

空港技術基本計画のフォローアップ

航空局 航空ネットワーク部
空港技術課

令和8年1月15日



- 空港グランドハンドリング等の生産性向上に向けて、航空局にて産学官の検討会委員会を設置し、ANA・JAL各社で取り組んできた空港制限区域内の自動運転トーイングトラクター導入について、2025年12月にレベル4(運転席無人)の実用化が開始。
- 実用化に際して、ANA(豊田自動織機)及びJAL(AiRO・Tract Easy)、航空局によるメディア向けの記者発表会を羽田空港及び成田空港で開催し、自動運転トーイングトラクターの概要や展望を発表

開催概要

日時：2025年12月15日(月)10:00～13:30

場所：羽田空港、成田空港

内容：① 記者発表会（挨拶、概要説明）

② 車両前でのフォトセッション

③ 自動運転TTによるデモンストレーション、動画撮影

出席者：羽田空港 ANA 井上社長／JAL 鳥取社長
国交省 佐々木副大臣、航空局長
車両メーカー（豊田自動織機、AiRO）

成田空港 JAL 斎藤副社長
国交省 永井政務官、
航空ネットワーク部長
車両メーカー（Tract Easy）
成田国際空港(株)藤井社長

フォトセッション・現場視察の様子



空港内自動運転レベル4実現の走行ルート

- これまで航空局において2024年に必要な規定・ガイドラインの策定等を行い、2025年12月に自動運転レベル4の実用化を予定(東京国際空港、成田国際空港)。
- 今後、両空港における導入台数の増加のほか、国内空港への導入展開に向けた検討を推進。

羽田空港走行ルート

— 東西国内貨物ルート (JAL走行)
 — 第2ターミナルルート (ANA走行)

日本航空/AiRO
GNSS、LiDAR等

羽田空港

東貨物上屋

第2ターミナル

サービスレーン

カメラ

信号設備

遠方の情報を遠隔監視者へ提供 自動運転車両と連携し信号制御

全日本空輸/豊田自動織機
GNSS、LiDAR、路面パターンマッチング、磁気マーカー等

成田空港走行ルート

— 走行ルート (JAL走行)

サテライト

成田国際空港

第2ターミナル本館

日本航空/TLD
GNSS、LiDAR等

- グランドハンドリング業務は航空機運航に不可欠な業務であり、生産年齢人口が減少する中でも航空需要の拡大に対応していくため、先進技術等の開発・実装による生産性向上が不可欠。
- 現在、特にニーズの大きかった手荷物業務の生産性向上について、優先的に検討を実施している。
- 手荷物業務以外のグランドハンドリング業務は、今年度中にニーズを把握し、随時検討を実施していく。

検討会委員

■ 学識経験者

- ・ 加藤一誠 慶應義塾大学教授
- ・ 花岡伸也 東京科学大学教授
- ・ 福田大輔 東京大学教授
- ・ 西藤真一 桃山学院大学教授

■ 業界関係者

- ・ (一社)空港グランドハンドリング協会
- ・ 全日本空輸株式会社
- ・ 日本航空株式会社
- ・ (一社)全国空港事業者協会

■ オブザーバー

- ・ 経済産業省 製造産業局
- ・ 産業機械課 ロボット政策室

開催実績

- R6年度は4回開催
- ・ 手荷物積付作業の生産性向上について
- R7年度第1回(R7.9.11)
- ・ R7年度第2回(R7.12.24)
- ・ 手荷物積付作業の生産性向上についての検討
- ・ 手荷物積付作業以外の生産性向上についての検討

主なグランドハンドリング業務イメージ



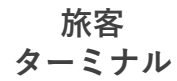
航空機を駐機場場に誘導



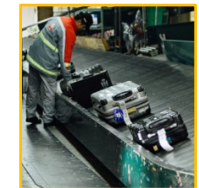
フロア清掃



航空機への燃料給油



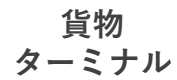
手荷物の預り等



受託手荷物の仕分け作業



手荷物のコンテナへの搭載



航空機までの貨物の搬送



貨物室への積み降ろし

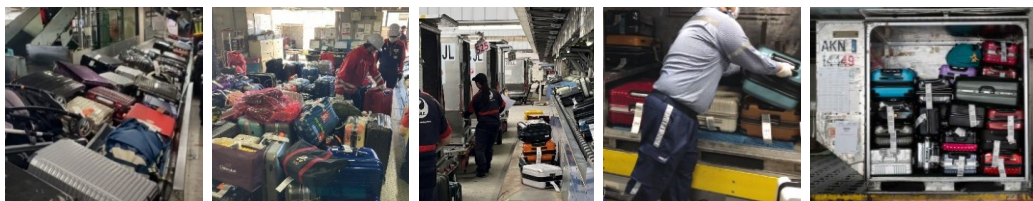
手荷物積付け以外のグランドハンドリング業務は、今年度中にニーズを把握し、随時検討を実施していく。

積付け作業の生産性向上に向けた検討

- グラハン業務の中でも、特に手荷物積付け作業は人手を要し、身体的負荷も高い作業。
- 生産性向上や人手不足解消のために、手荷物積付けロボットの導入が期待されている。

現在の手荷物積付け作業

- 一般的な出発手荷物の仕分け・積付け作業は、作業者が、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み付ける等の作業を同時並行で判断しながら瞬時に行っている。



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に積付け

ULD積付け状態
※JAL HPより

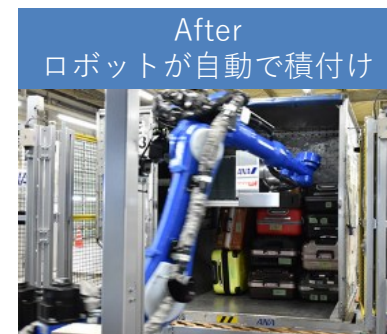
現場の声

手荷物を1個ずつ手作業でスキャンするが、スキャン漏れが発生した場合の手荷物の検索・突合は本当に大変！

作業に時間がかかり、体力的にもきつい。腰痛になる。

手荷物積付けロボットのイメージ

- 大型機用の積付け作業は1便あたり約10人で行っています。20kgを超える手荷物も人力で積付けており、身体的負荷が非常に高い作業。
- そのため自動で行えるロボットの開発・導入が期待されている。



出典：国土交通省航空局資料（2024年6月・2025年3月）、航空連合「手荷物業務に関する航空連合の課題認識について」（2024年8月9日）

原典：右端写真 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>

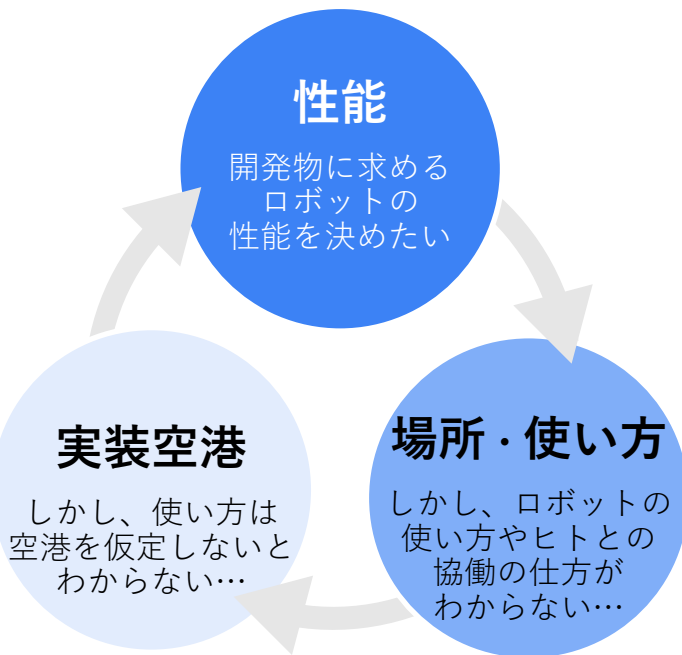
（2024年6月27日取得）

今後、NEDO懸賞金活用型プログラムにて公募予定。
NEDO懸賞金活用型プログラムでの開発を行った後、空港外・空港内での実証（磨き上げ）を経て、実装へと進めていく。

開発要件の検討方法

- 開発要件は、まず実装空港を仮定し、基本性能の設定に加え空間等制約や目標作業人数等の条件のもとで開発物の目標処理能力を設定。場所や使い方を踏まえた検証を行ったうえで、開発要件を決定した。
- また、開発物の一体開発要件を検討・設定したうえで、個別開発要件を整理した。

検討における循環構造



1. 開発物の一体開発要件

1) 実装空港の仮定

8大空港を実装空港に仮定

2) 開発要件の設定

「どんな条件で × どんなことができるようになってほしいか」

空間等制約

基本性能

目標作業人数

- ・ 一定の空間内に収まること
- ・ 受託手荷物の並替のため、BHS等改修を前提とすること

- ・ 取扱重量：32kg
- ・ 充填率：80% 等

1メイクの必要人員を半分に

メーカーヒアリング等を実施して、達成可能な性能を設定

目標処理能力

運航データ等から1メイクの処理能力を算定し、性能・要件を設定

3) 場所・使用方の想定

空間内のレイアウト、運用イメージ等を図化して確認

4) 開発要件を決定

サイズやコスト等制約条件とのトレードオフ

※詳細はNEDO懸賞金活用型プログラムの審査基準に反映

・ 必須要件・希望要件の2段階で設定

必須要件：本開発物において最低限必要とするもの

希望要件：ユーザー側として目指してほしい水準

2. 開発物の個別開発要件

上記を踏まえ、個別開発物の開発要件を整理

積付作業以外の生産性向上に向けた検討状況

○ ヒアリングの結果、現時点で下記案件をリストアップ。今後、各案件の優先度等を議論していく予定。

検討実施案件の一覧

No	課題
2)	課題
1	ターミナル間乗継手荷物搬送の効率化
2	熱中症対策
3	バラ積み貨物取扱いの効率化
4.1	貨物上屋への技術導入（自動ULD格納ラック設置）
4.2	貨物上屋への技術導入（不審者検知システム等）
5	客室清掃の省人化
6	セルフ機器（自動チェックイン機・自動手荷物預け機等）の改良
7	貸出品（車いす等）の自動定位置返却
7.2	ターミナル内自動運転モビリティ
8	手荷物追跡の強化
9	空港ロビー以外の手荷物受託
3)	取組ニーズヒアリング
1.1	PBB装着自動化の改善
1.2	車両・機材装着の自動化(BL,HL,PS,ケータリング車等)
2	GPU装着の省人化
3	翼端監視省人化
4	搭乗旅客の搜索
5	危険物電子化

No	課題
4)	保安に関する要望
1	航空保安プログラムの変更（「搭乗券」の文言記載部分変更）
2	搭乗改札のかざし漏れ防止
3	BB検査空港の疑似インライン化
4	国際線「本人確認」条件緩和
5	手ぶらの荷物受け渡しの際の確認プロセスの緩和
6	未搭乗旅客の手荷物取り卸しルール緩和
5)	貨物上屋に関する要望
1	TDMS（Truck Dock Management System）導入
2	貨物上屋の安全対策・生産性向上

<参考> 開発物の目標性能要件

○ これまでの検討をとりまとめると目標性能要件は以下の通りとなる。

基本性能	
共通	<p>対象手荷物</p> <p>種類：ハード手荷物、ソフト手荷物 (キャリーケース等) 必須要件 ソフト手荷物 (リュック等) 希望要件</p> <p>重量：3~32kg/個 希望要件</p> <p>寸法：110×76×50等 必須要件</p> <p>対象コンテナ</p> <p>型式：LD3等 必須要件</p> <p>可変設定：コンテナ型式・台数・使い分け 必須要件</p>
	<p>管理指標</p> <p>積付処理速度：目標処理能力を達成可能な速度 希望要件</p> <p>エラー率 (荷崩れ含む)：エラー発生時の荷崩れ個数等で変動 希望要件</p> <p>エラー発生時の早期復旧の仕組み 必須要件</p> <p>充填率：可能な限り高い 希望要件</p> <p>破損防止：手荷物を破損させない 必須要件</p> <p>手荷物積付位置と扉の隙間幅の任意設定可 必須要件</p> <p>積付後に手荷物が崩れない 希望要件</p>

メイクエリア 配置パターン	空間制約 間口×奥行×高さ(m)	ピーク時同時 取扱便数 (便)	ピーク時同時 取扱コンテナ台数 (台)	ピーク時1時間当たり 取扱手荷物個数 (個/hr)
パターンA	12m×20m×3.5m	2便	12台	約211個/hr
パターンB	24m×26m×3.5m	5便	16台	約282個/hr
パターンC	40m×20m×3.5m	8便	44台	約774個/hr

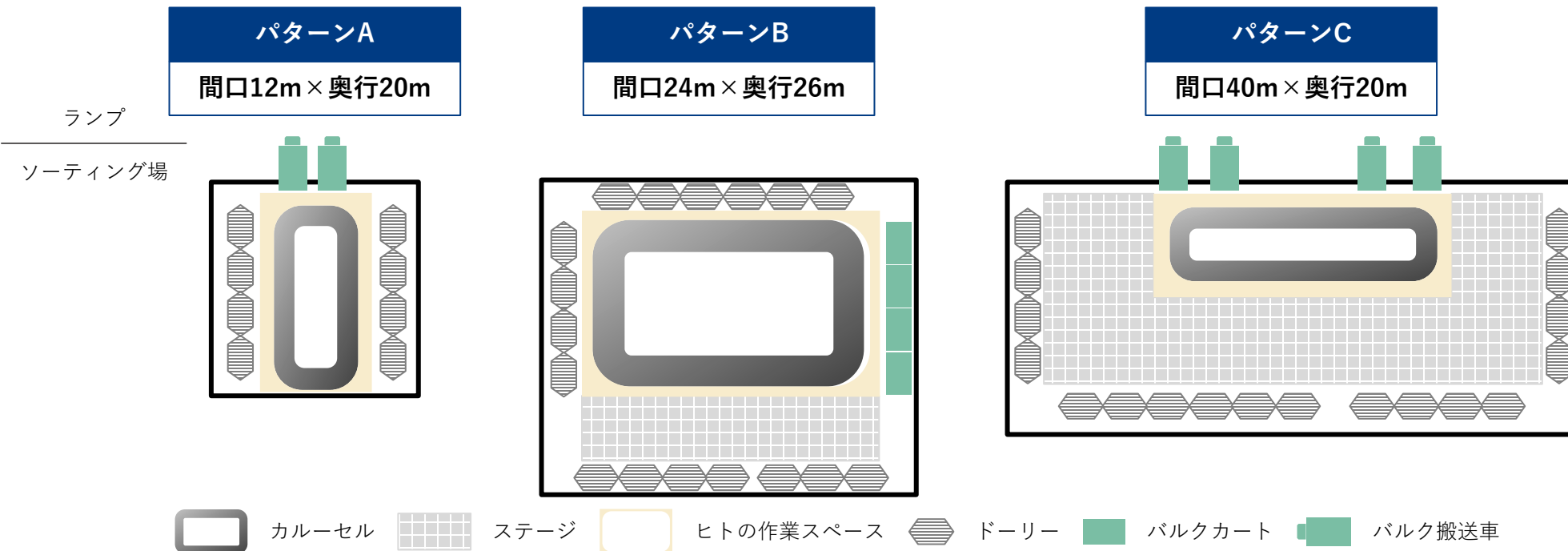
○ 開発者は、メイクエリアの空間制約のもと、ヒトとロボットの協働作業全体で、同時取扱数量を実現可能な、ロボット1台当たりの処理速度や寸法、1メイクに設置するロボットの基数、メイクエリアの配置・レイアウト、ヒトとロボットの協働運用などを自由に設計し、提案することとする。

<参考>空間等制約(間口×奥行)

- 羽田空港国内線における現行のメイクおよび関連設備の配置・面積を確認し、典型的な3パターンを抽出して空間等の制約条件として整理した。
- 加えて8大空港の調査を実施した結果、当該3パターンは他空港においても大きく変わらないことが確認されたため、羽田空港のパターンを代表例として採用する。

参考として、現行のメイクおよび関連設備等のレイアウトの例を下図に示す。

開発者は、この空間の範囲内で、ロボットの寸法、メイク全体の配置・レイアウトを自由に設計してよい。

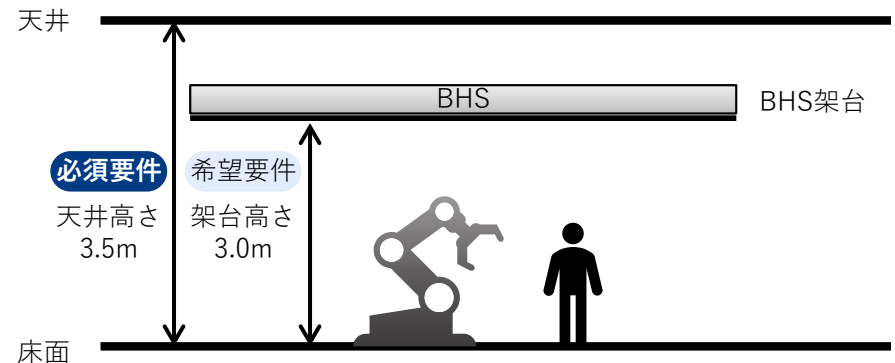


<参考>空間等制約(高さ)

- 8大空港ソーティング場における建屋天井高およびBHS架台高の調査結果をもとに、高さに係る要件を設定。
- 必須要件については、8大空港のうち、最低天井高さが最も低い那覇空港の3.5mを採用する。
- 希望要件については、羽田空港の最低架台高さに基づき3.0mとし、これを下回る箇所については今後の改修等や開発物の磨き上げを見据えるものとする。

空港	最低天井高さ		最低架台高さ		備考
	国内線	国際線	国内線	国際線	
東京国際空港	4.0m	4.0m	3.0m※	3.0m※	※一部メイクの架台高さは図面から読取不可
成田国際空港	4.0m	4.0m	2.4m	2.4m	※国内/国際に分類できないパターンが存在
関西国際空港	(読取不可)	(読取不可)	3.1m	3.1m	全メイクにおける天井高さが図面から読取不可
大阪国際空港	3.8m	(該当なし)	2.3m	(該当なし)	
中部国際空港	4.8m	4.8m	3.1m	3.1m	
新千歳空港	6.0m	6.0m	4.1m	4.1m	
福岡空港	4.1m※	(読取不可)	2.1m	(読取不可)	※一部メイクの天井高さは図面から読取不可 国際線の全メイクにおける天井高さ、架台高さが図面から読取不可
那覇空港	3.5m	4.8m	2.5m	3.0m	
開発要件	必須要件 3.5m		希望要件 3.0m		

注：赤字は希望要件の高さよりも低いもの



<参考> 対象手荷物種類および取扱重量

○ 当初はBHSを流す手荷物全てを対象として想定していたが、ロボットメーカーへのヒアリング結果を踏まえ、技術的難易度の高さ、および規格・状態が多岐にわたり、その検知のために新たな技術開発が必要となることから、取扱対象手荷物から通い箱を除外した。また、取扱重量を希望要件の32kgとした。

・対象手荷物の種類

(対象) BHSレーンで搬送できる手荷物

必須要件 ハード手荷物、ソフト手荷物 (キャリーケース等)

希望要件 ソフト手荷物 (リュック等)

(対象外) BHSレーンで搬送できない手荷物 (大型手荷物)

通い箱搬送手荷物

※：必須要件→希望要件への変更理由
 メーカー意見：難易度の高さ、必須要件では参加をためらう原因
 コンテスト意義：アイデア・高度技術を有する多くの企業の参画促進

・対象手荷物の取扱重量

希望要件 1個当たり3～32kg※

極端に偏心している場合は1個当たり3～16kg

・対象手荷物の寸法 (cm)

羽田空港国内線のBHSで流すことができる寸法を参照し、

必須要件 機内持ち込みサイズから100L以上の大型サイズまで

幅広く対応できるようにすること。

また、エアラインが指定するサイズに準ずること

羽田空港	ターミナル1	ターミナル2
最大	110 x 76 x 50	100 x 60 x 70
最小	30 x 8 x 15	25 x 20 x 10

手荷物種類	概要
ハード手荷物	硬い素材のキャリーケース等
特殊ハード	箱型以外の特殊形状のハード手荷物
ソフト手荷物	
型崩れなし	型崩れしない布製のキャリーケース等
型崩れあり	ポストンバック、リュック等
通い箱搬送 【対象外】	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

<参考>エラーおよびエラー率

○ エラーおよびエラー率について、メーカーヒアリングで指摘された定義の明確化と、開発要件の実現性に係る課題等を踏まえて更なる検討・精査を行った。

- 開発者の技術開発指針の観点、およびコンテスト上で導入時の活用効果を推定する観点から、エラー率を要件項目とすることは重要。《エラー率推計の前提条件および算出方法》
- エラーの定義を、「人が介さないと作業が継続できない状態」とする。なお、荷崩れが生じた場合でも、ロボットによる積付が継続できる場合はエラーとみなさない。
(ロボットハンドから手荷物が落下しロボットによる積付が継続できなくなった場合、手荷物が崩れロボットによる積付が継続できなくなった場合、ロボットハンドにタグやキーホルダーが巻き込まれるなどしてロボットによる積付が継続できなくなった場合、その他の要因でロボットによる積付が継続できなくなった場合 等)
- ロボット導入前後の1メイク1日当たり全取扱数量は、羽田のピーク時の実績値から設定。
- 1日のヒトの余力時間などから許容されるエラー回数を設定。
- エラー回数を取扱数量で除して得られた比率をエラー率と設定。《エラー率の計算式：エラー率 = エラー回数 ÷ 積付トライ回数※》

※積付けトライ回数は、1台のコンテナに手荷物を積付ける作業全体を1回とカウントする。

ロボット導入前後のヒトの作業時間および余力時間

	ヒトの取扱数量 台/日	現在		ロボット導入後		現在 ヒトの作業時間 分/日	ロボット導入後 ヒトの作業時間 分/日	余力時間 分/日
		ヒトの単位作業時間 秒/台	ヒトの作業時間 分/日	ヒトの単位作業時間 秒/台	ヒトの作業時間 分/日			
パターンA	90	820	1,230	276	413	615	413	▲202
パターンB	72		984		331	492	331	▲161
パターンC	154		2,105		707	1,052	707	▲345

現在作業時間の1/2

エラー対応に充てることのできる時間

エラー率の算出

※ 荷崩れ：手荷物が崩れロボットによる積付が継続できなくなった場合などを想定。コンテナ積み付け個数上限の8割（40×0.8=32個）崩れた場合を上限値の前提として算出。
 積残し：ロボットハンドからの手荷物落下、ロボット停止などで積付が継続できなくなった場合などを想定。コンテナ積み付け個数上限の8割（40×0.8=32個）積残した場合を上限値の前提として算出。

エラー対応に要するヒトの作業時間				
作業内容	現在	ロボ導入後	差分	単位
ロボット動作ON/OFF	0.0	0.5	+0.5	分/回
安全柵の開閉	0.0	0.5	+0.5	分/回
積み直し作業（荷崩れor積残し）	0.0	8.0	+8.0	分/回
計	0.0	9.0	+9.0	分/回

	ロボット導入後				
	全取扱数量	エラー回数・エラー率の推計			
	①コンテナ (台/日)	②余力時間 (分/日)	③作業時間 (分/回)	④回数 (回/日) …②/③	1コンテナあたり許容 される積付エラー回数 …④/①
パターンA	90	+202	9 <small>※エラー1回あたり32 個積み直す場合</small>	22.4	0.25
パターンB	72	+161		17.9	
パターンC	154	+345		38.3	

<参考> 充填率

- ロボットによる積付効率の高さを定量的に測る為、「充填率」を定義する。
- 充填率は、ロボットが積付けた手荷物の体積が、コンテナ全体の容積の何%を占めているかを示す。



管理すべき指標(P)

希望要件 充填率 : 可能な限り高い

○ 充填率の定義

$$\text{充填率(\%)} = \text{①ロボットが積付けた手荷物の体積合計} \div \text{②コンテナの容積} \times 100$$

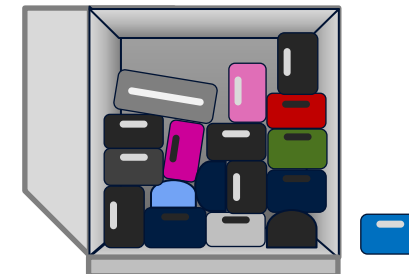
充填率のイメージ

A. 充填率の高い積付け方



B. 充填率の低い積付け方

※手荷物1個はスペース不足の為、積付できていない



上記の場合、Aのほうが充填率が高く、積付効率が高いと評価する。

注：コンテストでは、参加者の競争条件の公平性を担保し、適切な評価を行うために、ソフト手荷物（リュック等）を含む同じ手荷物の組み合わせで競技する。

空港業務DX推進官民連絡会の概要

○ 本連絡会は、従来のFAST TRAVELの推進に加え、空港業務の生産性向上に向けた技術の導入・開発等の報告・共有、関連するメーカーから最新技術の動向を紹介、ニーズ／シーズのマッチングを促進し、官民関係者で空港業務DXを推進することを目的としている。昨年度開催時には11件のマッチングが成立。

開催概要 (第2回)

- ・ 開催日：令和7年12月11日 13:00～
- ・ 会場：羽田空港第3ターミナル TIAT SKY HALL
- ・ 主な議事：
 - ① 空港業務の生産性向上について
 - ② FAST TRAVELの推進について
- ・ 参加者数：368名(対面158名、Web210名)

主催者 (4者共催)

- ・ 国土交通省航空局 ・ 定期航空協会
- ・ 一般社団法人 全国空港事業者協会
- ・ 一般社団法人 空港グランドハンドリング協会

参加者

- ・ 航空会社 ・ 国際航空運送協会 (IATA)
- ・ 空港会社、空港コンセッション会社、
- ・ 空港ビル会社、グランドハンドリング会社
- ・ 関係企業、関係行政機関 等

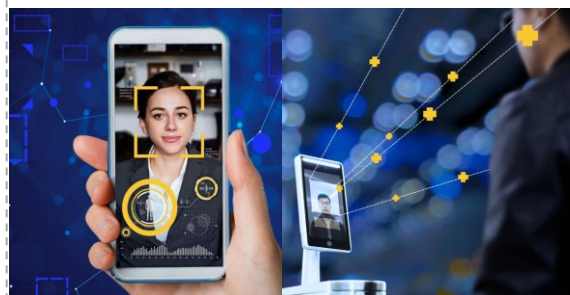
【紹介技術の例】



※AI・アバターロボットの開発 (avatarin株式会社)



※GSEの位置把握技術等の開発 (TOPPAN株式会社)



※デジタルIDを用いた旅客の確認 (IATA Japan)



※脳波とAIを活用した画像識別 (全日本空輸株式会社)



※顔認証を利用した本人性確認 (日本電気株式会社)



※AI監視カメラの活用 (三菱地所株式会社・セコム株式会社)