

NEDO 懸賞金活用型プログラム／空港グランドハンドリング作業の生産性向上に向けた技術開発(手荷物積付)

NEDO Challenge, Baggage-Loading Robot ～空港の未開拓領域に挑め～

公募要領(懸賞広告)

別紙 2 コンテスト 2 補足資料【予告資料】

※本資料は予告資料であり、記載内容は今後発出する懸賞広告において変更・確定されます。

目次

はじめに	1
1. 開発物の全体イメージ	2
1.1 開発物の全体イメージ	2
1.2 スクリーニングステージの実施イメージ	3
1.3 成果審査ステージの実施イメージ	4
2. 対象とする手荷物、コンテナ	5
3. 開発物が備えるべき機能等	6
4. 追加要件	8
5. システム以外の審査対象物について	8
6. 問合せ先	9

はじめに

別紙 2 では、コンテスト 2 で開発いただく、「積付アルゴリズム」の開発物の内容や要件等を解説します。

コンテスト 2 では、公募要領にあるとおり、公募後、スクリーニングと成果審査のステップを踏んで、懸賞金受賞者を選定します。それぞれのステップでは以下の開発物、書類等の審査を予定しています。

スクリーニングと成果審査の実施概要(コンテスト 2)

	スクリーニング	成果審査
実施時期	2026 年 6 月～2026 年 10 月(予定)	2026 年 12 月～2027 年 1 月(予定)
申請・提案書類 提出〆切	2026 年 6 月～2026 年 10 月(予定) (SIGNATE プラットフォーム※の一般 公開期間)	2026 年 11 月(予定)
実施内容	SIGNATE プラットフォームを利用した バーチャル審査	SIGNATE プラットフォームを利用した バーチャル審査、実地審査、書面審 査
対象審査物	開発物(アルゴリズム)(本資料 1～4 章参照)	開発物(アルゴリズム)(本資料 1～4 章参照) 提案書(開発成果報告書)(本資料 5 章参照)

本資料は以下のとおり、必要な開発物、提案書等の内容、要件等をまとめたものです。

1 章では、開発物の全体イメージと、スクリーニング、成果審査における審査方法について解説します。

2 章では、開発物が積付の対象とする手荷物、航空コンテナ(以降、コンテナ)について解説します。

3 章では、開発物が備えるべき機能等について解説し、4 章では性能要件等の追加要件について説明します。

5 章では、成果審査において提出を求める提案書類について解説します。

2～4 章で提示する開発物の機能・要件等については、実地審査用の開発物の内容に極力反映するとともに、審査用の開発物で実現できない項目(本資料で審査用の開発物に実装を求めているが今後の実導入時に実現を頂きたいとした項目等)については 5 章の開発成果報告書の中で、その実現方法等を記載ください。

本資料の記載内容をよく読んで、開発にあたってください。

※「SIGNATE プラットフォーム」は、株式会社 SIGNATE が運営する国内最大級のコンペティション・プラットフォームです。同プラットフォームはこれまで経済産業省、防衛装備庁を始め多くのコンペティション実施の実績があります。(https://user.competition.signate.jp/ja)

1. 開発物の全体イメージ

開発物の全体イメージ(実地審査の実施イメージを含む)を以下に示す。スクリーニングへの参加者は、事務局の用意するプラットフォーム(SIGNATE プラットフォーム)上でリアルタイムのコンテスト形式でアルゴリズム開発を実施し、上位通過者 10 者程度が、更なる開発期間を経て審査用アルゴリズムを提出し、最終審査を受ける。(※審査の詳細は今後変更することがある。)

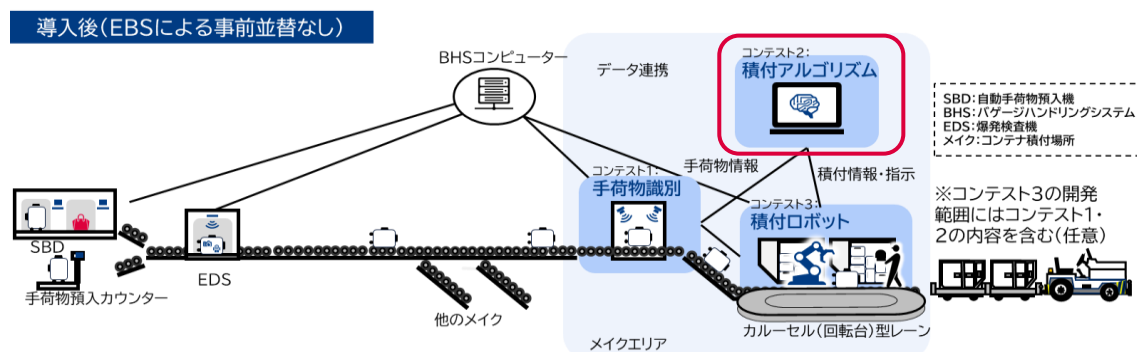
1.1 開発物の全体イメージ

コンテスト 2 では、手荷物情報に基づき積込みロボットに積付順、積付位置を指示する「積付アルゴリズム」の開発を行う。

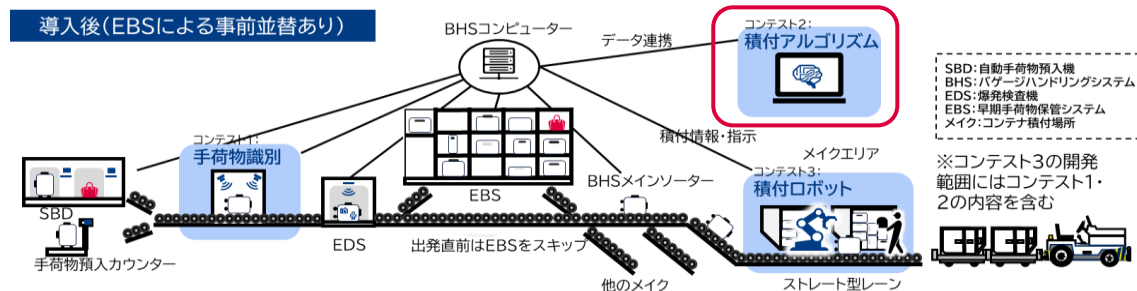
具体的には、コンテスト 1 で開発される手荷物識別装置で取得される手荷物の種別、寸法データをもとに、一つないし複数のコンテナへの最適な積付順と積付位置の計算を実施し、コンテスト 3 で開発される積付ロボットに結果を出力できるアルゴリズムを開発する。手荷物の積付時間は限られ、また状況に応じた再計算等も必要となるため、アルゴリズムによる計算も迅速に行う必要がある。

コンテスト 3 における積付ロボットの実装方法はいくつものパターンが想定されるため、コンテスト 2 では 1 コンテナへの積付、複数コンテナへの積付、途中まで積込みの終わったコンテナへの再積付など、アルゴリズムの基本的な性能を重視しつつ、フレキシビリティのあるアルゴリズムが開発されることを期待する。(具体的な要件は 2 章以降参照のこと。)

i)EBS¹による事前並替を行わない場合の実装イメージ(例)

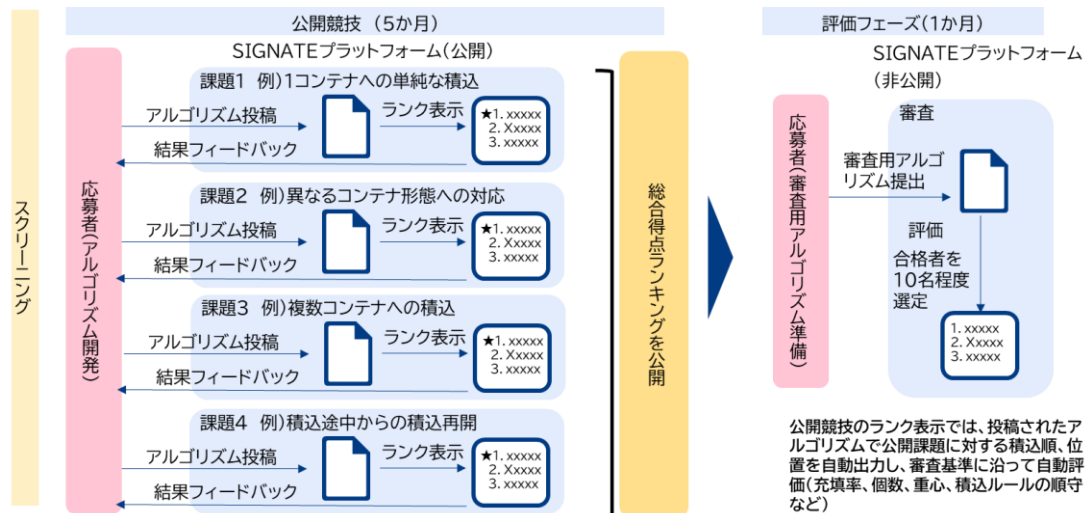


ii)EBS による事前並替を行う場合の実装イメージ(例)



¹ 早期手荷物保管システム: 空港の早期預入手荷物の保管や指示順による掃き出し等を行う自動システム

1.2 スクリーニングステージの実施イメージ



- 公開競技は、SIGNATE 公開プラットフォーム上で 5 か月間程度実施(難易度の異なる複数課題を用意)
- 公開競技期間終了後、改めて参加者に審査用アルゴリズムを提出依頼し、提出されたアルゴリズムについて、非公開で複数条件での計算を実施し、スクリーニング評価を実施 (最終的に 10 者を選定予定)

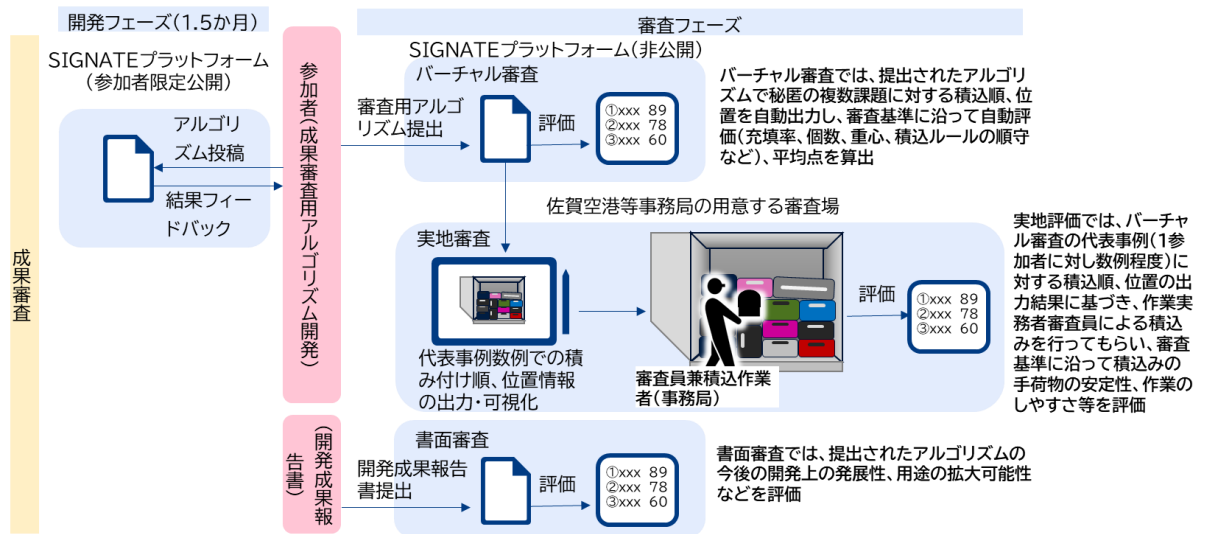
参加者開発物

種別	概要	備考
アルゴリズム	手荷物情報、コンテナ情報に基づいて、SIGNATE プラットフォーム上で「3. 開発物が備えるべき機能等」で示す積付計算・積付指示が可能な計算アルゴリズム(ソースコード)(Python を予定している。)	言語、演算環境、ファイル提出形式等は SIGNATE プラットフォーム上での指示に従うこと

事務局が用意するもの(バーチャル審査)

種別	概要	備考
SIGNATE プラットフォーム	ウェブサイト上で、参加者の開発したソースコードの投稿を受け、自動で演算した結果に基づき、アルゴリズムの評価が可能な仮想プラットフォーム	本コンテスト専用のウェブサイトを公開、暫定順位等を掲載予定

1.3 成果審査ステージの実施イメージ



- 成果審査はスクリーニングを通過した参加者(懸賞金候補者)に改めて成果審査用のアルゴリズムと開発成果報告書等を提出いただき、SIGNATE プラットフォームを活用したバーチャル審査、作業実務者による実地審査、書面審査による総合評価を実施する。
- 実地審査は佐賀空港等の試験ライン等の利用を想定する。(参加者は出席義務なし)

参加者開発物

種別	概要	備考
アルゴリズム	スクリーニングステージと同様	

事務局が用意するもの(バーチャル審査、実地審査)

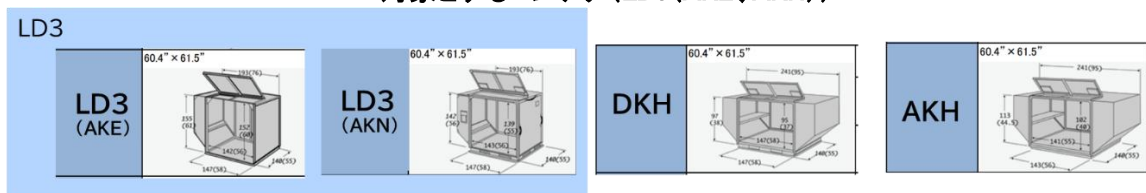
種別	概要	備考
SIGNATE プラットフォーム	スクリーニングステージと同様	非公開で審査を実施予定
実地審査環境	事務局が審査場を用意し、参加者のアルゴリズムにより仮想プラットフォーム上で生成された積付順に沿って、空港で実際に積付作業をしている作業者が実物のコンテナへの積付を実施する。	佐賀空港等で実施予定

2. 対象とする手荷物、コンテナ

アルゴリズムは、成果審査の段階では、以下に示された手荷物、コンテナに対応可能とすること。これらのうち、スクリーニングステージにおける各課題で対応が必要な要件については、別途コンテスト開催時に提示する。

(1) 対象とする手荷物	別紙1のコンテスト1の対象手荷物と同等。	必須
(2) コンテナ形式	航空機手荷物用コンテナのうち、本コンテスト内では LD3 の代表的形式である AKE ないし AKN の積付に対応すること。なお、対象とするコンテナの概要は以下のとおりである。通常 1 台のコンテナには 40 個程度の手荷物が搭載される。	必須
(3) コンテナ台数	複数コンテナの一体的な積付(コンテスト2ではコンテナ2台)に対応すること。	必須
(4) コンテナの使い分け	複数コンテナケースにおいて、手荷物を均等に積むのか、可能な限り一部のコンテナに集中的に積むのか、ファーストクラスや乗継便等の優先積付手荷物をどのコンテナに対して積み付けるかなどの指示に対応可能とすること。	必須

対象とするコンテナ (LD3 (AKE、AKN))



出所: ANA Cargo HP <https://www.anacargo.jp/ja/int/specification/pdf/index/container.pdf>

- 本コンテストでは、最も一般的な LD3 コンテナの代表的形式である AKE、AKN タイプを対象とする。外寸は統一されているが、内寸は形式、個体によっても異なるので、そうした差異に対応できる提案をすること。

3. 開発物が備えるべき機能等

成果審査時に開発物が備えるべき機能等を以下に示す。各機能要件については、開発物及び開発成果報告書でその適合性を示すこと。これらのうち、スクリーニングステージにおける各課題で対応が必要な要件については、別途コンテスト開催時に提示する。

(1) 手荷物情報の受取り	積込審査に必要な手荷物の手荷物種類、寸法情報、優先手荷物情報を事務局の指定する形式(コンテストでは CSV 形式を予定)の入力データとして受け取り可能なこと。なお、手荷物情報には、手荷物の直方体近似モデルによる外寸データ、重量データ、手荷物分類(ハード、変形ハード、ソフト(変形なし)、ソフト(変形有り))、優先手荷物対象の有無を含む。	必須
	なお、独自の直方体モデル以外のモデル化にも対応可能であれば書面審査において評価する。(バーチャル審査、実地審査の対象とはしない。)	任意
(2) コンテナ情報の受取り	積込審査に必要なコンテナの種別情報、寸法情報を事務局の指定する形式の入力データとして受け取り可能なこと。データ形式は事務局の指定する形式(コンテストでは CSV 形式、将来実装時には Baggage Source Message (BSM)形式等を予定)とする。なお、コンテナ情報には、コンテナ内側の利用空間の立体形状データ(扉からの距離や上方に確保すべき空間距離等の情報)を含む。	必須
(3) 積付計算	受け取った手荷物情報、コンテナ情報をもとに、各手荷物の最適な積付順、積付位置を計算すること。なお、積付計算の方法は開発者の判断で採用する技術を決め開発すること。機械学習等の場合は、必要な学習は開発者自ら審査前に実施すること。 計算対象とする手荷物、コンテナの組み合わせは、コンテスト過程において、仮想プラットフォーム上での課題として提供し、参加者はそれぞれの課題において最適な積付を実現するアルゴリズムを開発する。積付計算においては、(場合により複数台の)コンテナに積み付ける手荷物を一旦 EBS(早期手荷物保管システム)(公募要領 P.3 参照)に収納しアルゴリズムの計算した順番で送り出して指定のコンテナ積付位置に順次積み付けることや、メイクエリアでの小規模なストレージ等を利用した積付順序の変更調整などを想定する。 なお、積付順、積付位置計算にあたっては、可能な限り、以下の実現をはかるものとする。(以下の項目それぞれについて、審査時に評価を行う。) ① 荷崩れにくい安定性のある積付の実現 荷崩れの防止は、手荷物の破損防止や効率的な作業実現のために重要である。重い荷物を全体的な積付位置の中で下側に配置した低重心配置とすること、荷物どうしの隙間を少なくして積付後の荷物の移動を少なくなること、手荷物が大きく下段の手荷物から飛び出したり斜めになったりして積付後に荷崩れがしやすくなならないような配置とすることなどに配慮した積付を可能とすること。 ② 充填率(1 台の有効コンテナ容積に占める搭載手荷物の容量比率) それぞれの便で求められる充填率は、貨物室・コンテナ容量と手荷物量の関係で異なるため、充填率を 10%単位で指定できるようにすること。手荷物量が多い場合の対応可能性を増やすために、求められれば高い充填率を実現できることが必要である。人手による搭載では、9 割前後の充填率が可能と言われており、積付計算においてもできるだけこれに近い高い充填率を可能とすること。 ※充填率の定義、実際のコンペティションにおいて実現して頂きたい事項についてはさらに検討のうえ、正式な懸賞広告において示す予定です。 ③ 手荷物の変形等を防ぐ積込みへの対応 布などのソフト手荷物については、金属、プラスチックなどの材質の手荷物に比べ、積み重ね等の圧力による変形、破損等の発生が予想されるため、ハード手荷物の上に下敷きにならないように配置をすることが求められる。このため、重い／硬い手荷物については、軽い／やわらかい手荷物の上に配置する機能を有すること。 ④ 優先手荷物等の対応	必須

	ファーストクラスや乗継便の手荷物は、空港到着時等に早く取り出せるように、一般手荷物より上側に配置されることが求められる。このため、優先手荷物と指定された手荷物については、必要があれば一般手荷物の上側に配置する機能を有すること。 ⑤ 積付作業性がよい積付配置の指示 アルゴリズムによる計算は、ロボットによる積付を前提としており、想定されるアーム型ロボットなどによる積込みが可能なよう、手荷物積込み位置に対して前方(手前側)や上側に積込みのための空間が確保されている必要がある。手前に大きな手荷物を置いて、その陰に積込みを求める場合、積込みが実現できない可能性がある。こうした状況を考慮して、積込み作業が実現可能な積付順・積付位置が指示できるアルゴリズムを開発すること。なお、コンテストにおける積付に必要な空間は、荷物の積付位置に対して前方側(ロボット部分の通過する手前側)にコンテナ外まで直線的に荷物が通過できる空間＋上方・側方に事務局の指示する余裕(例えば10cm、左 5cm、右 5cm とする。)を確保することとし、それぞれ個別に設定できることとする。上記空間を通過後に、手荷物を落とし込むような指示は極力発生させないこと。 ⑥ コンテナ複数台に対する積付の実現 国内線でよく使われる機材では、手荷物コンテナとして LD3 型 6 台を積みつけるケースが標準的である。上記のような積付指示の計算において、6 台までの指定数の複数コンテナの一体的な積付(コンテスト 2 ではコンテナ 2 台)に対応すること。積付においては、2. (4)コンテナの使い分けで示した、複数コンテナケースにおいて、手荷物を均等に積むのか可能な限り一部のコンテナに集中的に積むのか指定の充填率まで積付後は次のコンテナに積むのか、優先積付手荷物をどのコンテナに対して実施するか積み付けるかなどの指示に対応可能とすること。 ⑦ 手荷物の到着順積付への対応 積付計算は、基本的には上記のように EBS やメイクエリアにおいて荷物の積付順を変更しつつ、①～⑥を最大限に満たすような積付位置を実現するが、状況により EBS が利用できない場合や、飛行機の出発間際等においては、手荷物を預かり順に積みつけていくような事態も想定される。手荷物を到着順に搭載できるよう、最適な積付位置のみを計算する、到着順計算にも対応可能とすること ⑧ 並び替え対象範囲の考慮 並び替えの対象となる手荷物の数は、空港の設備に応じて、EBS 設備での並び替えの場合にはコンテナ数台分(1 台当たり 40 個程度)、メイクエリアでの並び替えの場合には少数(数個～コンテナ 1 台分程度)とかなり幅がある。これらの並び替え対象となる手荷物数の多様性に対応できるアルゴリズムを開発すること。	
(4) 搬送順・積付位置指示	上記で計算した各手荷物の積付順、積付位置を出力データとして出力すること。コンテストにおける積付順・積付位置の出力形式は事務局から指示する形式(コンテストでは CSV 形式、将来実装時には Baggage Source Message (BSM)形式等を予定)とする。積付順、積付位置の出力データとしては、事務局の提供する手荷物データの手荷物番号毎の手荷物種類、優先手荷物情報、積付順情報、積付位置座標データ(コンテナ空間内に配置された原点からの 3 軸上での直方体表現された手荷物提供データの原点の位置座標と、3 次元の回転角度の情報)とする。	必須
(5) 再計算	ロボットによる積付が途中で中断した事態等に対応するため、手荷物積付が途中で終了した段階で、改めて対象手荷物を指定して再積付計算を行う機能を備えること。このため、途中段階まで積付の済んだ手荷物の位置データとそれ以降に積み込むべき手荷物のデータ等を読み込む機能を備えること。 また、上記(3)⑥のコンテナ複数台に対する積付においては、積込み過程において、積付対象となる手荷物が刻一刻と変化することが想定されるため、複数台に対して分散して積込みを開始し、積込み途中で積込みが終わっていないコンテナを対象に再計算を実施する等への柔軟な対応を可能とすること。	必須
(6) アルゴリズムの動作環境	アルゴリズムの動作環境は、SIGNATE プラットフォーム上とし、詳細はコンテスト開催時に指定する。	—

4. 追加要件

開発物が備えるべき機能以外の要件について以下に示す。これらの要件については、開発物及び開発成果報告書でその適合性を示すこと。

(1) 性能要件	i) 処理性能 複数コンテナ積付の一括計算、単一コンテナでの積付途中からの再計算、順次積付それぞれの計算時間について、自動積付全体のプロセスに影響が無いよう、迅速な計算性能を確保すること。計算時間は短いほど良いが、目安として各計算とも、最大 3 分(通常の高性能 PC ないしワークステーションを利用の場合)程度以内の性能を確保すること。	必須
(2) 信頼性・メンテナンス性	計算途上でプログラムに起因する計算停止等が起こらないよう配慮すること。	必須
	実導入を想定して各運用現場におけるコンテナ運用や、取扱手荷物の特長に併せたファインチューニング等への対応可能性や対応方針、方法、必要な期間等を示すこと。	必須
(3) 作業性	入出力データファイルの選択、同時積付コンテナ台数、優先手荷物の積込順指示等が簡単に指示できる操作方法を用意すること。	必須
(4) 拡張性	作成するアルゴリズムについては、コンテスト後の機能拡張や性能向上に向け、わかりやすいコード記述とするとともに、拡張性に配慮した構造とする。機能向上にあたり、機械学習等による再学習が必要な場合は、どの程度のサンプル数の学習が必要なのかを提案すること。	必須

5. システム以外の審査対象物について

システム以外の審査対象物について以下に示す。開発成果報告書については成果審査に向けた応募時(成果の提出時)に提出すること。

(1) 開発成果報告書(成果審査応募時)	成果審査時には、開発物と合わせて開発物の概要説明や、機能要件・追加要件への対応状況等について取りまとめた開発成果報告書を提出すること。 ○開発成果報告構成 a. 成果物の開発方針 b. 開発物の概要(アルゴリズム構成、主要な開発技術、主要スペック等) c. 開発物が備えるべき機能、追加要件への対応方針、対応状況(個別項目ごと)※現段階で開発物が満たしていない機能・性能、今後開発対応予定の機能・性能等があれば対応方針も含め明記すること。 d. 今回コンテストでのコンテスト 3 参加者への協力可能性 e. 将来の性能・機能向上、機能拡張(多様な形状モデルへの対応や対象手荷物が追加されていく場合の継続的再計算の提案等)、他分野への技術転用可能性等 f. これまでの類似の技術開発実績、保有実績等(可能であればその動作状況等を示す動画等の資料を添付)(参考)
----------------------	--

6. 問合せ先

本補足資料の掲載の要件等に変更になる可能性がある。重要な変更については、コンテストの申請者・応募者に通知する。コンテスト期間中に、仕様について不明な点が生じた場合は、随時コンテスト運営事務局に問い合わせること。

問合せ先 : NEDO Challenge: 空港グラハン運営事務局(株式会社三菱総合研究所)

電子メール : knowledge-prize-gh@ml.mri.co.jp