

手荷物業務に係る 生産性向上方策(素案)

航空局 空港技術課

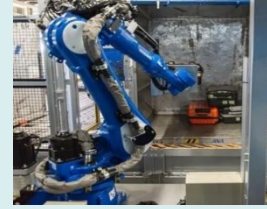
令和 6 年 8 月 9 日



積付/取降作業の自動化を想定

目標：積付/取降作業の自動化

作業負荷が高く、複雑な判断等を求められる
積付/取降作業を技術による自動化を目指す



積付/取降作業の自動化のために、前工程に必要な技術を検討

その工程において、積付/取降作業の自動化に必要な機能に加えて、本来の作業の自動化に必要な機能も合わせて検討

合わせて、自動化の前段階としての省力化・省人化に向けた方策についても整理

積付作業の前工程の機能を整理

自動化を目指すためには、作業工程の上流で、
個別搬送化や積付に最適な搬送順の整理が必要



上記に関連しない作業の自動化や、技術導入が難しいものも整理

出所) 2024年7月10日、12日 那覇空港、羽田空港にて事務局により撮影

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)

Vanderlande「BAGSTORE」 <https://www.vanderlande.com/systems/bag-storage/bagstore/> (2024年5月15日取得)

Daifuku「Early Baggage Storage」 <https://daifukuattec.com/airport-technologies-na/baggage-handling-systems/early-baggage-storage/> (2024年5月15日取得)

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。

- 一般的な出発手荷物の仕分け・積付作業は、作業者がメイク上の数便～十数便分の手荷物から、タグ情報を元に便毎に仕分け、荷崩れしないよう積付等の作業を同時並行で判断しながら瞬時に行っている。
- これらを機械に置き換える前提で、同等の作業内容・スピードを狭隘な空間で実現するロボット開発はかなり困難であると考えられる。また、空港や事業者毎に要件が異なる場合、採算の観点から開発のインセンティブが働きにくい課題もある。



手荷物預かり

BHS等



メイクに投下

積付作業



ULDに積付

【積付作業】

- メイク上の手荷物のタグで担当便のものか確認
- メイクから荷物をピックアップし、仮置き
- 荷崩れ等が生じないように手荷物の積付順を判断
- 積載効率も意識し、ULDに手荷物を積付
- 全ての手荷物を積付たか確認



メイクを溢れる
手荷物



手荷物タグの確認



手荷物のピック
アップ・仮置き



ULDに積付
※JAL HPより

【ロボット化の難点】

- 手荷物のサイズ、素材、硬さ等を認識（同じものはない）
- 限られた仮置きスペース、かつ、ランダムに手荷物が流れてくる中で、積付順を判断
- 荷崩れを防ぎかつ効率よく、正確かつ素早く積付
- 狭隘なスペース、湿度・気温等の変化に対応



【採算性の課題】

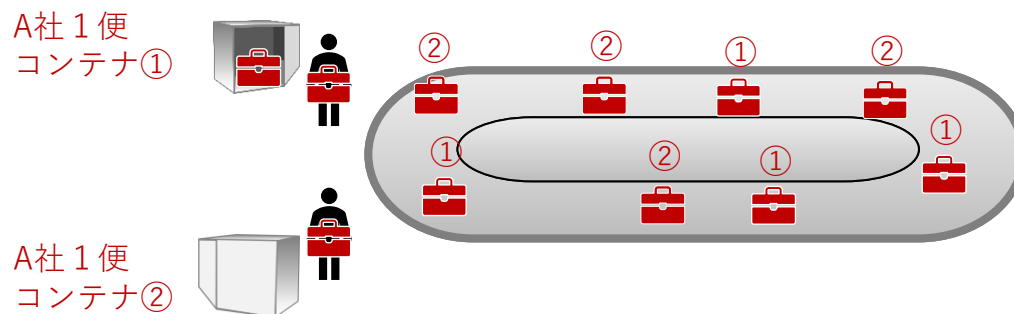
- 市場が空港に限られる
- 空港毎・事業者ごとに仕様が異なる場合がある

技術開発が進みにくい

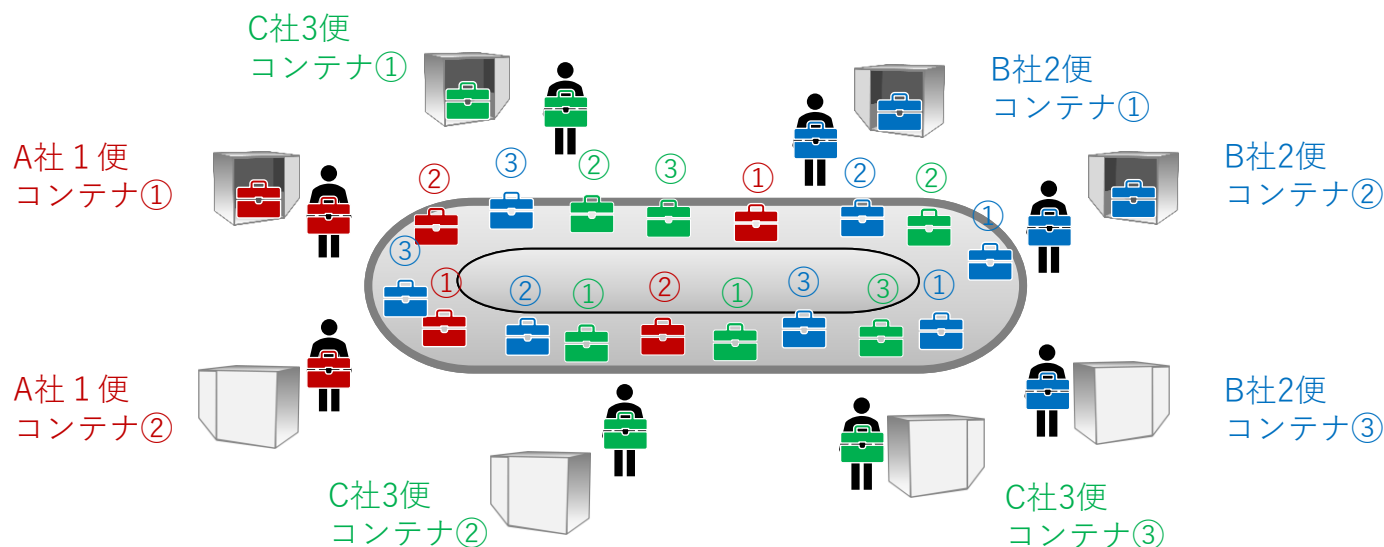
(参考)メイクへの搬送順の考え方

- 手荷物が受託された順に、便毎に割当てられたメイクに手荷物が搬送されている。
- 混雑時は1つのメイクに同時時間帯で複数便が割当てられるため、複数便の混在する手荷物から人が手荷物タグを見て仕分ける必要がある。

例) 1便のみの場合 周回する手荷物は同一便の複数コンテナのもの



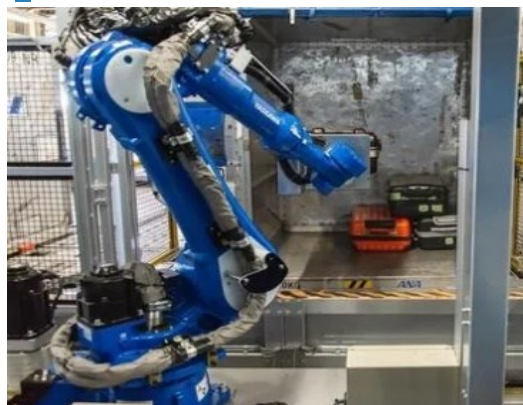
例) 複数便が集中する場合 周回する手荷物は複数便の複数コンテナのもの



手荷物積付/取降作業の自動化技術

- 手荷物の積付/取降作業自体を自動化するロボットについては、物流分野のベースとなるものが数種類存在する。
- しかし、積付/取降の順番、様々な手荷物サイズ/素材/形状に合わせた複雑な処理等をロボットで再現することが課題。

自動積付/取降ロボット



技術導入の目的・効果

- ・ 作業負荷が高く、人手を要する荷物の積付・取卸作業をロボットに置き換え、正確かつ処理能力の高い積付・取卸を実現すること

技術概要

- ・ センサー等で手荷物のサイズ、位置情報を読み取り、ロジックによる演算に合わせ積付・取降しを行う

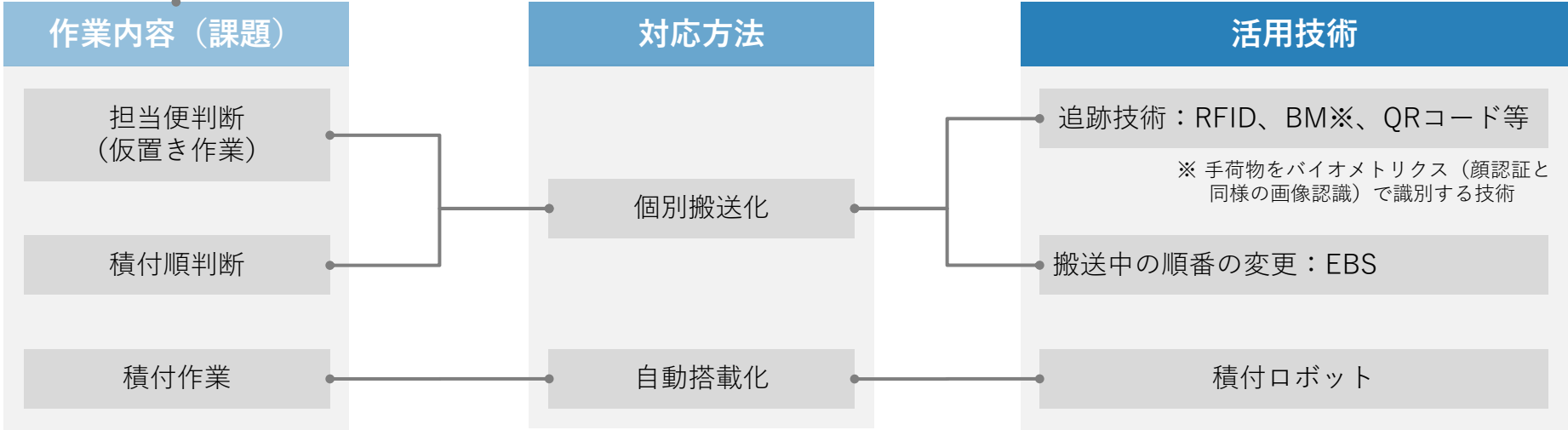
実装への課題

- ・ サイズ、素材、形状が様々な非定型手荷物の処理
- ・ 優先、乗継等、積付の優先順位を考慮した処理
- ・ コンテナの容積に合わせた手荷物の敷き詰め、搬送中の荷崩れを起こさないバランスの取れた積付
- ・ 受託から出発に間に合うスループットの確保



手荷物積付作業の自動化に向けた対応方法

- 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、メイク投下後に「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(積付に最適な搬送順の整理)が必要となる。



自動化に向けた技術～個別搬送化(手荷物追跡技術)

技術分類		メリット	デメリット
手荷物貼付け	RFID 	- 無線周波数の電磁場を使用して、各手荷物を一意に識別 - コードに照射することなく、一度に多くの手荷物を識別し追跡	- 別途RFID用のタグ追加や、手荷物タグに埋込むチェックイン機の導入が必要 - 金属を透過できない性質のため使用環境に課題
	QRコード 	- カメラ等でコードを検知して識別 - 読み込み、コード生成が容易で汎用性に優れる - 検知範囲次第で、複数の手荷物の同時読取りも可能	- QRコードシールの貼付けや、手荷物タグに印字するチェックイン機の導入が必要 - カメラ検知のため貼る位置、焦点が合う距離などの調整が課題
	BM (AI画像認識) 	- AI画像認識を使用して荷姿、タグ情報などを識別 - チェックイン機、CCTV等と連携して、乗客の認証と紐づけた追跡が可能	- 実証における画像認識整合率は95%程度であり、誤検知が発生 - カメラ検知したデータの空港間における共有が課題
トレー搭載	BTS 	軽量の素材で作られた個々のトレーにRFIDを搭載しており、旅客の手荷物に付けることなく高精度な追跡が可能	トレーに乗せていない間は追跡が出来ないため、コンテナ積付後の追跡が課題

出所) 一般社団法人 日本自動認識システム協会「RFID技術を活用したビジネスの事例集」https://www.meti.go.jp/policy/economy/distribution/smartsupplychain/fy2021rfid_jirei.pdf (2024年7月30日取得)、JPQR「JPQRとは」<https://jpqr.paymentsjapan.or.jp/about/> (2024年7月30日取得)、BEUMER「Artificial intelligence, data analytics and biometrics are changing baggage handling」<https://www.beumergroup.com/knowledge/airport/artificial-intelligence-data-analytics-and-biometrics-are-changing-baggage-handling/> (2024年7月30日取得)、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)

- 手荷物の搬送順番を入れ替えるためには一度ストックしておき、並び替えて送り出す機構が必要となる。
- これらの作業を自動で行うことに対応できる既存技術としてEBSがある。

作業工程 保管	技術分類 アーリーバゲージストレージ	
製品名/企業名	• BAG STORAGE / ダイフク（日本） • BAGSTORE / Vanderlande Industries BV(豊田自動織機子会社)（オランダ） • BAGTOTE / ALSTEF GROUP（フランス） • CRISSTORE® EARLY BAGGAGE STORAGE / Beumer Group（ドイツ）	
概要	• 早期に預けられた手荷物、トランジット時の長期保管などに利用する手荷物保管所および搬送処理を行うシステム。 • 保管庫内のクレーンが各手荷物を指定位置に運搬。 • 預け荷物は旅客の要望に応じた個別取り出しが可能。 • RFID搭載により100%追跡が可能。	
性能等	• 収納容量：1基当り80個～320個 • 搬出入速度：1時間あたり100個～200個	
導入状況	• エールフランス社：パリ＝シャルル・ド・ゴール空港 • デュッセルドルフ空港（ドイツ）、ドーハ・ハマド空港（カタール） • アムステルダム空港（オランダ）、バルセロナ空港（スペイン）、アリカンテ空港（スペイン）、ロンドンヒースロー空港（イギリス）、キング・アブドゥルアズィーズ空港（サウジアラビア）、オスロ空港（ノルウェー）、イスタンブール空港（トルコ）	



出所) Daifuku「Early Baggage Storage」<https://daifukuatec.com/airport-technologies-na/baggage-handling-systems/early-baggage-storage/>（2024年5月15日取得）

自動化に向けた技術～手荷物積付技術

○ 手荷物積付技術の検討にあたって、考えられるアプローチは下記の通り。

ハンド方式



- 腕の動きを再現しており、上下動するアームと土台の回転により荷物を搬送する形態
- コンテナの開口部に合わせた横からの積付、非定型、様々な表面素材の手荷物に対して問題なく作動しつつ作業スピードを高める技術開発が必要

出所：MUJIN「特売品積付パッケージ」
<https://www.muji.co.jp/solution/distribution/tokubai/>
 (2024年7月30日取得)

連続式



- 荷物を積付ける/取降ろす先端部分が前後/上下/左右に稼働し、流すレーンに直結した形態
- 非定型、様々な表面素材の手荷物に対して問題なく作動し、積付時の向きを調整する技術開発が必要

出所：MUJIN「Mujin、トラックからの荷下ろし作業を自動化する新デバンニングロボット「トラックボット」を米国で先行発売」
<https://muji.co.jp/news/7781/> (2024年7月30日取得)

コンテナ変更（例）

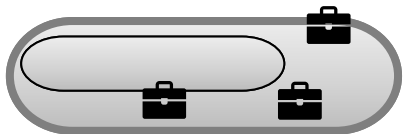


- 自動積付・取降に適した形態への変更
- コンテナ上部も開閉する形態への変更
- 変更に係るコンテナ規格への適合、出発地・目的地の空港間における連携（特に国際線）に調整が必要

出所：事務局作成

- 積付に最適な搬送順が実現できる前提での自動積付技術の実装にあたっては、メイクからコンテナまでの接続導線、ソーティング場の改修規模等を比較検討する必要がある。

カルーセル型



- ・ 取り出す必要のない手荷物は周回させたままに出来る。
- ・ 1レーンで複数便を扱うのに向いている。

ストレート型

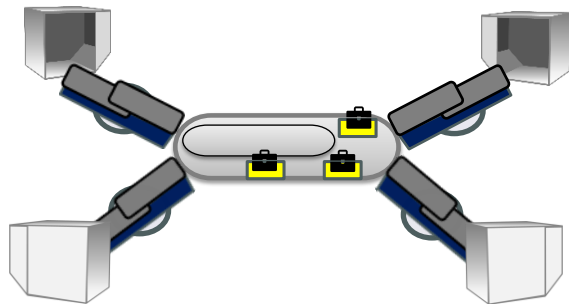


- ・ レーンの出口で手荷物が滞らないように取り出す必要がある。
- ・ 1レーンで複数便を扱うには不向き。

論点

既存BHSを前提とした運用

自動積付への移行（個別搬送による積付に適した順番入替えを前提）

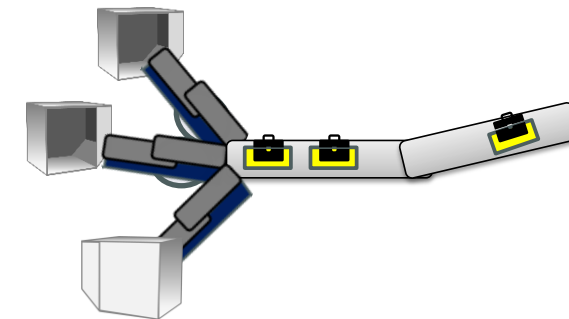


- ・ 積付順位が前後しないように手荷物の周回速度に合った積付処理能力が必要
- ・ カルーセルの端に突起部分があるため、導線に載せるために乗り越す工夫が必要
- ・ カルーセルの周囲に連続式ベルトを設置する想定となり、改修規模が大きい

積付技術の処理能力

メイクからコンテナの導線

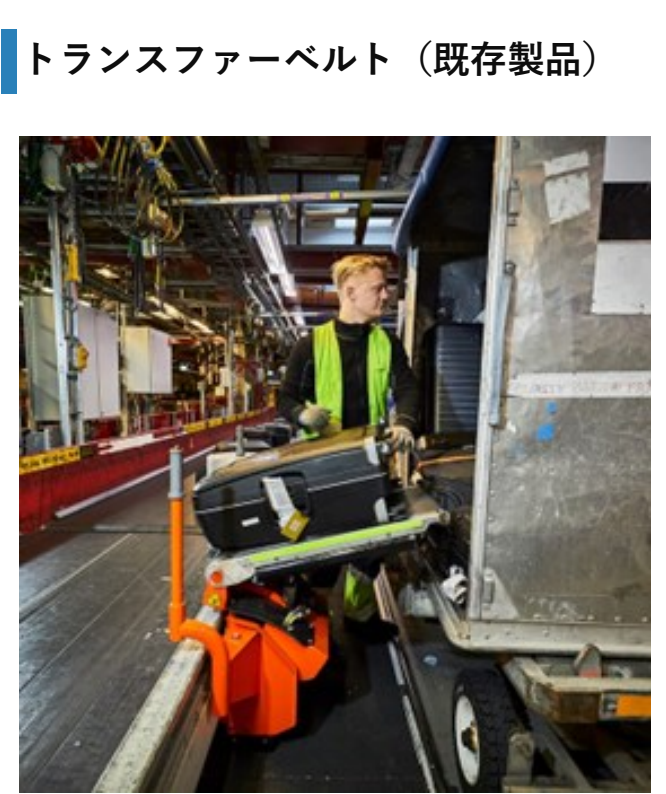
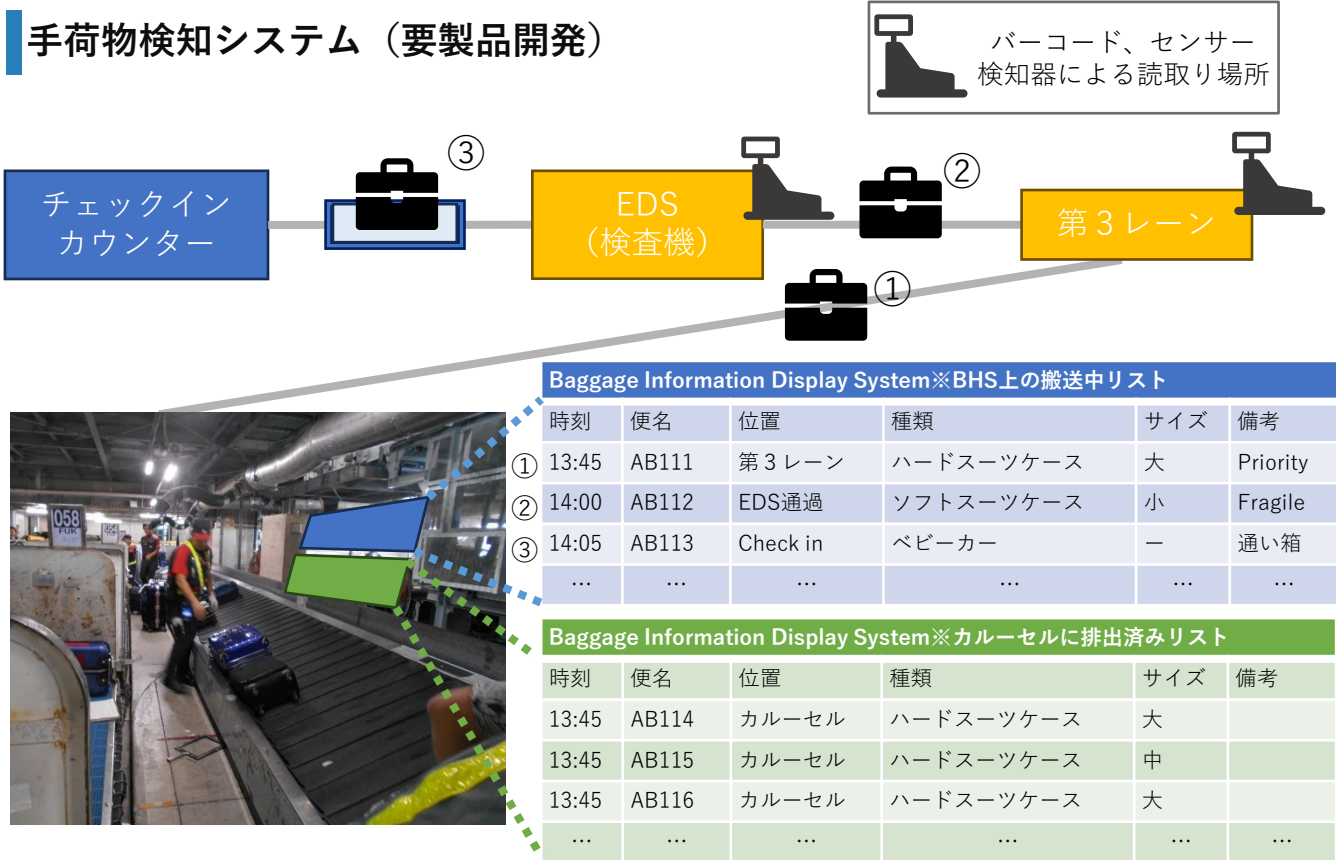
ソーティング場の改修規模



- ・ 手荷物の滞留数がBHSの許容量を超えない程度の積付処理能力が必要
- ・ ストレートレーンの先端から連続式ベルトの導線にスムーズに載せることが可能
- ・ ストレートレーンから枝分かれするように連続式ベルトを設置する想定となり、改修規模はカルーセル型に比べ小さい

省力化・省人化に向けた技術～手荷物追跡情報の利用

○ 手荷物の追跡情報を活用し、積付作業を省力化するための技術の例を示す。



- BHS上に検知器を設置し、搬出される手荷物情報を作業員へ提供することで積付の計画性を高め、仮置き等の作業工程を減少させる
- 手荷物の大きさ、形状、素材をAI画像認識するなど追跡技術の導入が必要

- 補助ベルトをメイクに設置し、積付作業を補助
- 既存製品は取降専用のため改造が必要

省力化・省人化に向けた技術～積付作業の省力化

○ 積付作業を省力化するための技術の例を示す。

作業工程 積付・取卸	技術分類 積付・取卸補助
《製品名》	STACK@EASE
《企業名》	Vanderlande Industries BV
《概要》	•円盤に荷物を載せることで、レーンからコンテナへの積付け、およびコンテナからレーンへの取り卸しを補助するロボット。 •円盤は回転が可能であり、任意の向きに積付け可能。 •作業員にかかる負荷を大きく軽減。
《性能等》	•製品160個で80,000個の手荷物を積付け・取り卸し可能。
《導入状況》	•香港国際空港、ヒースロー空港（イギリス）



出所) Vanderlande 「STACK@EASE」 <https://www.vanderlande.com/systems/make-up/stackease/>（2024年7月19日取得）

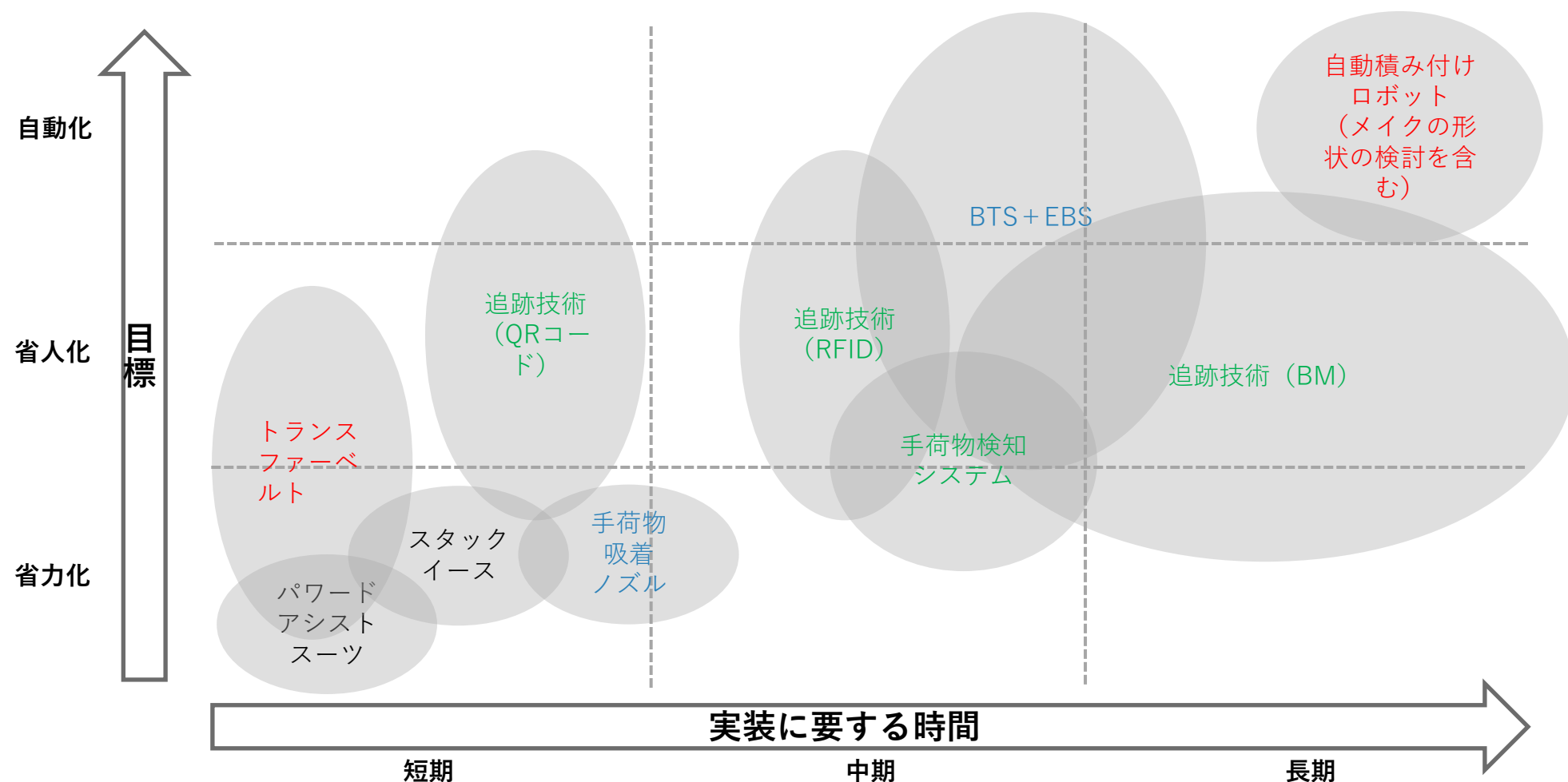
手荷物積付作業の技術毎の実装に係る時間イメージ

- 手荷物積付作業の生産性向上に向けた技術について、自動化～省力化のいずれに資するか及び実装に要する時間の関係を下記の通り整理する。
- 実装にあたっては、技術開発が必要な場合の他にも、ビルの改修や設備更新が必要になる場合、現場への適用のための検討が必要な場合があり、それぞれ要する時間が異なる。

<凡例> 赤：新たに技術開発が必要なもの

青：ビルの改修や設備更新が必要

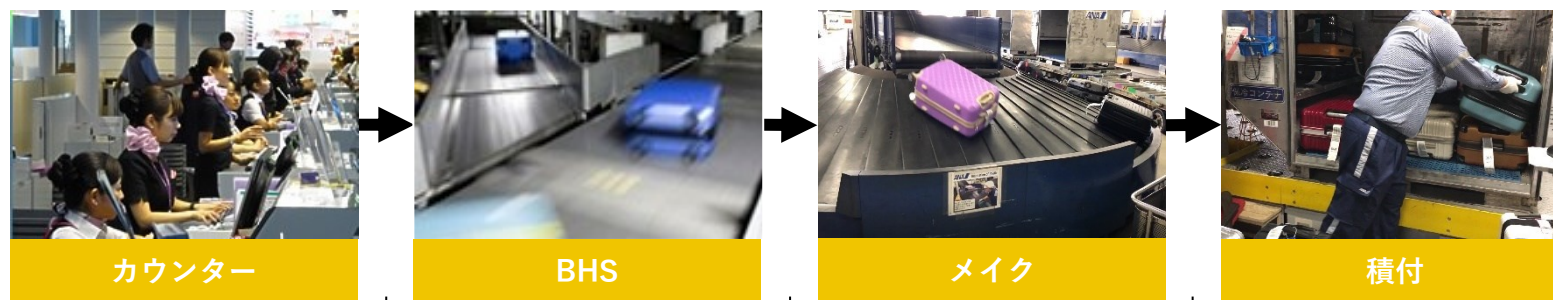
緑：現場への適用のための検討が必要



技術実装例と作業工程の変更について

- 手荷物の搬送の順番の変更を行うには、各手荷物の追跡方法を行うためにカウンターにおける手荷物への追跡方法の付与作業及び、EBSによる一時保存と搬出順番の入替が必要となる。
- また、手荷物の追跡については、自動化技術を実装していない状況においても、作業員に各手荷物の搬送状況等を提供することで作業負荷の軽減(省力化・省人化)につながる。

技術実装例



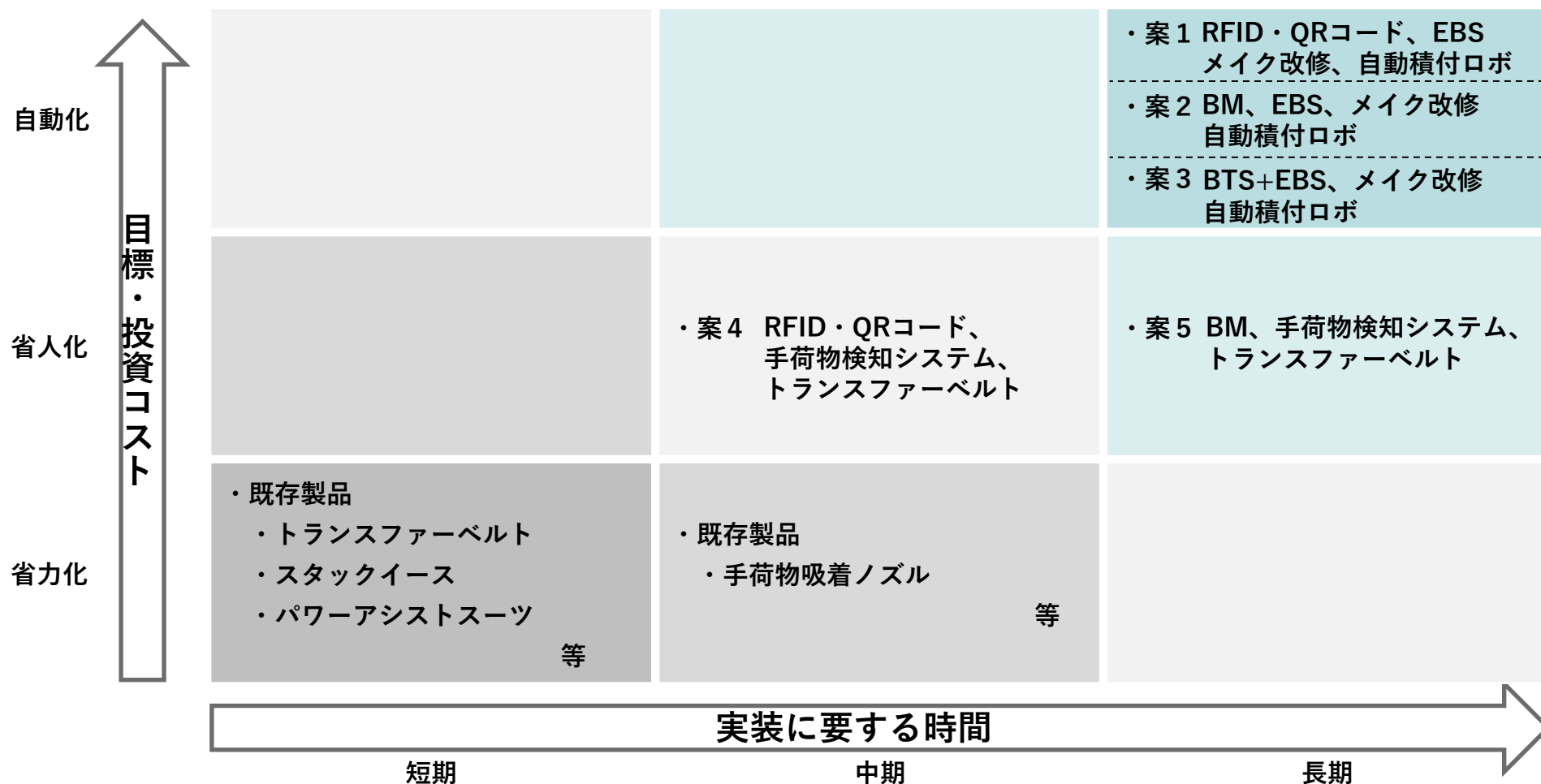
案①	追跡技術 ・ RFID、QRコード				
案②		追跡技術 ・ BM	個別搬送 ・ EBS	積付 ・ カルセル ・ ストレートメイク	積付 ・ 自動積付 ロボット
案③	追跡技術 ・ BTS (トレイによる搬送)				
案④	追跡技術 ・ RFID、QRコード			追跡技術 ・ 手荷物検知システム	積付 ・ トランスファー ベルト
案⑤		追跡技術 ・ BM			

自動化

省人化
省力化

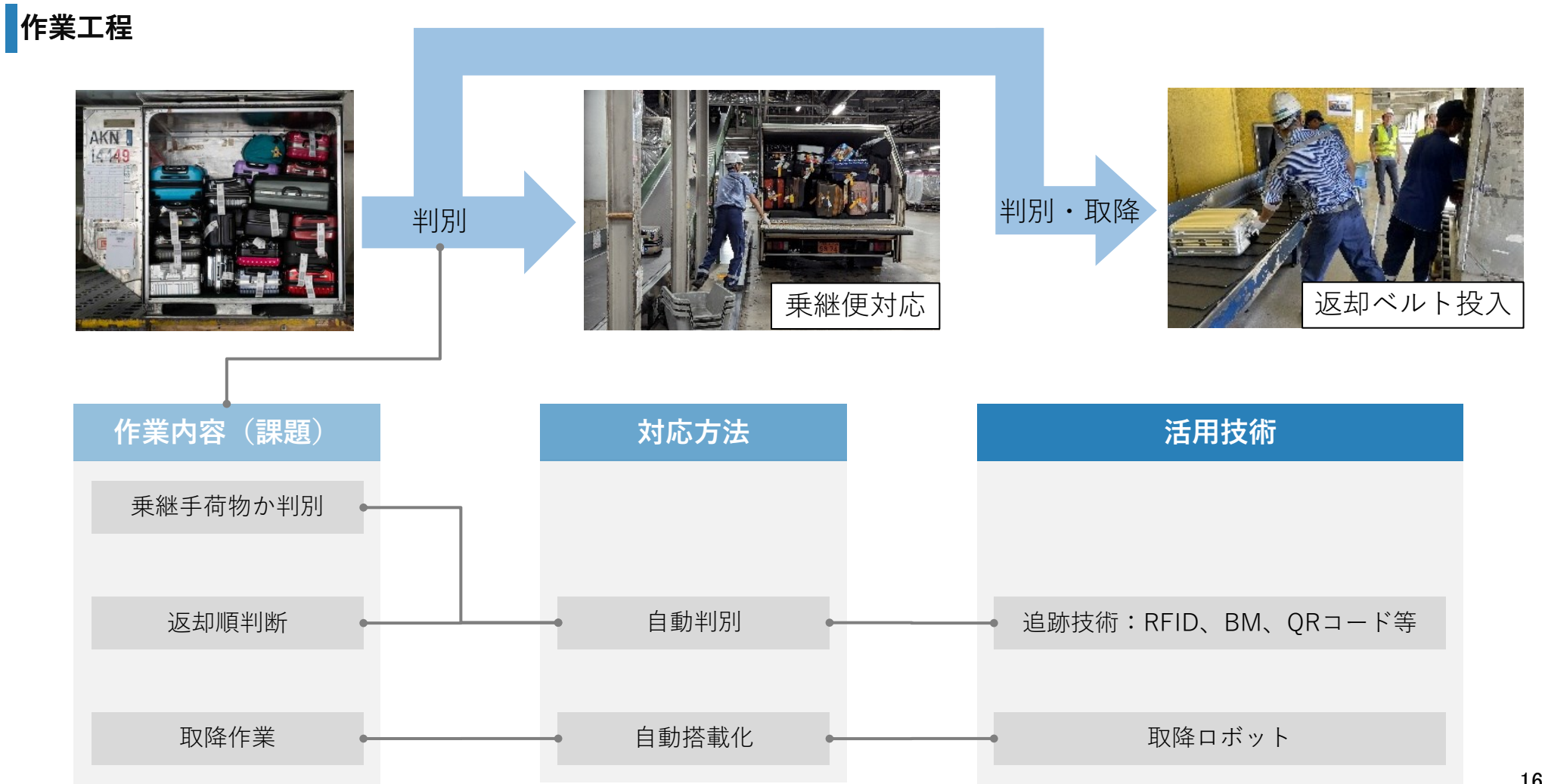
手荷物積付作業の生産性向上方策(素案)

- 積付作業の生産性向上に資する技術及びその技術実装例を、目標(自動化・省人化・省力化)及び実現に向けた時間に応じて、下記の通り整理した。
- 自動化だけでなく、その前段階としての省力化・省人化に向けた方策を示すことで、空港毎に、効果・投資コスト等を踏まえ、将来を見据えた方策を選択して取組を進めることを促進する。



手荷物取降作業の自動化に向けた対応方法

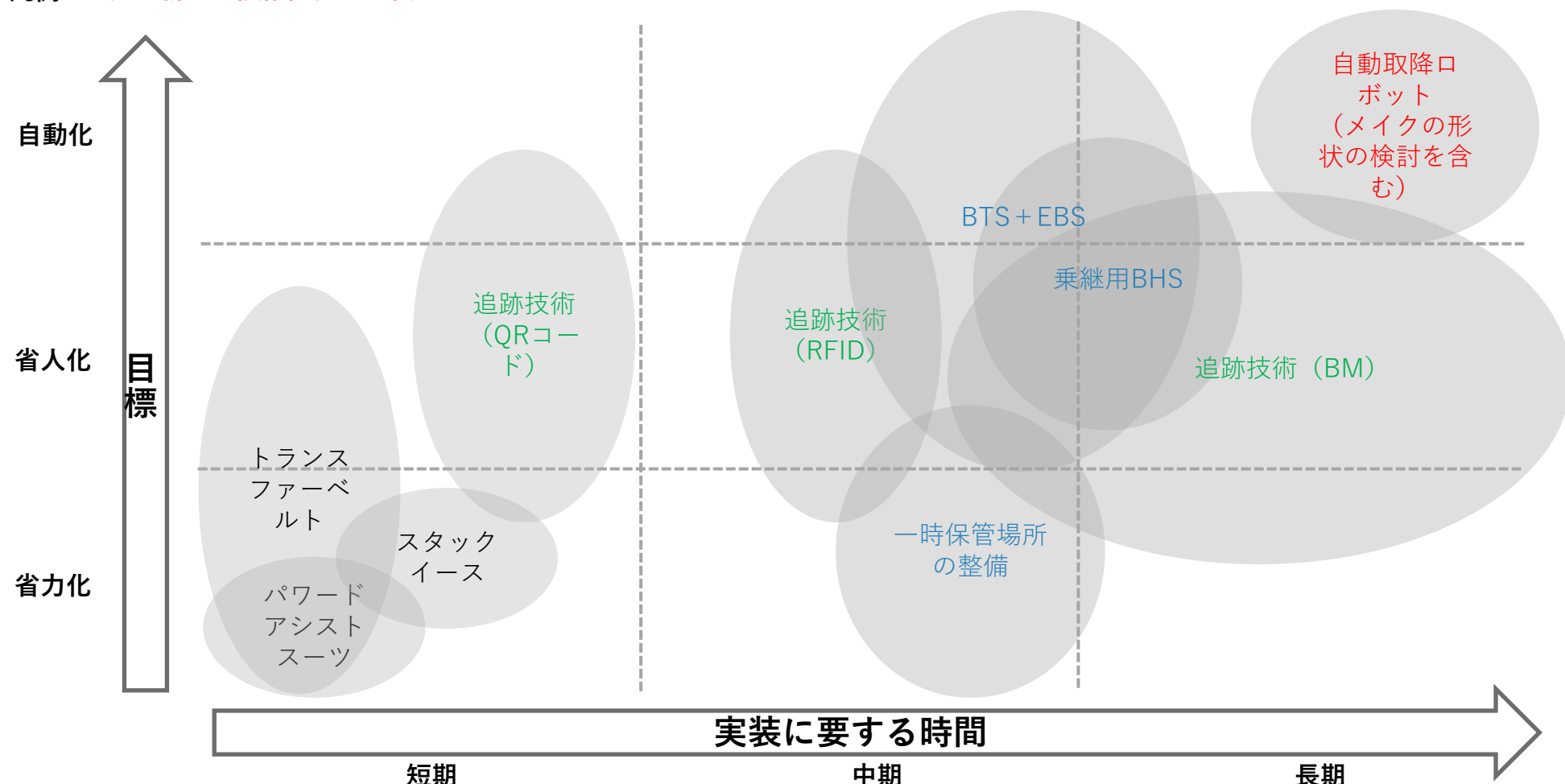
- 手荷物の返却において、作業者が行っている作業は、返却順及び乗継手荷物の判別と手荷物の返却ベルトへの投入である。
- また、乗継手荷物が含まれている場合は、対象となる手荷物をピックアップし、BHSへの投入、あるいは人の手による搬送によって、乗継先の便の手荷物を取り扱うメイクまで移動している。



手荷物取降作業の技術毎の実装に係る時間イメージ

- 手荷物取降作業の生産性向上に向けた技術について、自動化～省力化のいずれに資するか及び実装に要する時間の関係を下記の通り整理する。
- 実装にあたっては、技術開発が必要な場合の他にも、ビルの改修や設備更新が必要になる場合、現場への適用のための検討が必要な場合があり、それぞれ要する時間が異なる。

<凡例> 赤：新たに技術開発が必要なもの 青：ビル躯体、設備の大幅改修が必要なもの 緑：技術は開発済だが導入には調整が必要



※追跡技術を活用した取降作業の自動化・省人化・省力化の実現には、出発地側と到着地側での連携する工夫が必要

作業工程の変更・実装技術について

- 返却作業は、追跡技術と取降ロボットの導入があれば自動化可能。
- ただし、返却作業を自動化・省人化・省力化するためには、出発地側で取得した情報を到着地側に送信するなど、連携や工夫が必要となる。

技術実装例



	メイク	返却ベルト	
	判別（返却順）	返却対応	
案①	追跡技術 ・ RFID、QRコード、BM	追跡技術 ・ RFID ・ QRコード ・ BM	取降し ・ 自動取降しロボット
案②	BTS (トレーによる搬送)		自動化
案③	追跡技術 ・ RFID、QRコード、BM	追跡技術 ・ RFID ・ QRコード ・ BM	取降し ・ トランスファーベルト
案④	BTS (トレーによる搬送)		省力化

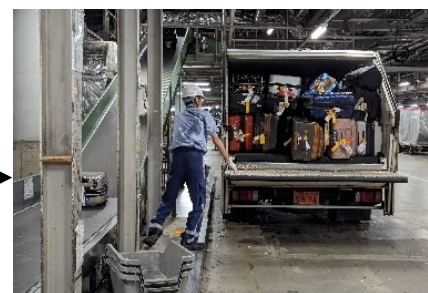
返却・乗継作業を自動化・省人化・省力化するために、出発地側で必要となる工夫

- QRコード：積付の際、取降時を考慮してタグを手前に向ける。
 - RFID・BM：到着地側にデータを送信する。
- ※RFID以外では、コンテナを開けて見える範囲しか認識できず、コンテナ内の手荷物の配置を確認できない。

作業工程の変更・実装技術について

- 乗継作業は、追跡技術、メイク搬送・乗継用BHS、自動取降しロボット、個別搬送があれば自動化可能。
- ただし、乗継作業を自動化・省人化・省力化するためには、出発地側で取得した情報を到着地側に送信するなど、連携や工夫が必要となる。

技術実装例



(注)

- ・乗継ぎ投入口を返却ベルトの近くに設置する場合：ロボットは1台
- ・乗継ぎ投入口を返却ベルトの遠くに設置する場合：投入先に搬送が必要
→ロボットは返却口の数だけ必要



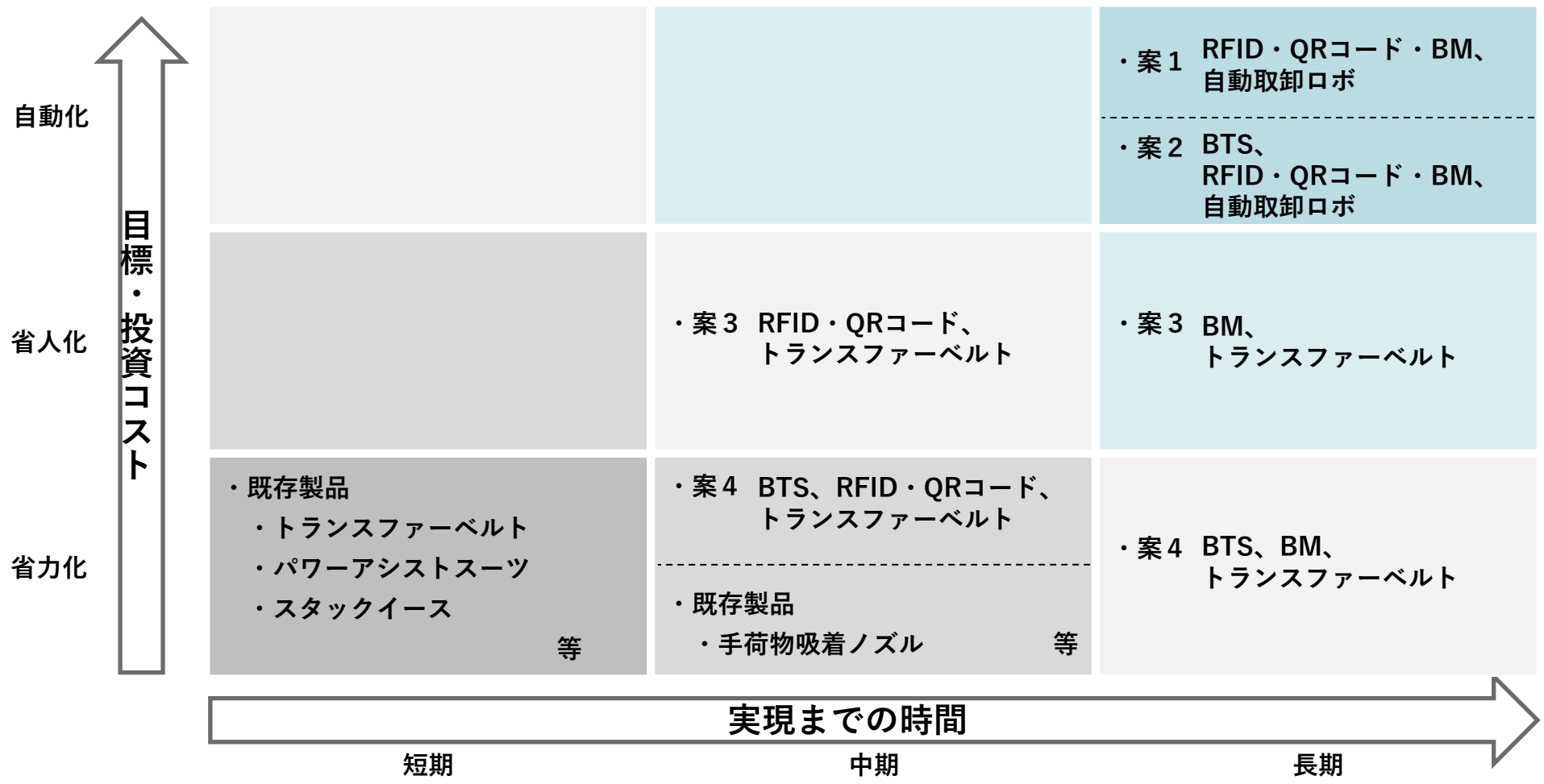
返却・乗継作業を自動化・省人化・省力化するために、出発地側で必要となる工夫

○ QRコード：積付の際、取降時を考慮してタグを手前に向ける。

○ RFID・BM：到着地側にデータを送信する。

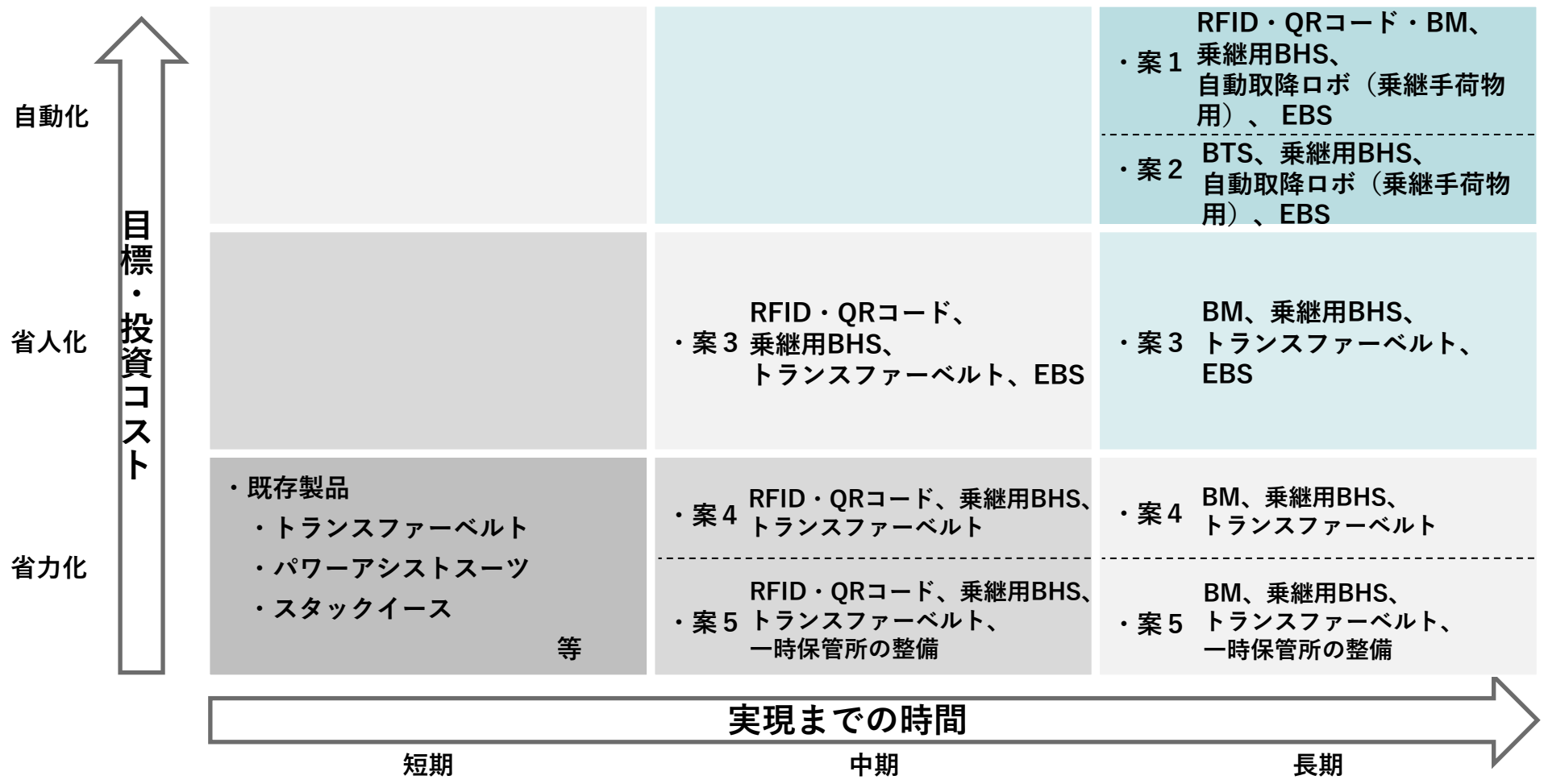
※RFID以外では、コンテナを開けて見える範囲しか認識できず、コンテナ内の手荷物の配置を確認できない。

- 取降作業の生産性向上に資する技術及びその技術実装例を、目標(自動化・省人化・省力化)及び実現に向けた時間に応じて、下記の通り整理した。
- 自動化だけでなく、その前段階としての省力化・省人化に向けた方策を示すことで、空港毎に、効果・投資コスト等を踏まえ、将来を見据えた方策を選択して取組を進めることを促進する。



※追跡技術を活用した取降作業の自動化・省人化・省力化の実現には、出発地側と到着地側での連携する工夫が必要

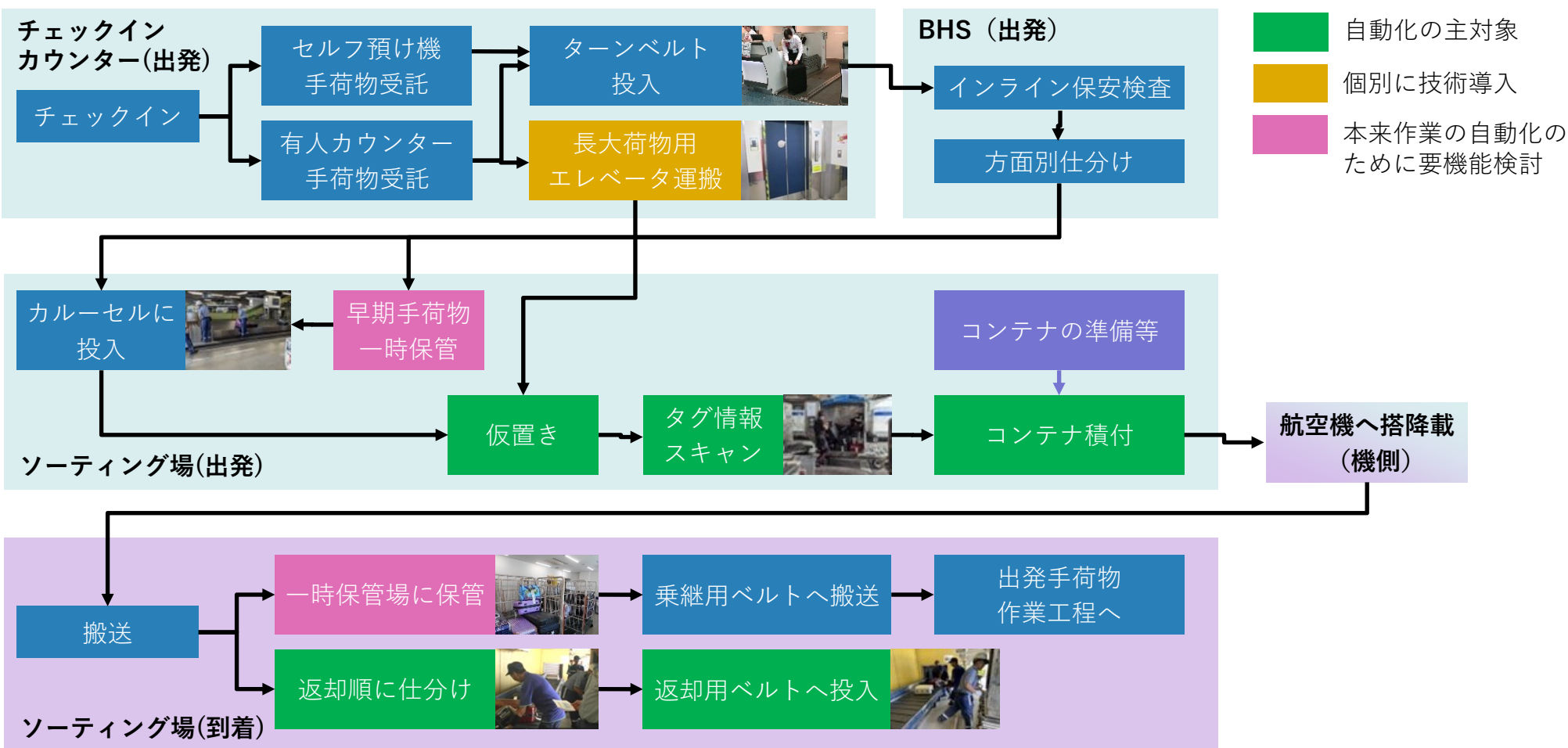
- 取降作業の生産性向上に資する技術及びその技術実装例を、目標(自動化・省人化・省力化)及び実現に向けた時間に応じて、下記の通り整理した。
- 自動化だけでなく、その前段階としての省力化・省人化に向けた方策を示すことで、空港毎に、効果・投資コスト等を踏まえ、将来を見据えた方策を選択して取組を進めることを促進する。



※追跡技術を活用した取降作業の自動化・省人化・省力化の実現には、出発地側と到着地側での連携する工夫が必要

積付／取降作業以外の手荷物業務について

- 長大手荷物の運搬や早期手荷物の保管に関しては、積付作業の自動化とは別に技術検討が必要。なお、早期手荷物の保管は個別搬送化に関する技術に含まれるEBSに必要な機能付加を行うことで対応可能。
- ただし、イレギュラー対応については、当面人手に頼らざるを得ないと考えられる。



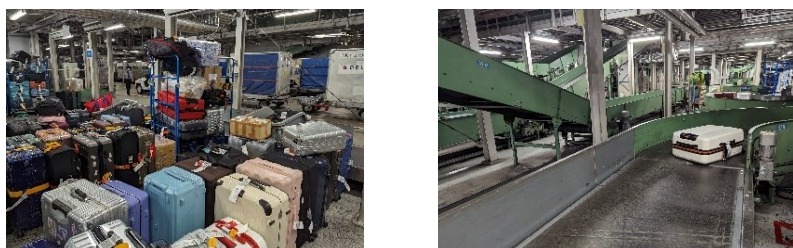
○イレギュラー対応作業の例：手荷物紛失時の搜索、旅客の搭乗取り止め・キャンセル等に伴う手荷物取出

積付／取降作業以外に対する技術

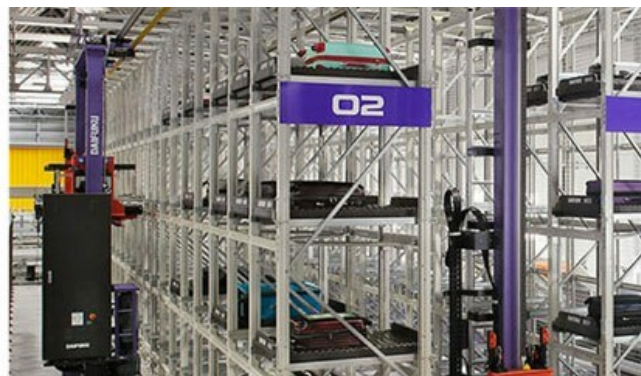
- 早期受託手荷物はメイクオープン後に作業員が手作業でBHSへ再投入しているため、EBSを導入し自動化。
- BHSで流せない長尺手荷物については、専用のエレベーターで作業員が都度搬送しているが、AGVを利用し、自動化できる可能性がある。

早期手荷物一時保管（現状の作業）

早期受託手荷物は一時保管した後に、手作業でBHSへ投入



EBS

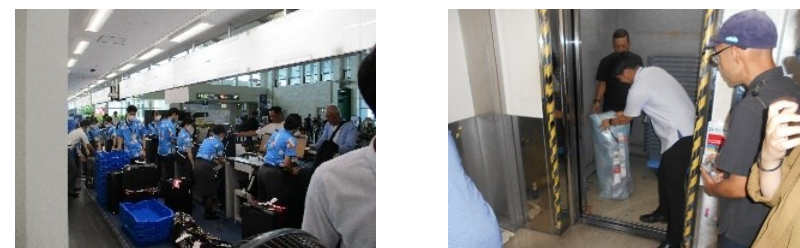


- ・ 個別輸送化のための機能だけでなく、早期に預けられた手荷物・トランジット時の長期保管の手荷物の収容能力を考慮する必要がある。

出所：2024年7月10日、12日 那覇空港、羽田空港にて事務局により撮影
Daifuku「Baggage Handling Systems」
<https://daifukuattec.com/airport-technologies/baggage-handling-systems/>
(2024年7月30日取得)

長尺手荷物（現状の作業）

有人カウンターにて受託後、係員がエレベータまで搬送



AGVカート



- ・ 手荷物受託カウンターから長大手荷物搬送用エレベータまでの横持ち作業を、カート積載のAGVが搬送する方式
- ・ 人の動線との区分けや、制限区域内への出入に関して課題整理が必要

出所：トピー工業株式会社「クローラー式AGV」
<https://www.topy.co.jp/ja/dept/bdp/bdp.html/> (2024年7月30日取得)

技術開発が必要と考えられるもの

○ 生産性向上方策(素案)の実現に向けた製品開発、要素技術開発が必要となると考えられるものについて下表に整理する。

関係する工程		技術	技術開発の内容	開発方針
積付	取降			
○	○	トランスファーベルト	・ カラーセル型メイクへの設置方法 ・ 積付用への改造（既製品は取降専用）	製品開発
○		EBS	・ 既存の空港施設（メイクとの接続等）への設置方法 ・ 一時保管時間、再搬送タイミングの調整 ・ 保管容量（キャパシティ）の調整	製品開発
○		個別搬送	・ 既存の空港施設（メイクとの接続等）への設置方法 ・ 処理容量（スループット）の調整	製品開発
			・ 積付に最適な搬送順位を決めるアルゴリズムの開発	要素技術
○		手荷物検知システム	・ 手荷物検知器（センサー、AI画像認識等）の開発 ・ 検知器からディスプレイへの伝送方式の開発	製品開発
	○	自動取降ロボット	・ 非定型手荷物の処理方法の開発（乗せる、吸着等）	要素技術
			・ コンテナから返却ベルトへの接続技術の開発	製品開発
○		自動積付ロボット	・ 非定型手荷物への適応調整 ・ メイクからコンテナへの接続接続の開発	製品開発
			・ 積付に最適な積付順位を決めるアルゴリズムの開発（最適な積付パターンを学習するデータ取得方法を含む）	要素技術

今後精査が必要な要件(案)

手荷物の受託から積付のタイミング（現状把握）

受託が多い時間帯、受託手荷物を積付開始するタイミング、いつまでに積付ける必要があるか

積付ロボに求められる処理速度、性能

どの程度の処理速度が求められるか

積付ロボットのハンドの方式を決める要因の特定、ハンド方式の検討

技術導入による現場への影響

①現場作業、②既存施設（カルーセル、ストレートベルトなど）、・・・

積付ロボットが作業する上で必要な情報と伝達手段（現状把握）

自動化にあたって、現在、積付指示（使用するコンテナや積付ける手荷物の指定）に含まれる情報から、追加で必要な情報は何か

対応可能な手荷物の形状等に条件を設けるか

積付ロボットが対応可能とする手荷物の形状・重さ等に制約を設けるか

出発空港と到着空港の連携

実装技術による出発地側でのメリットを到着地側でも活用するためにはどうするか

その他の方策はないか

特にご議論いただきたい論点

- 必要となる技術や、作業内容の変更について、検討を深掘すべき点、欠けている観点等があるか
- 導入技術を活用するにあたり、現場に適用する上での懸念等があるか
- 生産性向上方策（案）に向けたまとめ方について、工夫すべき点があるか