

AI技術を活用した空港地上支援業務の DX化に係る実証調査(ダイジェスト版)

令和6年10月
航空ネットワーク企画課

背景

- 空港地上支援業務(グランドハンドリング)では、生産年齢人口減少、コロナ禍の大量離職、航空需要回復・成長見通しの中で労働力不足問題が深刻化している。
- 国土交通省航空局では、空港のグラハン体制強化、訪日外国人旅行者のさらなる増加へ向けてコロナ禍前の2020年1月に「グランドハンドリング アクションプラン」を策定。しかし、その後のコロナ禍の大量離職、労働力不足問題の深刻化を受けて、2023年2月「持続的な発展に向けた空港業務のあり方検討会」を新たに設置し、空港業務(グランドハンドリング・保安検査)の持続的な発展に向け、人材確保やDX化・GX化などについて地域の関係者一丸となった取組を推進していくための検討を行っている。

目的

- 本実証は、こうしたグラハン業務改革の一環に位置付けられ、先進技術導入によるグラハン業務の生産性向上の実現に向け、安全で効率的なマネジメント手法の確立を目的として実施するものである。
- 実証対象のモデル空港において、駐機場に設置する高解像度カメラ及びAI画像認識の先進技術により、スポット内グラハン作業を自動検知することで、正確な進捗把握・高精度な予測を実現し、業務の省人化・省力化・効率化等の生産性向上の可能性を検証する。
- 先進技術の導入プロセスを共有するとともに、検証分析結果を踏まえた可視化システムの評価(効果・課題等)を明らかにすることで、全国の空港における先進技術活用を促進する。

本実証調査で使用したスポット内グラハン作業の可視化システムの概要は以下の通り。

■ 可視化システムの概要

- 本実証調査では、Assaia International AG（本社所在：スイス・チューリッヒ）が提供する可視化システム「**ApronAI**」を活用
- この可視化システムは、VDGS※等のスポット監視カメラを用いて、各グラハン業務を監視・進捗率をAIでカメラ映像を解析し、リアルタイムで検知するシステム

※VDGS=ビジュアルドッキングガイダンスシステムのこと。
駐機場に入る航空機に対し誘導を行う装置。



出所：丸紅株式会社提供資料(2023.6)

■ 可視化システムの効果(先行海外事例)

- **グラハン業務の効率化**(平均5分短縮)、各スポットのリアルタイム監視による**航空機地上走行時間の削減**(=温室効果ガス排出量の削減)
- **統制業務要員削減**(3人→1人:ロンドン・ヒースロー空港)
- **ターンアラウンド時間の短縮**
(航空機地上走行時間を平均49秒削減:シアトル空港)
- 運用効率化による**ピーク時における空きスポットの創出**
(スポット占有時間のバッファ短縮:ロンドン・ガトウィック空港)

※上記は可視化システムを長期的かつ広範囲に導入し、飛行場管制とも連携した海外空港における効果事例。



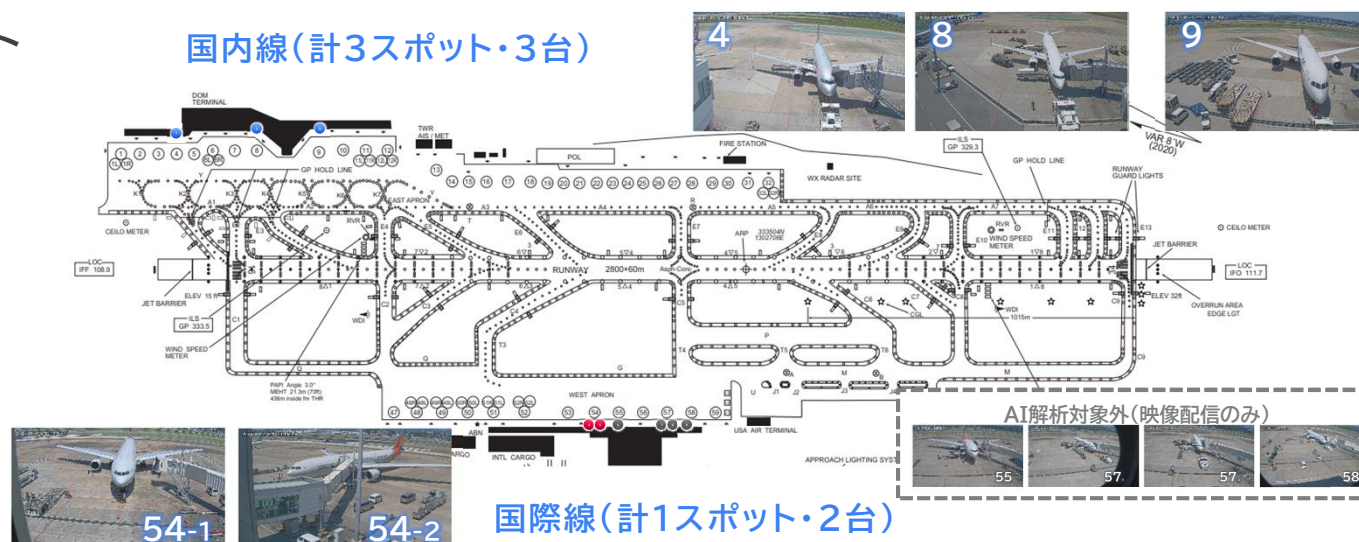
出所：丸紅株式会社提供資料(2023.6)

福岡空港版可視化システムを構築し、約1か月間の実証調査を実施。
実証後に利用者からの意見集約、データ分析を行い、実証調査の結果としてとりまとめ。

■ 実証調査の概要

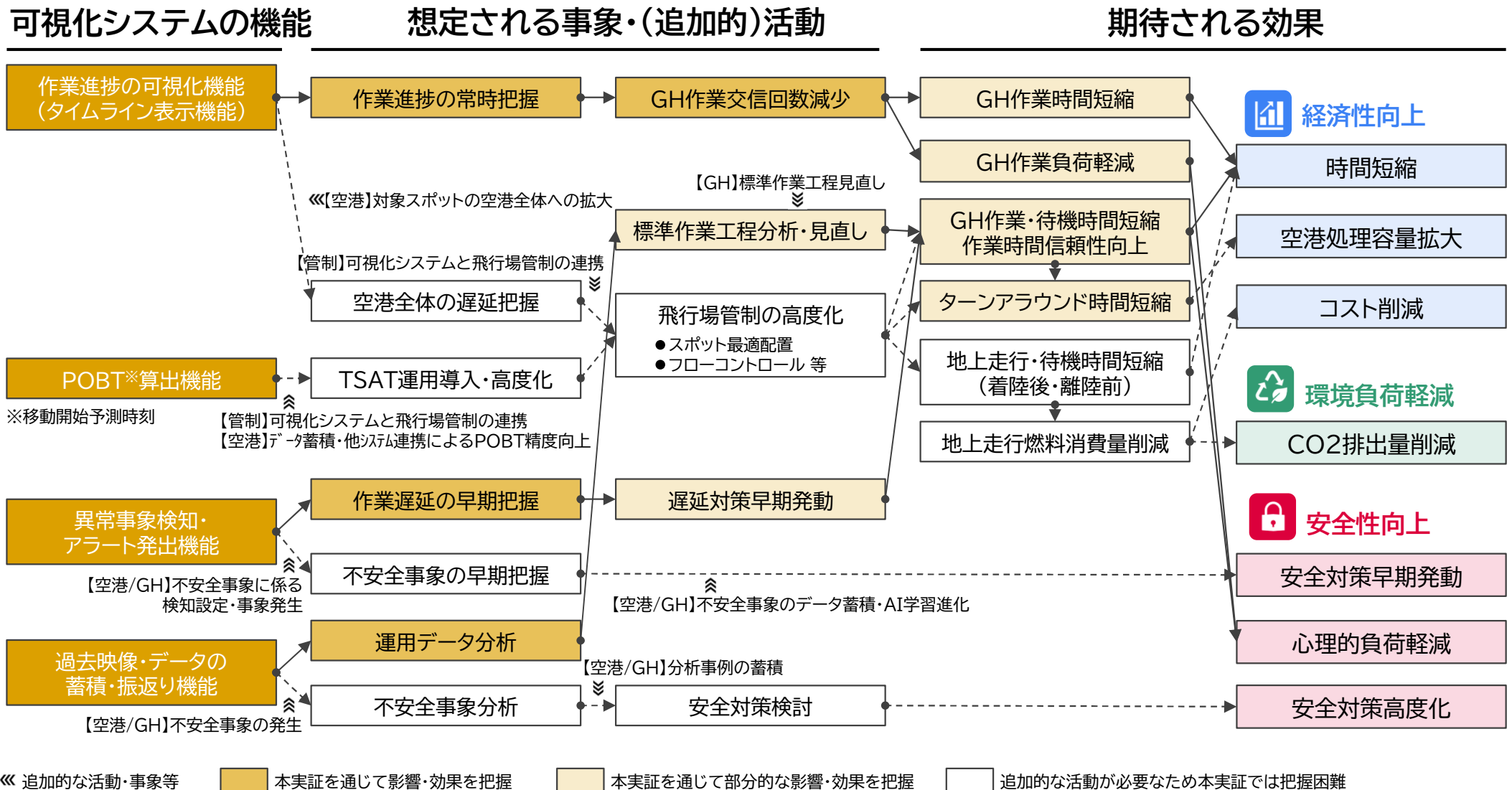
項目	内容
対象システム	スポット内グラハン作業の「福岡空港版可視化システム」
対象空港・スポット	福岡空港 《AI解析実施》 国内線4番、8番、9番 国際線54番※ 《映像配信のみ実施》 国際線55番、57番※、58番 ※カメラ2台設置、その他のスポットはカメラ1台設置
実施期間	《トレーニング》2024年9月12日(木)～13日(金)(2日間) 《実証期間》2024年9月12日(木)～10月11日(金)(30日間)
参加事業者	福岡空港のグラハン事業者7社＋空港管理者1社 ANA福岡空港／日本航空／スカイマーク／スイスポーティング／羽田タートルサービス／エスエーエス／西鉄エアサービス／福岡国際空港
システム運用方法	航空機の到着時、出発時、アラート受信時のタイミングで、グラハン作業の進捗状況、POBT(出発予測時刻)等を表示端末から目視確認
実証調査の評価	参加事業者に対するアンケート調査結果に基づき可視化システムおよび本実証調査を定性的に評価・検証 可視化システムから出力される各種作業開始・終了時刻データ等に基づきグラハン業務の実態等を定量的に評価・検証

■ 対象スポット



出所: AIS Japan 国土交通省 有効日 1 Jan 2024(2024年1月18日閲覧)を基に作成

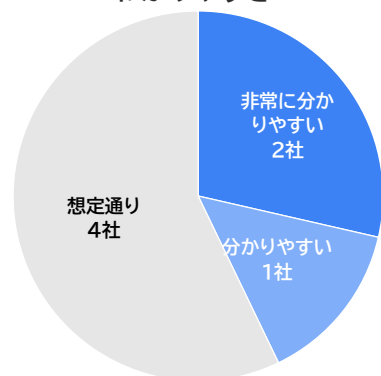
可視化システムを活用した空港運用、蓄積データに基づく業務分析・業務改善、他システムとも連携した飛行場管制の高度化、トータルエアポートマネジメント(TAM)高度化等により、「経済性向上」、「安全性向上」、「環境負荷軽減」の効果が期待される。



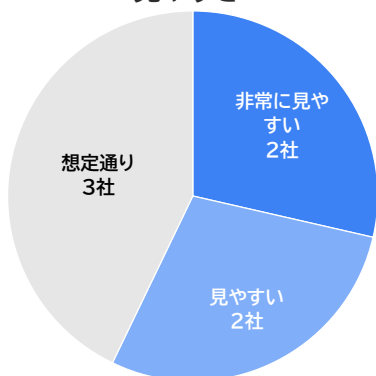
- 表示端末の操作方法、見やすさ、使いやすさなどのユーザーインターフェースは概ね高評価。
- 統制業務や現場作業への効果、アラート発出機能の効果は、概ね想定通りという評価に留まる。

- ➡
- 従来の運用業務手順を前提に、限定的な対象スポット、検知イベントの情報が提供されても効果は限定的
 - 対象スポットの範囲拡大、機能拡張・高度化、それらを前提とした運業務見直しなどが進めば、ユーザーインターフェースの評価の高さから、更なる活用、効果拡大が期待される

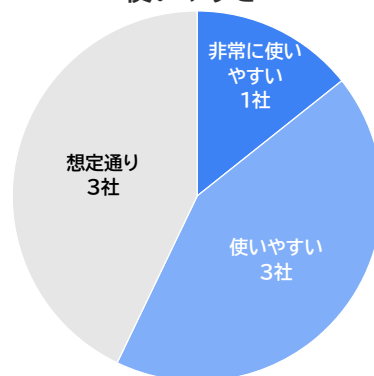
ダッシュボード操作方法の
わかりやすさ



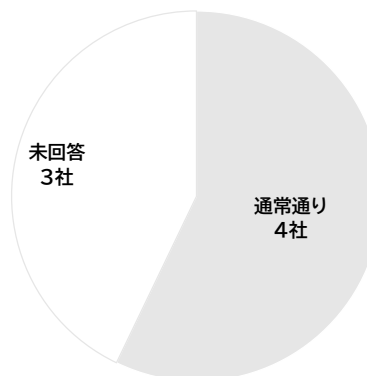
可視化システム端末表示の
見やすさ



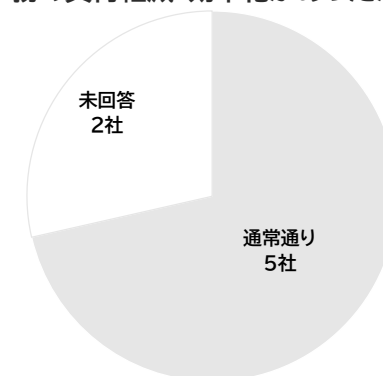
可視化システム端末表示の
使いやすさ



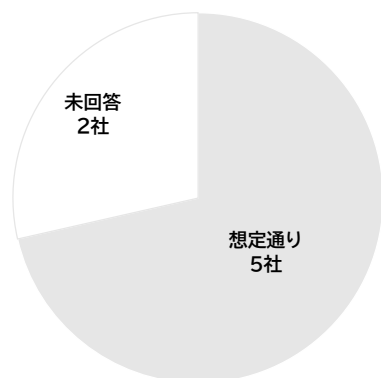
現場作業員との更新回数



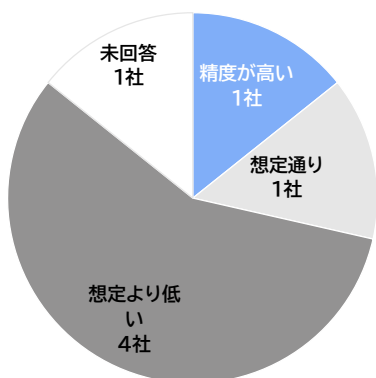
現場作業状況把握による統制業務の
負荷軽減・効率化があったか



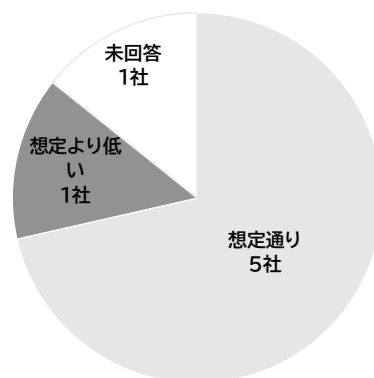
現場作業の業務効率化の効果



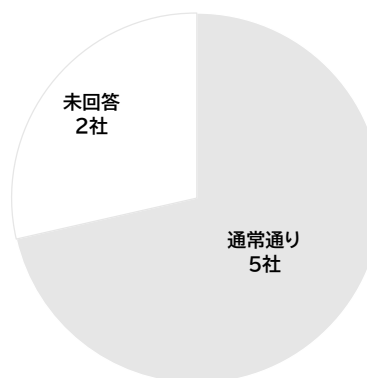
タイムライン表示の精度



POBTの精度



作業時間待機時間の短縮等による
負荷軽減・効率化があったか



- 福岡空港版可視化システムについて、認識精度の高さや安全活動への活用などでプラス評価。
- 課題・改善要望として、対象スポットの拡大、検知範囲の拡大、予測精度向上、各種他システムとのデータ連携などが挙げられたが、いずれも今後の期待への裏返し。

プラス評価	課題・改善要望	今後の期待
(認識精度) ● 想像以上に作業の認識精度が高い ● 正確な時間を自動的に取れることが非常に有効 (安全活動への活用) ● 安全巡視、安全活動として一定の効果がある ● 何かあった際に録画機能で遡って確認できるのが良い ● GSE車両の不具合が発生した際、状況確認に可視化システムの振り返り機能を使用。従来はGSE不具合時にかかった時間は作業員の感覚的な回答に頼っていたが、記録映像を基に正確な時間を確認することができた。 ● 作業品質(不安全行動の有無)や車両運転操作のモニターができ、安全活動として有効と感じた	● 機体後方のベルトローダーを検知してほしい(→検知できれば有効) ● 表示内容を大きくして見やすくしてほしい(→見やすければ有効) ● カメラ台数が少なく細かい作業が追えない(→カメラ台数が多ければ有効) ● POBT予測精度が低い(→予測精度が向上すれば有効) ● 検知項目が少ない(→検知項目が多ければ有効) ● 国内外の出発空港がわからない(→状況がわかれば有効) ● 現行業務フロー前提ではリアルタイム視聴をする人員確保ができない(→業務フロー見直しや人員確保以上の価値が見込まれれば活用可能性がある) ● 自社システムとデータ連携できていないため活用しにくい(→自社システムとデータ連携ができれば有効)	(カメラ台数・画角等) ● 機体後方も検知して欲しい ● 全スポットにカメラを設置して欲しい ● 自動化技術導入を進展させるため検知項目を増やして欲しい ● 旅客の搭乗状況を把握するためPBB内にカメラを設置して欲しい ● 自社、他社問わず、常時空港全体の状況をモニターできるようにして欲しい (精度向上・各種他システムとの連携) ● 可視化システムの精度向上に期待 ● 旅客の搭乗状況や管制理由による交通流制御等も反映した出発時刻予測が可能となることに期待 ● 自社システムとデータ連携できるようにして欲しい ● 様々な各種他システムとデータ連携が可能となることに期待

● 福岡空港版可視化システムの製品性能

- 基本的にほぼすべて(97%以上)の作業において正確な作業認識、開始・終了時刻を生成
- ただし、暴風雨の際の誤検知(0.8%)、ダイヤが乱れた際の誤認識(1.6%)などが一部で発生
- 可視化システムで算出される予測出発時刻(POBT)は、従来の予定出発時刻(EOBT)よりも実績出発時刻(AOBT)との誤差が小さく(EOBTの平均誤差:+8.1分、POBTの平均誤差:-0.1分)、予測精度が高いことを確認

● 作業実態分析

- 実証期間中のAOBTは、EOBTよりも平均8.1分の遅れが発生
- グラハン各作業の平均作業時間は、907ターンアラウンドの実測データより、国内・国際平均で給油車16分、ケータリング車15分、搭乗橋47分、貨物ドア31分、ハイリフトローダー28分、ベルトローダー23分と判明
- 各作業の実績終了時刻は、搭乗橋作業を除き、目標終了時刻よりも早く終了。カメラ台数や検知イベントの拡大、各社ごとの詳細データ分析を行うことで、標準作業工程の見直し、ひいてはターンアラウンド時間短縮の効果発現の可能性が見込まれる
- 各作業の実績終了時刻は、搭乗橋作業を除き、AOBTの20分以上前であり、グラハン作業終了後も旅客要因、交通流制御(フローコントロール)等により出発できない状況が判明
- 可視化システムで算出されるPOBTを活用することで、より精度の高い出発管理が可能となり、TAM(トータルエアポートマネジメント)の実現に向けて有効と見込まれる

内際別・機種区別の平均ターンアラウンド時間を集計

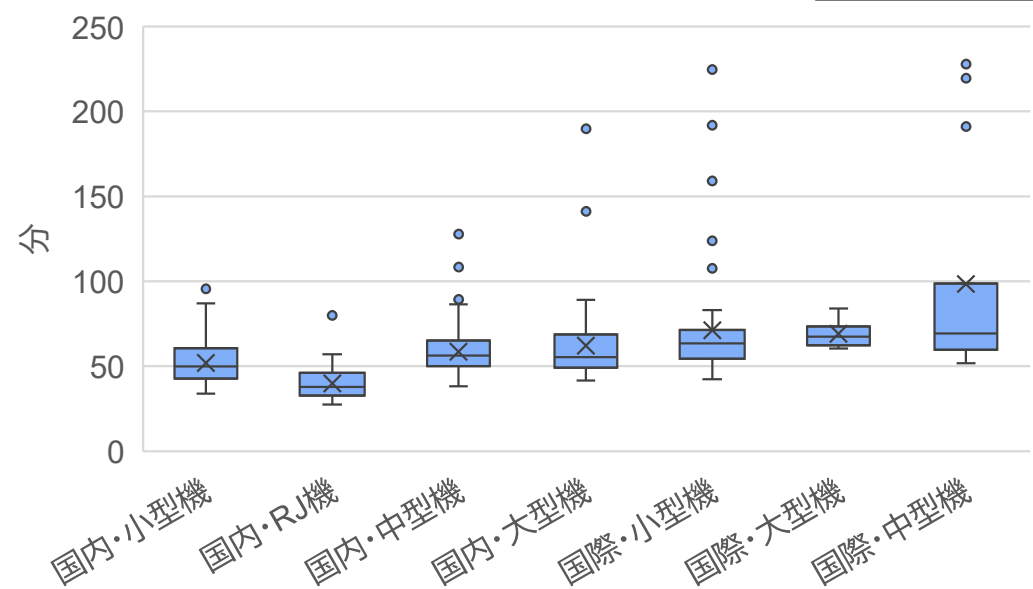
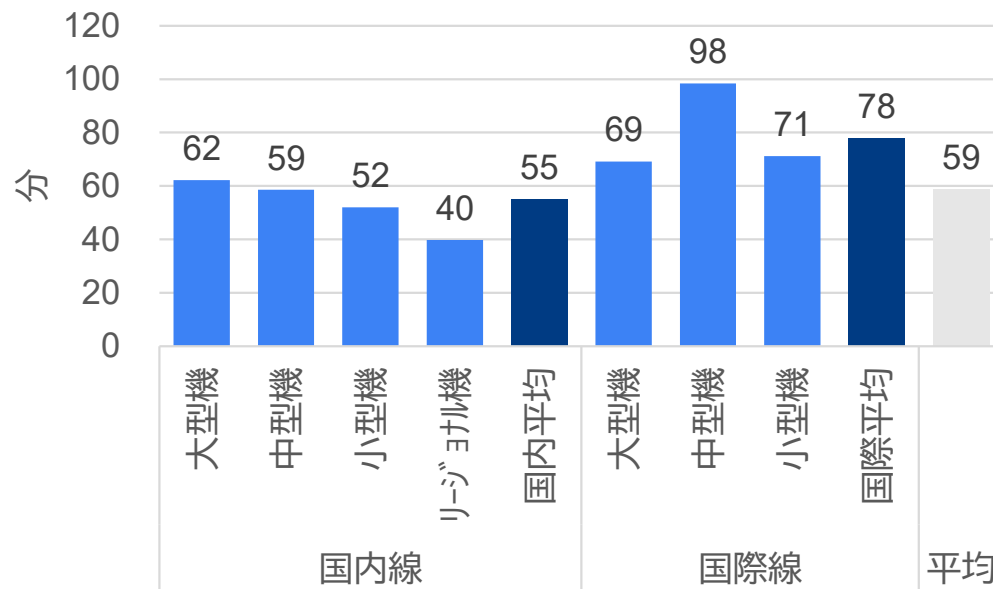
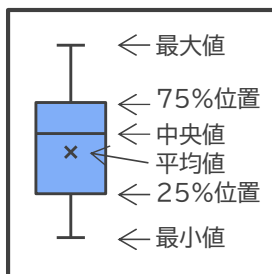
- 平均ターンアラウンド時間は、国内線は55分、国際線59分
 - 国内線は、大型になるほど所要時間が長くなる傾向
 - 国際線は、中型機の所要時間が最も長い → バンコク線で計画的に発着時刻の時間調整をしているため

■ ターンアラウンド時間(AIBT～AOBT)

	国内線					国際線				平均
	大型機	中型機	小型機	リージョナル機	国内平均	大型機	中型機	小型機	国際平均	
平均	62	59	52	40	55	69	98	71	78	59
標準偏差	±22	±13	±12	±10	±16	±7	±61	±33	±42	±24

単位：分

箱ひげ図の見方



注: 大型機(A350,B777)、中型機(A330,B767,B787)、小型機(A320,A321,B737)、リージョナル機(E170,E175,E190)

出所: 可視化システムのエクスポートデータ(2024.9.12～9.29(18日分))のうちナイトステイ、トーイングを除く、計546ターンアラウンド数に基づく分析結果

作業種別の平均作業時間を集計

- 各平均作業時間は、給油車16分(国内17分・国際14分)、ケータリング車14分(国内13分・国際20分)、搭乗橋50分(国内46分・国際67分)、貨物ドア31分(国内30分・国際36分)、ハイリフトローダー28分(国内27分・国際37分)、ベルトローダー23分(国内24分・国際20分)

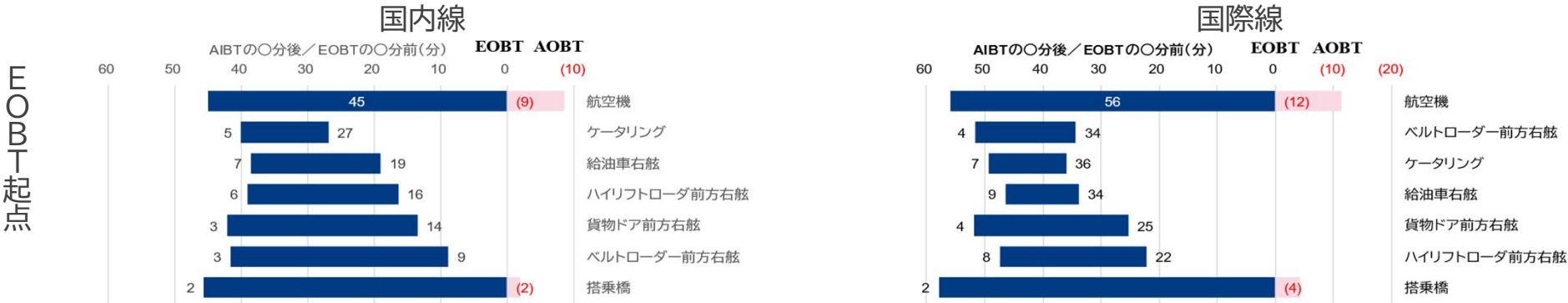
注：作業時間とは、各GSEの航空機への接続から離脱までの所要時間、貨物ドアはオープンからクローズまでの所要時間を意味する

作業種別・内際別・機種区分別の作業時間平均

単位：分

作業種別	国内線					国際線				平均
	大型機	中型機	小型機	リージョナル機	国内平均	大型機	中型機	小型機	国際平均	
給油車右舷	20	-	18	13	17	-	-	14	14	16
ケータリング	11	15	12	9	13	9	22	17	20	14
搭乗橋	53	50	44	33	47	62	85	61	67	50
貨物ドア前方右舷	26	35	25	31	30	31	51	29	36	31
ハイリフトローダ前方右舷	27	30	12	-	27	41	48	18	37	28
ベルトローダー前方右舷	-	-	27	22	24	-	11	20	20	23

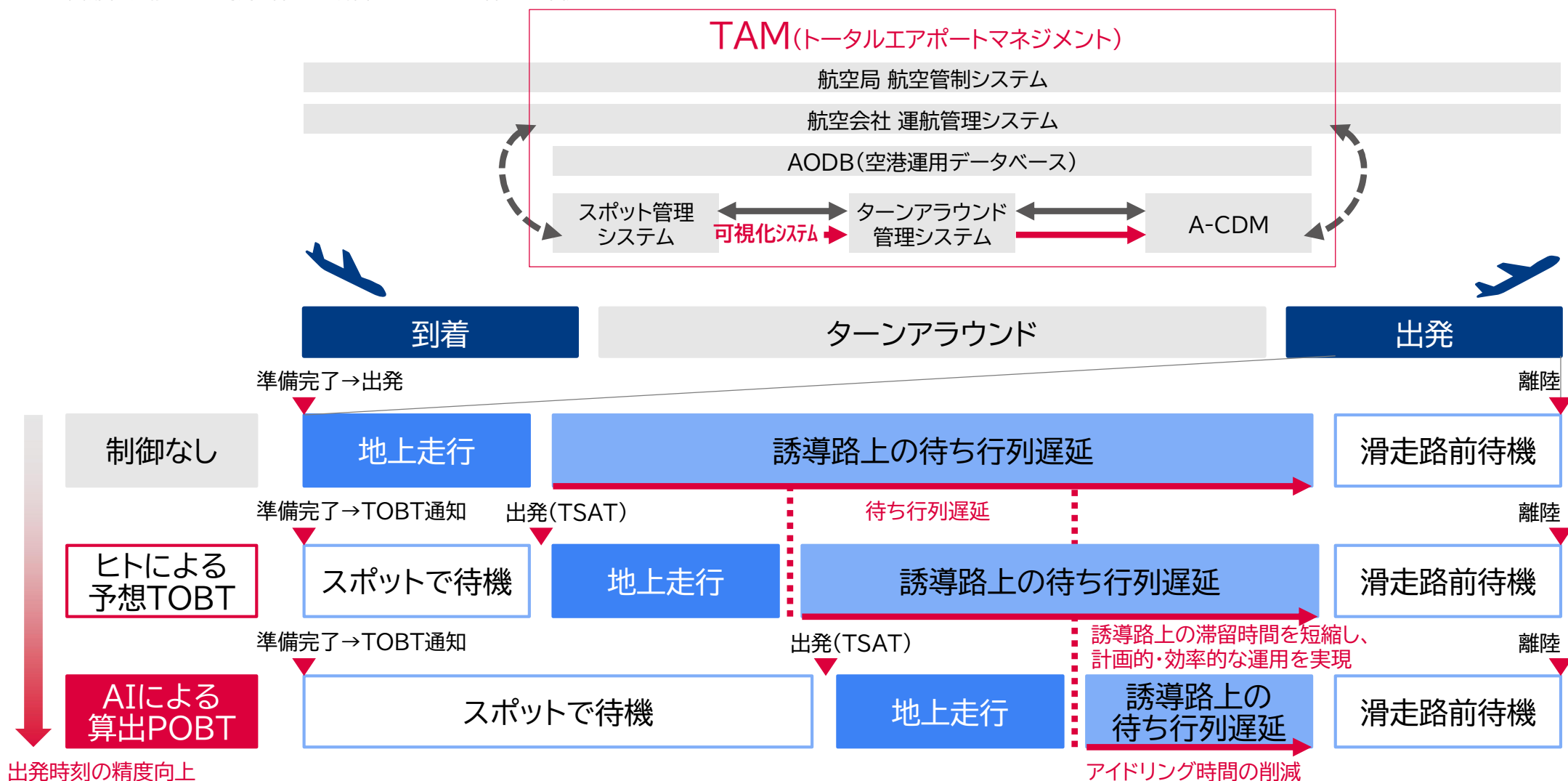
EOBT/AOBTを起点とした平均的な作業終了時刻イメージ



注1:大型機(A350,B777)、中型機(A330,B767,B787)、小型機(A320,A321,B737)、リージョナル機(E170,E175,E190)
注2:棒グラフの左側の数字が「AIBTの〇分後」、右側の数字が「AOBTの〇分前」を表す
出所:可視化システムのエクスポートデータ(2024.9.12~9.29(18日分))のうちナイトステイ、トーイングを除く、計546ターンアラウンド数に基づく分析結果

グランドハンドリングにおけるAI活用は、TAM(トータルエアポートマネジメント)を実現するうえでの前提となるTSAT運用※(日本国内では羽田、成田で運用中)において、出発時刻の精度向上、誘導路上の待ち時間短縮、アイドリング時間の削減といった効果が想定される。

注: TSAT(Target Start Up Approval Time; 目標スタートアップ時刻)運用とは、効率的な空港運用・航空機運航を実現するため、運航者がTOBT(Target Off-Block Time; 目標移動開始時刻)を管制機関に通報し、その時刻に合わせて算出されるTSATに合わせて出発する運用のこと。



欧米で先行し、日本未導入のAI映像解析技術を活用したスポット運用可視化システムについて福岡空港を対象に実証を行った。

- その結果、スポット内の各種グラハン作業の作業開始・終了時刻を非常に高い精度で判定できると、それにより各種グラハン作業の進捗状況を映像と共にリアルタイムでデータ化・見える化できると、標準作業工程との比較から作業進捗遅れなどを自動的に通知し気づきを与えてくれることが確認された。
- また、過去の映像や各種作業の作業開始・終了時刻を簡単に振り返ることができることから、不測の事態等が生じた際の状況確認や安全活動等に効果的・効率的に活用できることが確認された。
- さらに蓄積データの活用で各種作業時間等を統計的に把握・分析可能であり、KPI・モニタリング指標の継続的ウォッチや、標準作業工程見直しへの活用可能性等が示唆された。
- 実証に参加したグラハン事業者からは、映像解析精度の高さに対する驚きとともに、正確な時刻が把握できることの有効性、安全活動に活用することの有効性に関する意見が聞かれた。
- 今回の実証という限定的な範囲・期間に伴う課題・改善要望も挙げられた。これらは、実運用時の適切な設計、十分な習熟期間、関係者との協議・連携等を十分に行うことでの解決が見込まれる。

（課題・改善要望）

（想定される対応策）

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| ■ スポット後方なども検知したい | → カメラの設置位置・画角・解像度等の設計・調整 |
| ■ カメラは全スポットに必要 | → 適切なカメラ導入台数の設計 |
| ■ 旅客搭乗状況も把握したい | → PBB内含めたカメラ位置の設計、旅客搭乗のAI映像解析追加等 |
| ■ POBTは高い精度が必要 | → 各種他システムと情報連携したうえでのAI学習期間の確保 |
| ■ 自社システムとも連携したい | → 各種他システムとの連携協議・設計・実装 |
| ■ 他社分も含めてモニターしたい | → 空港内関係者協議により有効な活用方策検討 |

- 今後は本実証調査結果を参考に、空港ごとに関係者と連携した導入検討が期待される
- 導入検討にあたってはカメラの台数・配置・検知範囲や、運用改善への活用、他システムとデータ連携した利用高度化などの検討・調整が望まれる
- こうした対応策を実現することにより、グラハン作業の更なる効率化や作業・待機時間短縮、時間信頼性の向上、安全性向上といった各種効果の拡大が期待され、更に空港運用全体の最適化の仕組み導入やそこへの可視化システムの組み込みにより、空港運用全体の効率性向上・最適化、それらを通じた空港処理容量拡大、航空機の地上走行・待機時間短縮等を通じた燃料コスト削減、CO2排出量削減などの幅広い効果が期待される

■ 今後の導入検討に向けて検討課題の例

カメラ設置	● 既設カメラの活用可否確認 ● 屋外設置の場合、熱対策 ● 屋内設置の場合、反射問題対策 ● 通信速度の確保、有線接続 ● 無線接続の場合、通信速度対策	運用	● AI学習期間の確保(1スポット当たり100ターンアラウンド以上) ● 運用者の十分な習熟期間の確保 ● 可視化システム活用を前提とした運用業務フローの改善・見直し
カメラ配置	● 全スポットへのカメラ設置 ● 画角調整 ● 旅客搭乗橋内へのカメラの設置	高度化	● 他の外部システムからのデータ連携によるPOBT予測精度の向上 ■ 例:ACDM、AODB、SWIM、旅客搭載状況、貨物搭載状況、天候など
検知範囲	● 機体後方の接続/離脱検知 ● 旅客搭乗状況検知 ● 貨物搭載状況検知 など	アクション 運用改善	● 空港スポット管理業務への活用 ● グラハン作業の標準作業工程の見直しへの活用 ● 飛行場管制への活用、TSAT運用への活用 ● 空港内関係者間でのリアルタイムの情報共有(他社利用時のPOBT、作業進捗率など) ● 他の空港関係者間とのリアルタイムの情報共有