼働可能

出発便1便当たり積付作業時間(国内線)は、出発時刻120分前～15分前(105分間)

※それ以降はヒトが作業

手荷物預入締切

: 国内線20分前

国際線60分前

手荷物積付時間

: 国内線120分前～15分前

国際線120分前～30分前



管理すべき指標

積付処理速度 : 1時間当たり250個/基以上

積付中に荷崩れ等が発生しないこと

積付中に手荷物を破損させないこと

積付後にコンテナの扉が閉まること

○ 開発目標に対し、段階的な作業人数目標(負担軽減・熟練者減含む)を設定。



出発1便あたりのコンテナ積付作業人数(国内線・大型機・コンテナ5-6台)

現在 1～4人 (うち熟練者 1～4人) に対し、

将来・省力化 人数は変わらないが、作業負担が軽減し、少ない熟練者数で対応できる

将来・省人化 人数の削減化可能となる。(少ない人数で対応できる)

将来・自動化 ヒトが不要になる(ただし、ロボットの監視者、イレギュラー対応は必要)

現在の作業人数 (出発1便あたりのコンテナ積付作業人数)

		A社	B社
大型機 B777等	コンテナ台数	4～6台	4～6台
	作業人数	3～4人	1～2人
	(うち熟練者数)	(3～4人)	(1～2人)

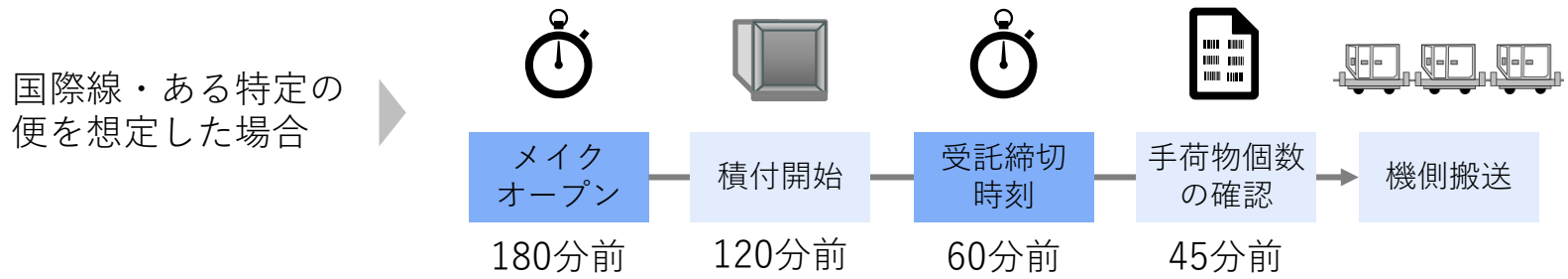
将来の作業人数目標の想定例 (出発1便あたりのコンテナ積付作業人数) ※国内・大型機の例

	内際	機種タイプ	コンテナ台数	作業人数	(うち熟練者数)
現在	国内線	大型機	4～6台	1～4人	(1～4人)
省力化	〃	〃	〃	1～4人	(1～2人)
省人化	〃	〃	〃	1人	(1人)
自動化	〃	〃	〃	1人 (監視者)	(0人)

- グラハン作業の現状とメーカーの技術動向を踏まえ、ロボットに求める処理能力を200～250個/時間に設定。
- 受託手荷物のうち、大型手荷物については、BHSレーンで搬送できないため、自動積付の対象外とし、別途、ヒトが対応。

ロボットに求められる処理速度の目標値：1時間あたり200～250個

グラハン作業の現状（ヒトが作業する場合）は1時間あたり240～450個、メーカーの既存技術では145～250個であることを確認の上、ロボットに求められる処理速度を設定



ロボット基数

現状（ヒトが作業する場合）			ロボットに置き換えた場合		
機材	手荷物総数(想定最大値)	人員数	求められる処理個数	処理個数/基	メイク毎の必要基数
大型(777等)	440～500個	3～4人	440～500個	200～250個	2基
小型(320等)	180～220個	1～2人	180～220個	200～250個	1基

※人が作業する場合の最大処理速度は200～250個/30分程度。
しかしこの時間内で必ずしも作業を完了させる必要はない。

手荷物の種類

手荷物種類	概要	対応
ハード	スーツケース等の固い素材のもの	▶ 開発必須
特殊ハード	箱型以外の特殊な形状をしたハード手荷物	▶ 開発必須
ソフト	ボストンバック、リュック等	▶ 開発必須
通い箱搬送	通い箱で搬送するビニール袋、紙袋等	▶ 開発任意
大型手荷物	サーフボード、ゴルフバッグなど	▶ 対象外（ヒトが対応）



通い箱
出所：成田エアポートテクノ HP

自動積付システムのヒトとロボットの協働パターン

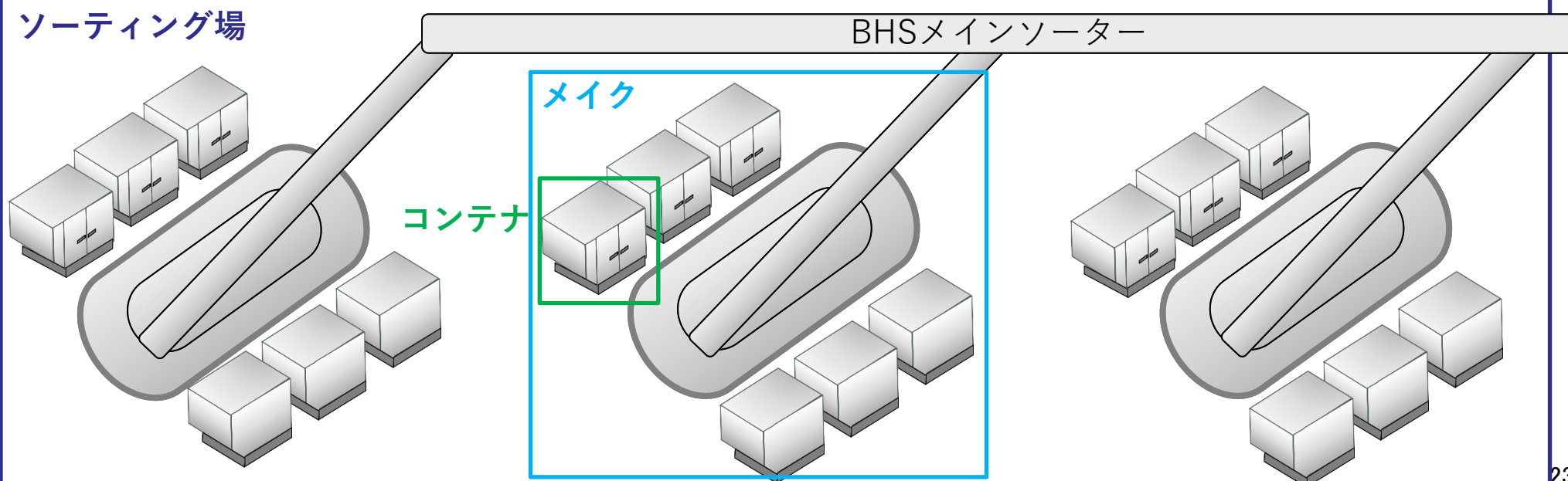
○ ヒトとロボットの協働は、協働範囲に応じて以下の3つのパターンに整理される。省人化や省力化の段階においては、パターン①の対応は少なからず必要となる。

ヒトとロボットの協働パターン

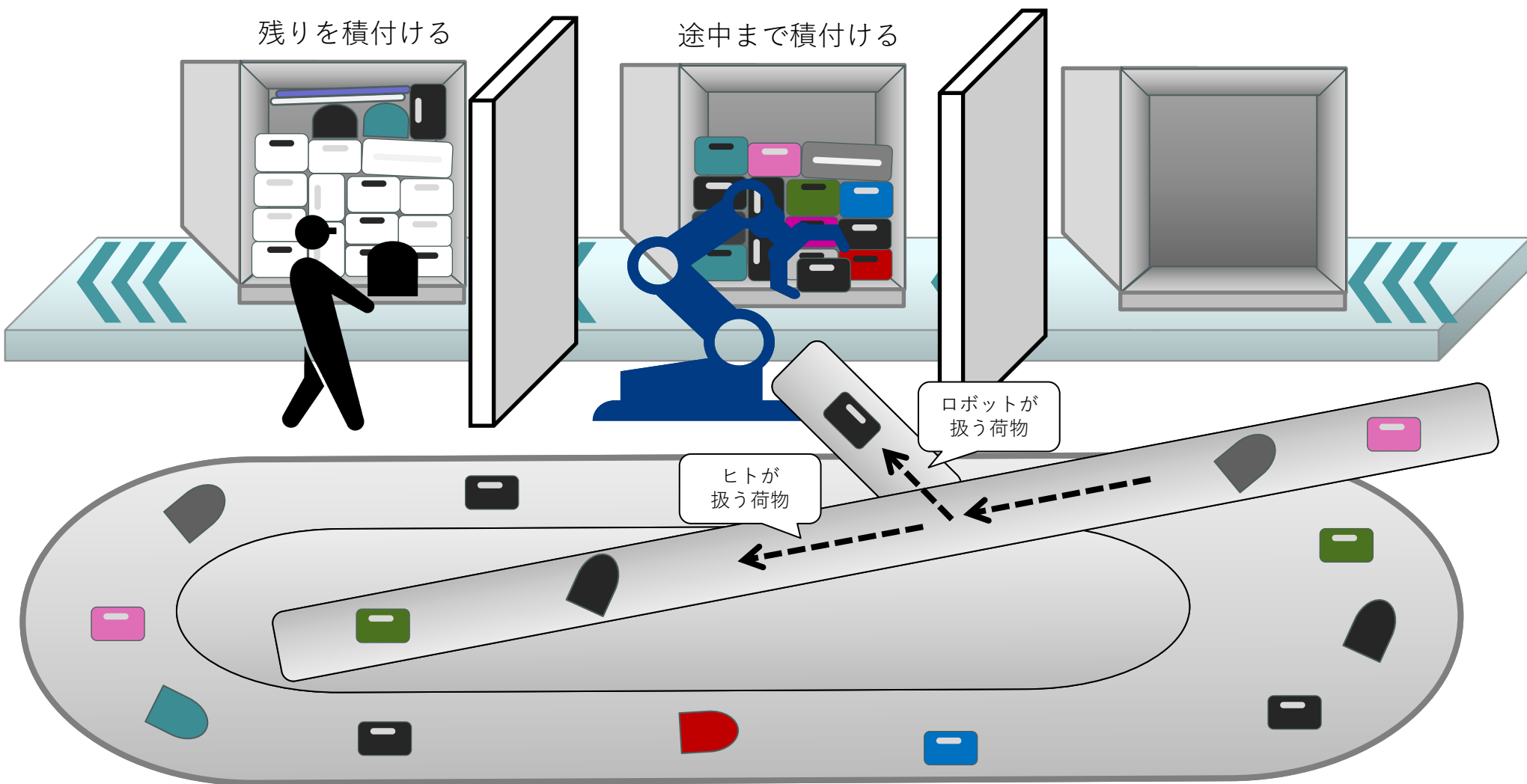
No.	パターン名	特徴
①	1つのコンテナをヒト・ロボ協働	1つのコンテナに、ロボットが途中まで積付けた後に、ヒトが残りを積付ける。
②	1つのメイク内でのヒト・ロボ協働	1つのメイク内で、ロボットが積付けるコンテナとヒトが積付けるコンテナに分けて、それぞれで積付ける。
③	1つのソーティング場内でのヒト・ロボ協働	1つのソーティング場内で、ロボット専用メイクとヒト専用メイクに分けて、それぞれで積付ける。

コンテナ・メイク・ソーティング場の関係性のイメージ

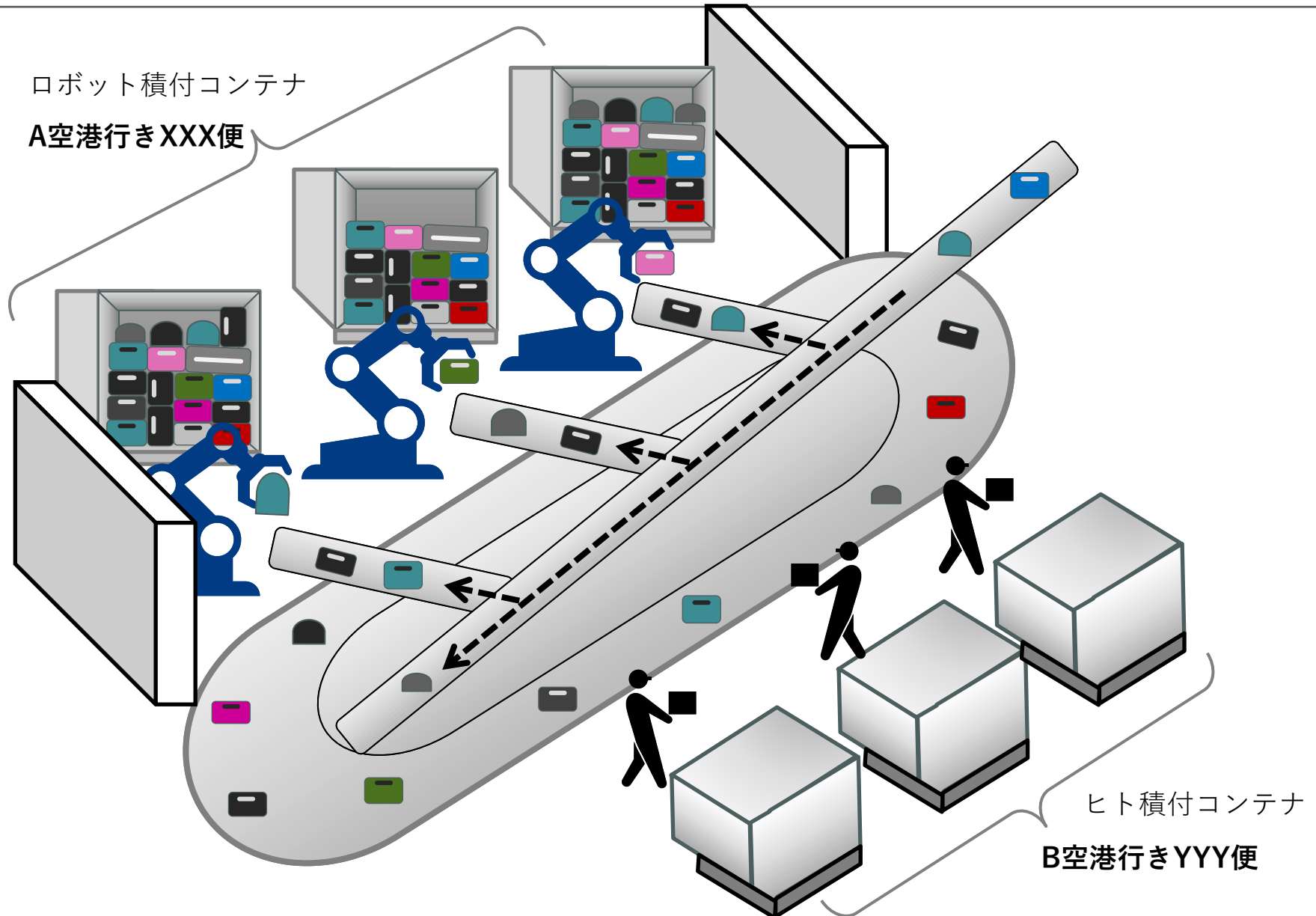
ソーティング場



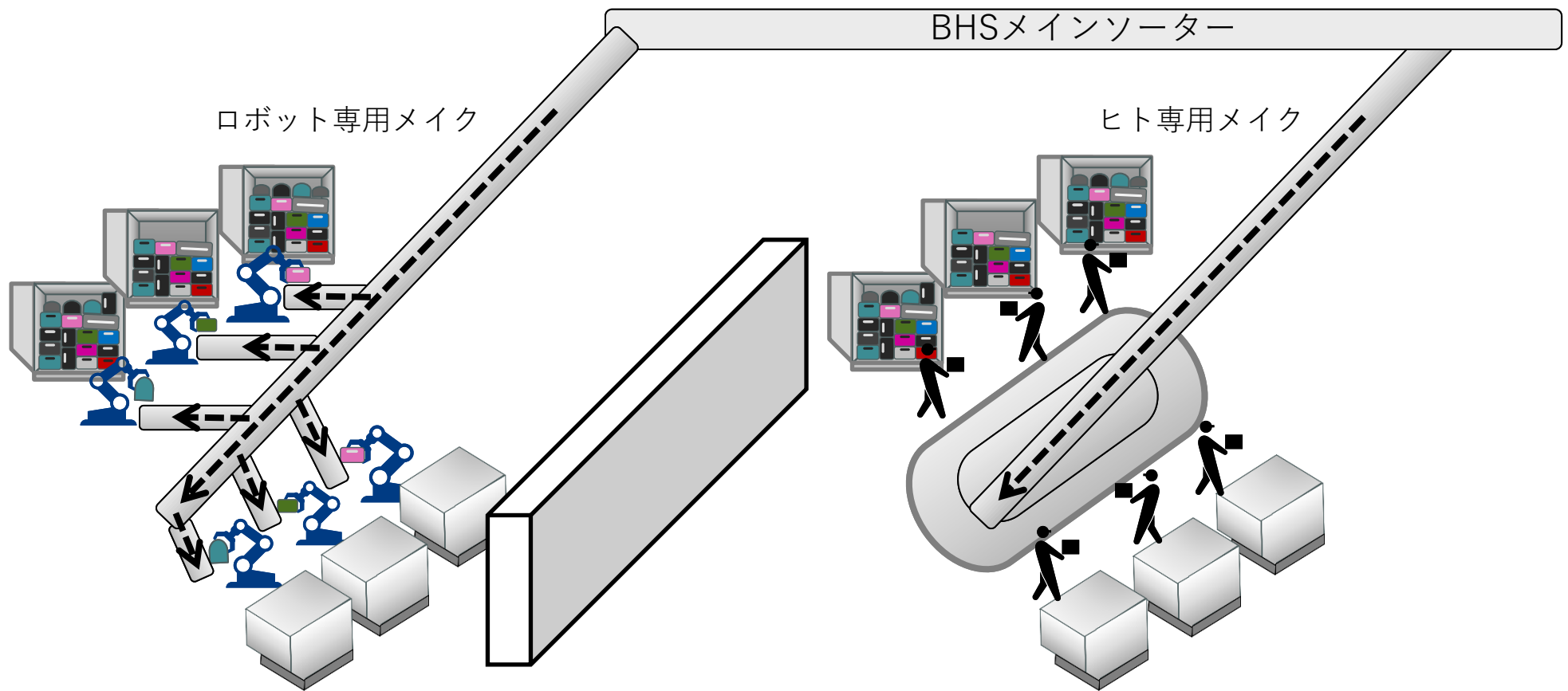
○ 1つのコンテナに、ロボットが途中まで積付けた後にコンテナを移動させ、ヒトが残りを積付ける。



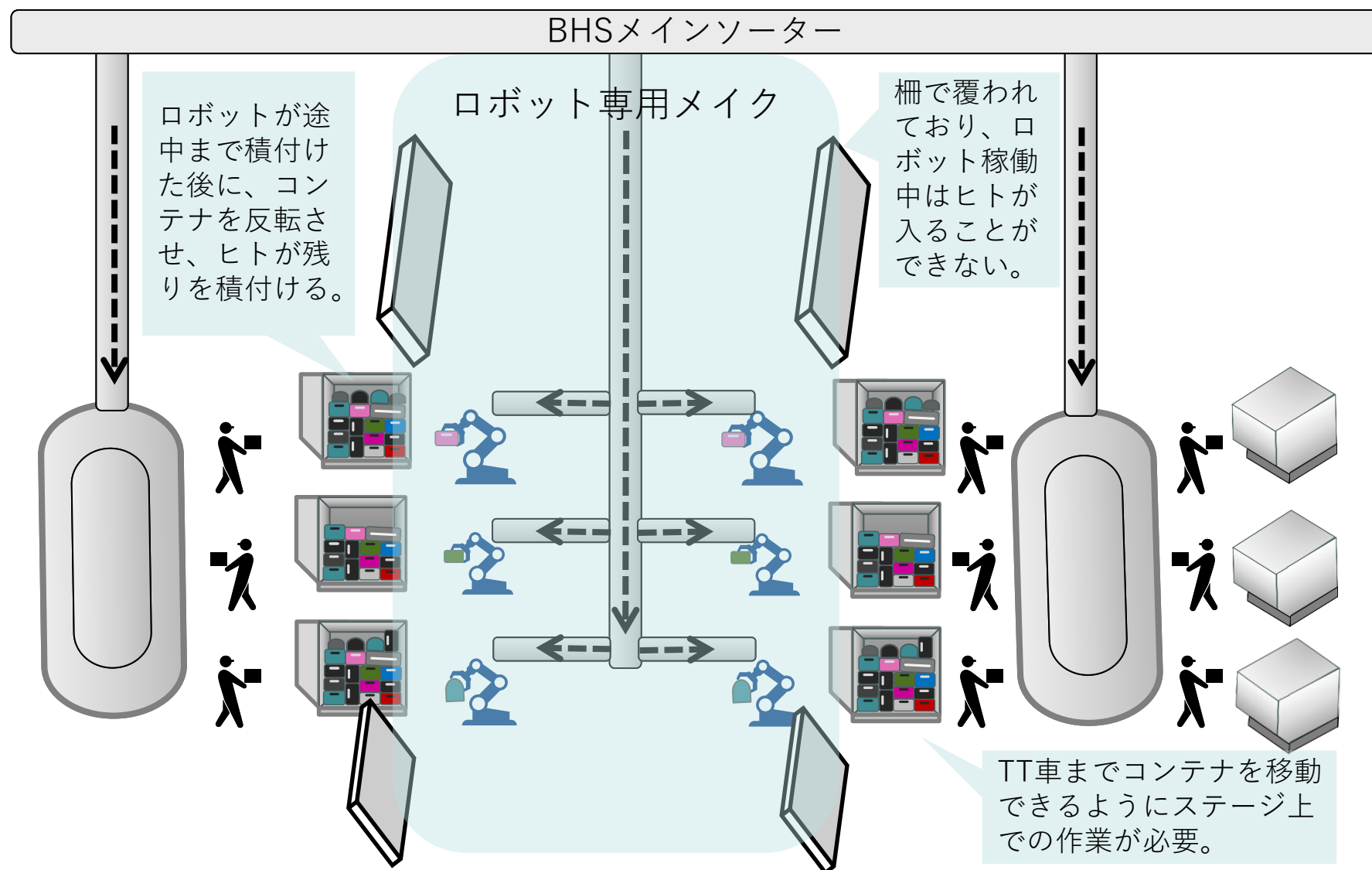
○ 1つのメイク内で、ロボットが積付けるコンテナとヒトが積付けるコンテナに分けて、それぞれで積付ける。



○ 1つのソーティング場内で、ロボット専用メイクとヒト専用メイクに分けて、それぞれで積付ける。



- 1つのソーティング場内で、ロボット専用メイクとヒト専用メイクに分けるが、ロボットが途中まで積付けた後に、コンテナを反転させ、ヒトが残りを積付ける。(パターン①とパターン③の組合せ)





①手荷物識別の要件(概要)

○ 開発物に求める要件(機能・構成・性能・信頼性)は以下のとおり。

○ 開発物は、機能詳細一覧のすべての機能を備えること。(※次スライド参照)

○ 開発物は、外部インターフェースを備えること。(※次々スライド参照)

○ 手荷物識別情報は、少なくとも下記の情報を生成すること。

－ 手荷物素材・形状の識別 ハード／特殊ハード／ソフト／通い箱の4区分

－ 手荷物寸法の識別 直方体を想定した外寸の縦、横、高さ

※ 手荷物識別情報の区分・精度等は、ユーザーニーズ及び②～③開発者との調整より変更する可能性がある

※ 手荷物の重量情報の要否と取得方法は引き続き検討

○ 手荷物識別情報生成の精度は、正答率○%以上（寸法は誤差+○以内）を目標とすること。

○ ①手荷物識別の機能は以下のとおり(メイン機能がNo.1～2、サブ機能がNo.3)。

機能詳細一覧

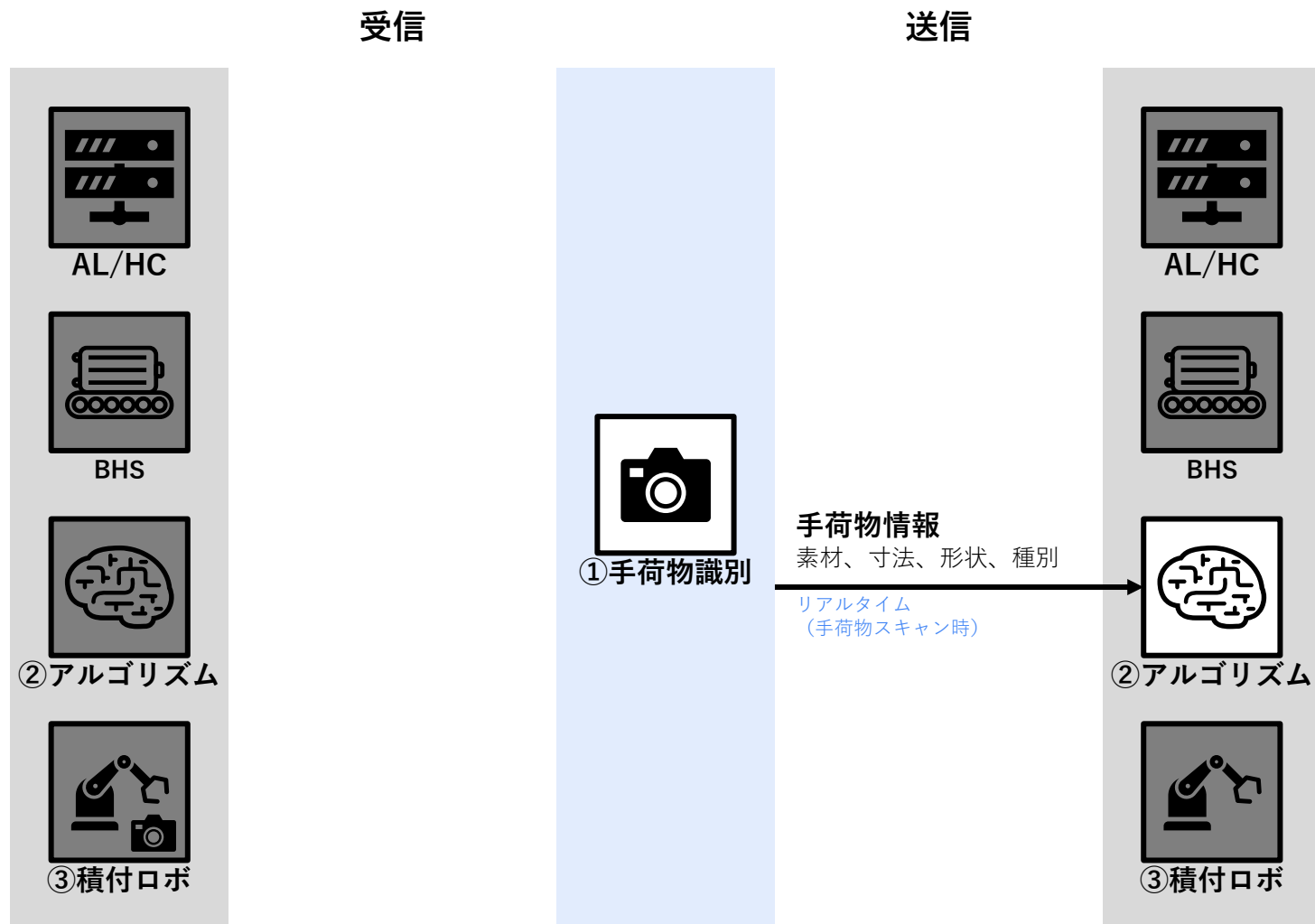
No.	機能	入力	処理	出力	設置場所	処理タイミング
1	手荷物センシング機能	[手荷物]	手荷物センシング	手荷物センサデータ等	手荷物のベルト投入後、ベルトが1か所に集約する位置	手荷物のベルト投入後、ベルトが1か所に集約するタイミング
2	手荷物センシング・識別情報生成機能	手荷物センサデータ等	センサデータ等解析	手荷物素材、寸法、形状、種別（ハード／特殊ハード／ソフト／通い箱） ※手荷物の重量情報の要否と取得方法は引き続き検討	(場所不問)	手荷物センシング後すぐ
3	データ送信機能	手荷物素材、寸法、形状、種別、時刻等	データ送信	<②アルゴリズム>	(場所不問)	手荷物識別情報生成後すぐ



①手荷物識別の要件(詳細・構成)

○ ①手荷物識別の外部インターフェースは以下のとおり。

外部インターフェース





②積付アルゴリズムの要件(概要)

○ 開発物に求める要件(機能・構成・性能・信頼性)は以下のとおり。

- 開発物は、機能詳細一覧のすべての機能を備えること。(※次スライド参照)
- 開発物は、外部インターフェースを備えること。(※次々スライド参照)
- アルゴリズムの前提条件として、便別のコンテナ型式・台数、コンテナ1台毎の使い分け設定、積載容積の使用率上限値を可変とすること。

便別のコンテナ型式：(開発必須) LD3、(開発任意) LD8、LD4、LD2、DKH、AKH

便別のコンテナ台数：1～6台

コンテナ1台毎の使い分け：設定あり(コンテナ1台毎の一般/プライオリティ/乗継の区別)、なし

積載容積の使用率上限値：90%(約40個)、85%(約36個)、80%(約32個)等

- 一時保管先アルゴリズムの計算処理速度は、1個1回あたり○秒以内を目標とすること。

(EDS検査後の手荷物情報を受信してから一時搬送先を指示するまでの処理時間)

- 積付順番アルゴリズムの計算処理速度は、払い出し手荷物1個あたり○秒以内を目標とすること。

(一時搬送先に一定数の手荷物が蓄積されるか出発時刻75分前を経過してから、それ以降一定間隔で搬送順番を指示するまでの時間)

- 積付位置アルゴリズムの計算処理速度は、1個1回あたり○秒以内を目標とすること。

(コンテナ内部積付状態センシングデータ等を受信してから積付位置指示情報を送信するまでの処理時間)

- 積付順番アルゴリズムは、正答率○%以上を目標とすること。

- 積付位置アルゴリズムは、正答率○%以上を目標とすること。



②積付アルゴリズムの要件(詳細・機能)

○ ②積付アルゴリズムの機能は以下のとおり(メイン機能がNo.1～2、サブ機能がNo.3～6)。

機能詳細一覧

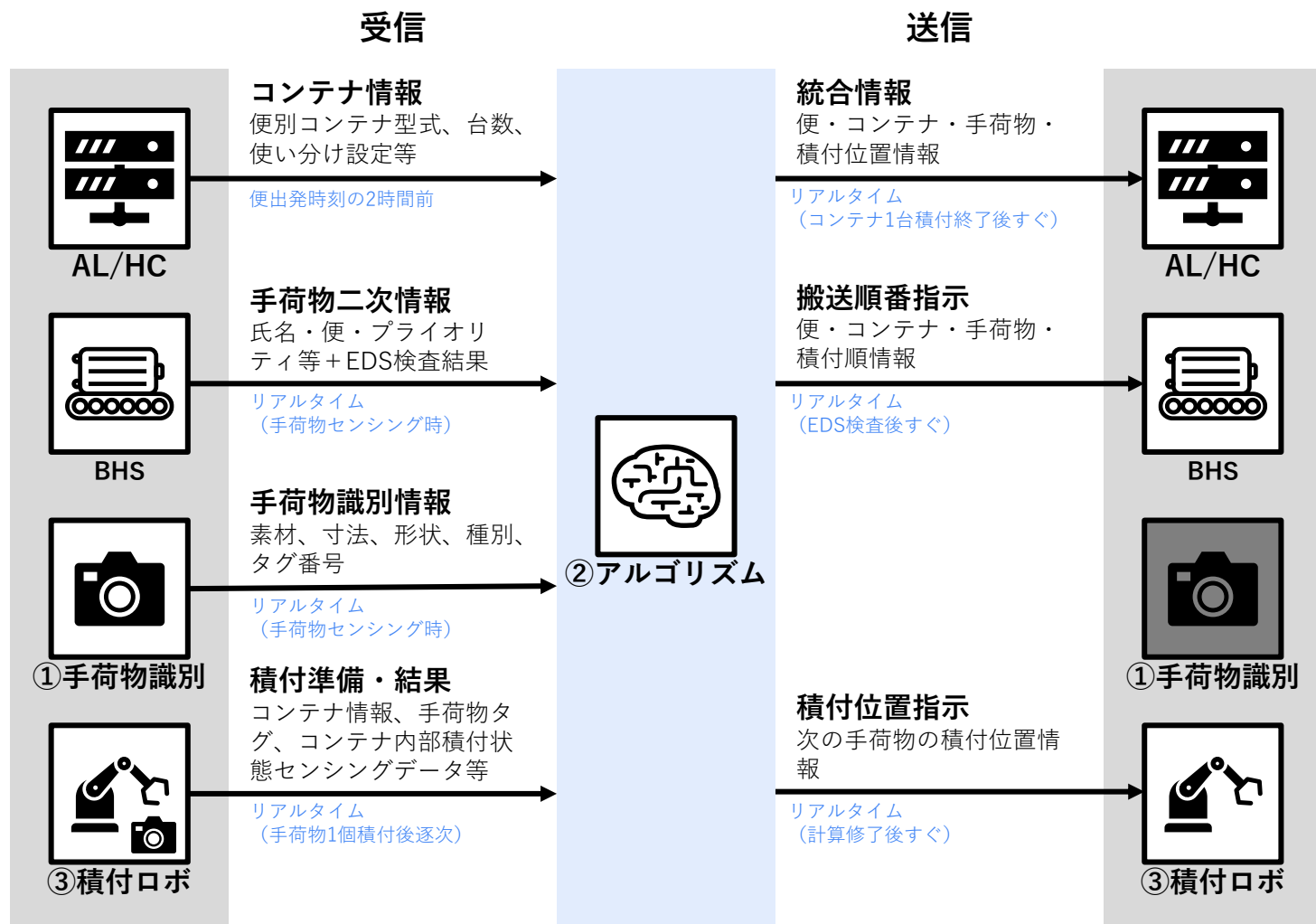
No.	機能	入力	処理	出力	設置場所	処理タイミング
1	積付順番計算機能	コンテナ情報 手荷物情報	積付順・位置計算	搬送順番情報(便・コンテナ・手荷物・積付順番情報)	(場所不問)	リアルタイム (EDS検査後すぐ)
2	積付位置計算機能	次の手荷物+コンテナ内部積付状態	積付位置修正再計算	積付位置情報(次の手荷物の積付位置情報)	(場所不問)	リアルタイム(手荷物1個積付後逐次)
3	データ送受信機能	<AL/HC>	データ受信	コンテナ情報	(場所不問)	便出発時刻の2時間前
//	//	<BHS>	データ受信	手荷物情報	//	リアルタイム (手荷物センシング時)
//	//	<①手荷物識別>	データ受信	手荷物情報	//	リアルタイム (手荷物センシング時)
//	//	<③積付ロボット>	データ受信	積付状態センシングデータ等	//	リアルタイム(手荷物1個積付後逐次)
//	//	統合情報(便・コンテナ・手荷物・積付位置情報)	データ送信	<AL/HC>	//	リアルタイム(コンテナ1台積付終了後すぐ)
//	//	搬送順番指示(便・コンテナ・手荷物・積付順番情報)	データ送信	<BHS>	//	リアルタイム (EDS検査後すぐ)
//	//	積付位置指示(次の手荷物の積付位置情報)	データ送信	<③積付ロボット>	//	リアルタイム (計算終了後すぐ)
4	データ統合機能	手荷物情報 コンテナ情報	データ統合	統合情報(便・コンテナ・手荷物・積付順・積付位置情報)	(場所不問)	リアルタイム (EDS検査後すぐ)
5	コンテナ照合機能	<③積付ロボット>	事前コンテナ情報との照合、搭載可否判断	搭載可否情報	(場所不問)	メイクへのコンテナ搬送後
6	手荷物タグ照合機能	<③積付ロボット>	事前手荷物情報との照合、搭載可否判断	搭載可否判断	(場所不問)	手荷物のメイク投下後すぐ



②積付アルゴリズムの要件(詳細・構成)

○ ②積付アルゴリズムの外部インターフェースは以下のとおり。

外部インターフェース





③積付ロボットの要件(概要)

○ 開発物に求める要件(機能・構成・性能・信頼性)は以下のとおり。

- 開発物は、[機能詳細一覧](#)のすべての機能を備えること。(※次スライド参照)
- 開発物は、[外部インターフェース](#)を備えること。(※次々スライド参照)
- 積付ロボットは、**縦○m×横○m×高○m**に収まる寸法・作動域とすること。(コンテナ内の動作範囲は除く)
- 積付ロボットの形状は不問とする(所要性能が発揮できればアーム式、連続ベルト式などいずれも可とする)。
- 積付ロボットの設置先メイクの形状は不問とする(ストレート型、カルーセル型いずれも可とする)。
- 手荷物向き調整装置及び積付ロボットの取扱手荷物の重量は、1個当たり最大**32kg**とすること。
- 手荷物向き調整装置及び積付ロボットの取扱手荷物の種類は、**ハード/特殊ハード/ソフト**を対象とすること。
通い箱搬送手荷物は開発任意とし、BHSで取扱不可の**大型手荷物**は対象外とする。
- 手荷物向き調整装置は、積付ロボットの性能に応じて開発者自らの判断で仕様を決め開発すること。
例えば、積付ロボット自体が向き調整機能を備える場合、独立した向き調整装置を開発しなくてもよい。
- コンテナ内部積付状態のセンシング装置は、開発物②の積付位置計算機能に資する情報を取得すること。
- 積付ロボットの積付順番・積付位置は、**外部からの指示に従う**こと。
- 積付先コンテナの型式は、**LD3**を開発必須とし、**その他の型式**(LD8、LD4、LD2、DKH等)は開発任意とする。
- 手荷物向き調整及び積付の処理速度は、最終的に1基1時間あたり**250個以上**を目標とすること。
手荷物向き調整の処理速度は、手荷物1個あたり**○秒以内**を目標とすること。
(手荷物が到着してから、手荷物のセンシング、向き調整計算、向き調整を終えるまでの一連の処理時間)
手荷物積付の処理速度は、手荷物1個あたり**○秒以内**を目標とすること。
(外部から積付位置指示を受信してから、手荷物1個の積付を終えるまでの一連の処理時間)
- 積載容積の使用率は**○%以上**を目標とすること ※アルゴリズムからの指示達成率**○%以上**。
- 積付中に荷崩れ等が発生しないこと。
- 積付中に手荷物を破損させないこと。
- 積付後にコンテナの扉が閉まること。

目標水準は、次年度にユーザーニーズと開発者シーズ(開発物①~③)の観点から精査 34



③積付ロボットの要件(詳細・機能)

○ ③積付ロボットの機能は以下の通り(メイン機能がNo.1～2、サブ機能がNo.3～8)。

機能詳細一覧

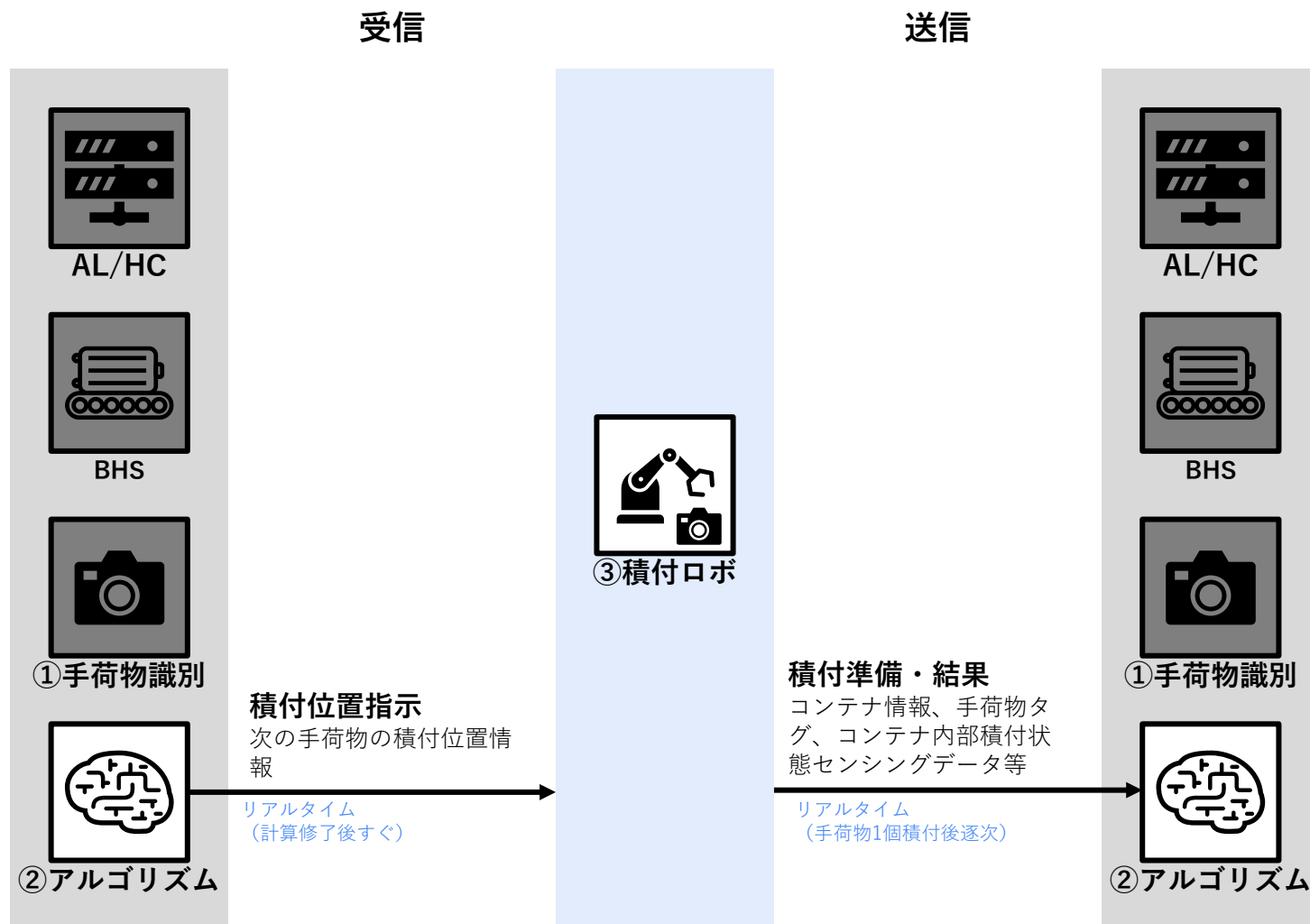
No.	機能	入力	処理	出力	設置場所	処理タイミング
1	手荷物向き調整機能	手荷物向きセンシングデータ等	手荷物向き調整	[手荷物]※向き調整後	荷捌き場	積付の直前
2	手荷物積付機能	[手荷物]※向き調整後	手荷物積付	[積付手荷物]	荷捌き場	積付時
3	データ送受信機能	<②アルゴリズム>	データ受信	積付位置指示(次の手荷物の積付位置情報)	(場所不問)	リアルタイム (計算終了後すぐ)
//	//	コンテナセンシングデータ等	データ送信	<②アルゴリズム>	(場所不問)	リアルタイム(センシング後すぐ)
//	//	手荷物タグ番号センシングデータ等	データ送信	<②アルゴリズム>	(場所不問)	リアルタイム(センシング後すぐ)
//	//	積付状態画像(コンテナ内部積付状態画像)	データ送信	<②アルゴリズム>	(場所不問)	リアルタイム(手荷物1個積付後逐次)
4	コンテナセンシング機能	[コンテナ]	コンテナセンシング	コンテナセンシングデータ等	荷捌き場	メイクへのコンテナ搬送後
5	手荷物タグセンシング機能	[手荷物]	手荷物タグ番号センシング	手荷物タグセンシングデータ等	荷捌き場	手荷物のメイク投下後すぐ
6	手荷物向きセンシング機能	[手荷物]	手荷物センシング	手荷物向きセンシングデータ等	荷捌き場	手荷物のメイク投下後すぐ
7	アラート発出機能	搭載可否判断「否」	アラート発出	アラート	荷捌き場	不具合検出後すぐ
8	コンテナ内積付状態センシング機能	[コンテナ内部]	コンテナ内部センシング	コンテナ内部積付状態センシングデータ等	荷捌き場	リアルタイム(手荷物1個積付後逐次)



③積付ロボットの要件(詳細・構成)

○ ③積付ロボットの外部インターフェースは以下の通り。

外部インターフェース



4.自動積付システムの実装空港となりうる観点

自動積付システムの実装空港となりうる観点

- 自動積付システムの実装空港となりうる観点は以下のとおり。
- コンテナ機が就航している空港 (LD3コンテナを搭載可能な航空機の就航空港)
 - 既存BHSが技術的に対応可能な空港 (開発物に対応したBHSの改修が可能な空港)
 - ヒトとロボットが協働できる空港 (安全性確保、物理的設置スペース確保など)
 - 導入効果大きい空港 (航空旅客数(∝手荷物取扱量)が多い空港)
 - 実装ニーズがある空港 (ユーザーニーズ)
 - 実装への協力が得られる空港 (手荷物作業実施者、BHS所有者、BHSメーカー、BHS設置場所所有者)

コンテナ機就航



LD3コンテナを
搭載可能な航空機の
就航空港

既存BHS



開発物に対応した
BHSの改修が可能な
空港

ヒトロボ協働



安全性確保、物理的
設置スペース確保
などの観点で
ヒトとロボットが
協働できる空港

効果大



航空旅客数
(∝手荷物取扱量)
が多く
導入効果の高い空港

ニーズあり



実装に係る
ユーザーニーズの
ある空港

協力確保



手荷物作業実施者、
BHS所有者、BHS
メーカー、
BHS設置場所所有者
からの実装への協力
が得られる空港

➡ 規模の大きい空港が有力候補

特にご議論いただきたい論点

1. 積付作業の自動化に向けた技術開発の方向性・ステップについて、今後の作業にあたり留意すべき点はあるか。
2. 積付システム全体の開発目標について、項目の不足はあるか、設定した内容は妥当か。また、開発物各々に求める詳細な要件は、「ユーザーニーズ（理想的な運用方法・目標）」と「技術的実現可能性」を踏まえ設定していくが、留意すべき観点はあるか。
3. ヒトとロボットの協働パターンについて、開発物の空港への実装に向けた検討を行うにあたり留意すべき点はあるか。
4. 開発物①～③各々の要件について、項目としての過不足はあるか。
5. 実装空港となりうる観点について留意すべき点はあるか。