

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 2-2 コンテスト 2 補足資料

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	9
5. システム以外の審査対象物について	10
6. 問合せ先	11

はじめに

別紙 2-2 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 7 月 7 日(火)～2026 年 10 月 19 日(月)	2026 年 12 月～2027 年 1 月(予定) ※表彰式は 2027 年 2 月(予定)
申請・提案書類提出〆切	2026 年 7 月 7 日(火)～2026 年 10 月 19 日(月) (SIGNATE プラットフォーム※の公開競技期間)	2026 年 12 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、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、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、その実現方法等をご記載ください。

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、成果審査を受ける。(※審査の詳細は今後変更することがある。)

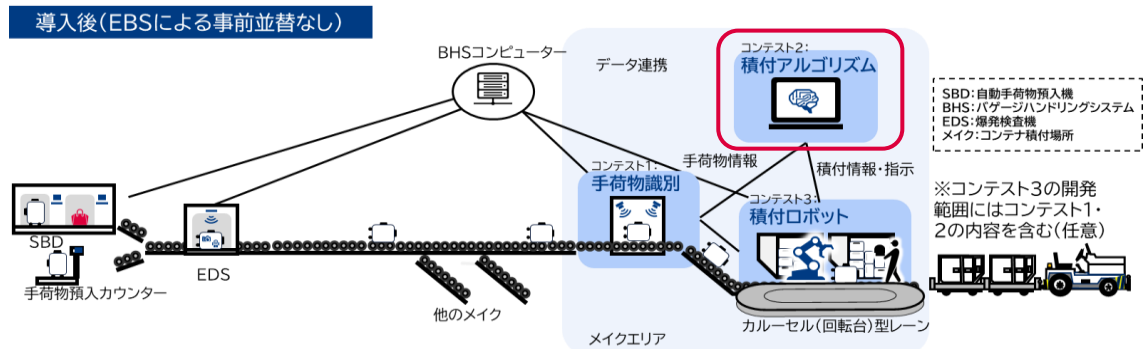
1.1 開発物の全体イメージ

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

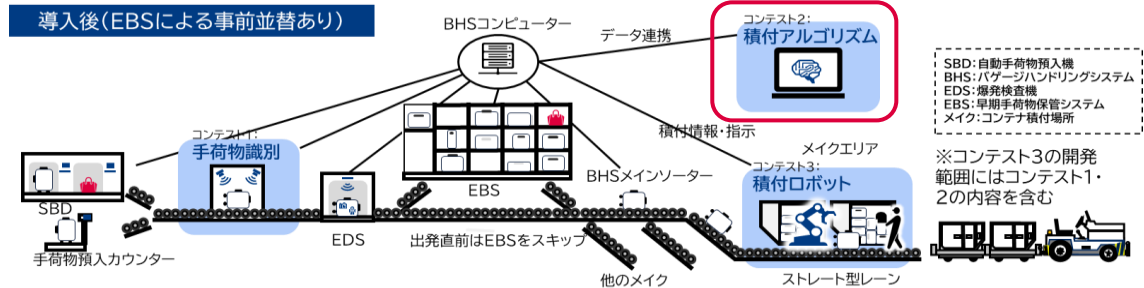
具体的には、コンテスト 1 で開発される手荷物識別装置で取得される手荷物の種別、寸法データをもとに、一つないし複数のコンテナへの最適な積付順と積付位置の計算を実施し、コンテスト 3 で開発される積付ロボットに結果を出力できるアルゴリズムを開発する。手荷物の積付時間は限られ、また状況に応じた再計算等も必要となるため、アルゴリズムによる計算も迅速に行う必要がある。

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、途中まで積付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)

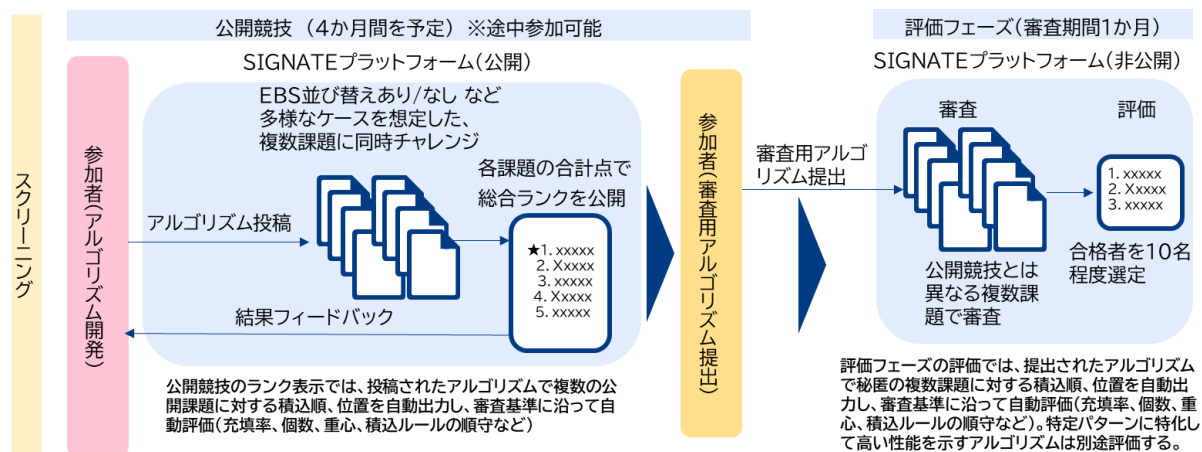


ii) EBSによる事前並替を行う場合の実装イメージ(例)



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 プラットフォーム上で 4 か月間程度実施(難易度の異なる複数課題を用意)
- 公開競技期間終了時、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、スクリーニングを実施 (最終的に 10 者程度を選定予定)

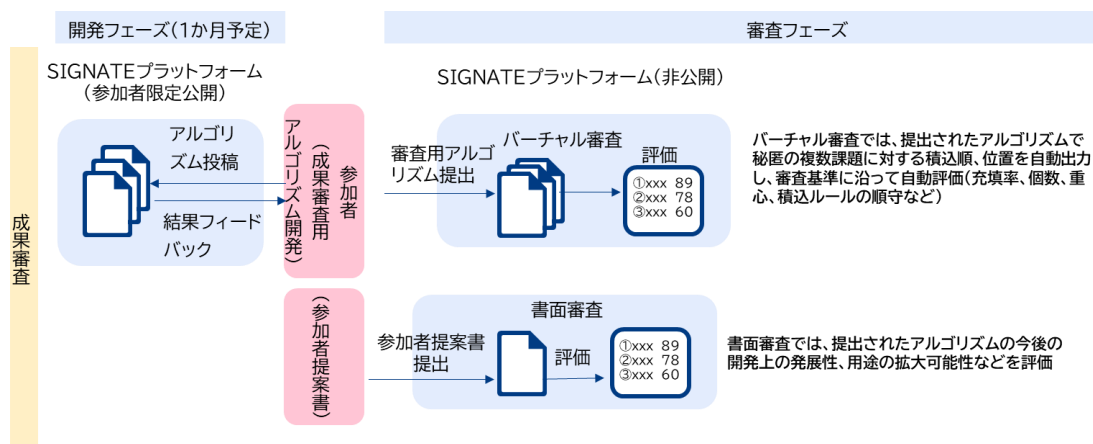
参加者開発物

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、書面審査による総合評価を実施する。

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)

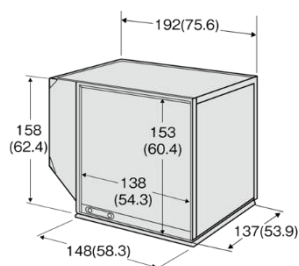
種別	概要	備考
SIGNATEプラットフォーム	スクリーニングステージと同様	非公開で審査を実施予定

2. 対象とする手荷物、コンテナ

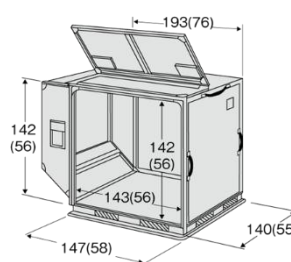
アルゴリズムは、成果審査の段階では、以下に示された手荷物、コンテナに対応可能とすること。これらのうち、スクリーニングステージにおける各課題で対応が必要な要件については、別途コンテスト開催時に提示する。

(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))



AKE (LD-3) LIGHT WEIGHT TYPE



AKN (LD-3F) GOH

出所：ANA Cargo HP https://www.anacargo.jp/ja/int/specification/cm_container.html

上記のコンテナサイズは参考イメージです。コンテストで使用する実際のコンテナのサイズや仕様の詳細は、SIGNATE プラットフォーム上で課題ごとに提供されます。

- 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	成果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、手荷物種類(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。(バーチャル審査の対象とはしない。)	任意
(2)コンテナ情報の受取り	成果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 形式を予定、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)積付計算アルゴリズムが備えるべき機能(前提条件)	<p>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。</p> <p>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、SIGNATE 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。</p> <p>【積付計算アルゴリズムが備えるべき機能(前提条件)】 積付順、積付位置計算にあたっては、必ず以下の実現をはかるものとする。 ※審査時に、下記機能に対応できない場合は、プログラムエラーの発生、または対応する課題の積付品質の評価(4)参照)について大幅な減点となる。</p> <p>① コンテナ複数台に対する積付の実現 空港の積付現場では、複数コンテナを対象とした一体的な積付が行われている。また国内線に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り、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積み付けるかなどの指示に対応可能とすること。</p> <p>② 手荷物の到着順積付への対応 空港の積付現場では、手荷物の到着順に従い、並べ替えを行わずに各手荷物をその場で積み付ける運用が発生する。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、(4)①～④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。</p> <p>③ 再計算</p>	必須

	<p>ロボットによる積付が途中で中断する事態等を想定する必要がある。これらに対応するため、手荷物積付が途中まで終了した段階で、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)①のコンテナ複数台に対する積付においては、積付過程において、複数台に対して分散して積付を開始し、積付途中で積付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。</p> <p>④ 並び替え対象範囲の考慮 空港設備に応じて並び替え対象となる手荷物数は変動するため、本アルゴリズムはこれらに対応する必要がある。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。</p>	
<p>(4) 計算結果(積付順と積付位置)が満たすべき条件(制約条件)と品質評価</p>	<p>積付計算の実施にあたっては、以下のような積付品質の実現を図ること。 <u>※以下の項目それぞれについて、審査時に課題毎に積付品質の実現度合を評価し、その総合点でアルゴリズムを評価する。</u></p> <p>① 荷崩れし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る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。</p> <p>② 充填率(指定された数のコンテナの有効コンテナ容積の合計に対し、それらのコンテナ内に積付できた手荷物の総体積の比率) 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り、通常は搭載便全体としてコンテナ容量が不足することはないが、手荷物量が多い場合の対応のため、求められれば高い充填率が実現できることが必要である。人手による搭載では、充填率 90%前後が実現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。また、実装時には、たとえば 2 つのコンテナのうちの一方の充填率が 70%以上となるように積み付ける、などの指示に対応できるようにすること。(コンテスト時には対応不要。) ※有効コンテナ容積:コンテナ内で手荷物の積付が可能な容積で、コンテナ容積から、上記扉からの距離、上方に確保すべき空間距離等を除いたものと定義する。 ※実務では受け付けた手荷物の全てをコンテナ内に収める必要があるが、コンテストでは、性能評価のためにコンテナ容積に対して手荷物量が過度に多い入力データを与える可能性があるため、指定された数のコンテナ内にアルゴリズムが積付できた手荷物の量を充填率で評価する。</p> <p>③ 手荷物の変形等を防ぐ積付への対応 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、ハード手荷物を、極力ソフト手荷物の上に配置しないような積付を行う機能を有すること。</p> <p>④ 優先手荷物等の対応 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、極力その上に一般手荷物を配置しないような積付を行う機能を有すること。</p> <p>【積付の制約条件】 積付順、積付位置計算にあたっては、以下の実現をはかるものとする。 ※審査時に、下記機能に対応できない場合は、対応する課題の積付品質の評価</p>	<p>必須</p>

	<p><u>(4)参照)について大幅な減点となる。</u></p> <p>⑤ 積付作業が可能な積付配置 手荷物を積み込む際は、既配置の手荷物と重複しない、かつ コンテナ内の配置可能な位置(からはみ出さない位置)に配置しなければならない。既配置の手荷物の上に斜めに次の手荷物を配置する事も可能であるが、配置によっては手荷物が滑り落ちて、大幅な減点になる可能性がある。 本アルゴリズムはロボットによる積付を前提とするため、ロボットアームが安全・確実に作業できる余裕幅を考慮する必要がある。具体的には、想定されるアーム型ロボットなどによる積付が可能となるよう、手荷物積付位置に対して前方(手前側)や上側に積付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、その陰に積付を求める場合、積付が実現できない可能性がある。こうした状況を考慮して、積付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、荷物の積付位置から上方に一定高さ(10cm 等)持ち上げた位置に向けて、コンテナ前方側(ロボット部分の通過する手前側)のコンテナ外から直線的に荷物が通過できる空間+上方及び下方・側方に事務局の指示する衝突判定の余裕幅(例えば上下2cm、左右 2cm とする。)を確保することとする(上記高さ・余裕幅はコンテスト課題の中で設定する)。上述の「積付に必要な空間」に既配置の手荷物がある場合は、積付時に衝突が起こり、正しい位置に積み付けられないため、その課題に対する継続積付は実行不可能と判断され、大幅な減点となる可能性がある。</p>	
(5) 搬送順・積付位置指示	<p>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 形式を予定、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。</p>	必須
(6) アルゴリズムの動作環境	<p>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。</p>	-

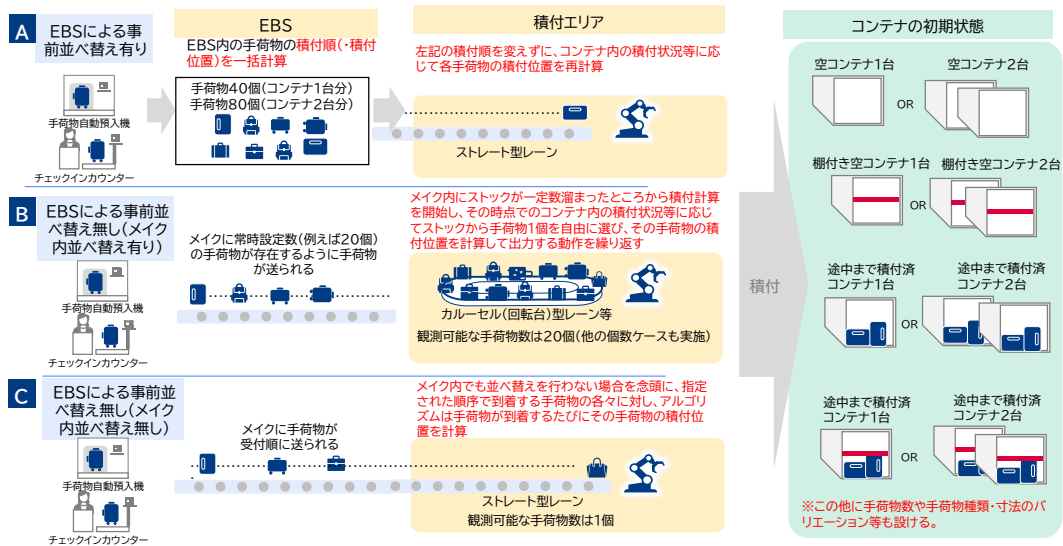
(参考)コンテストで与える課題イメージ

具体的なアルゴリズムの計算課題は、SIGNATE プラットフォーム上で提示するが、ここでは、出題される計算課題の概略イメージを示す。

1.1 で示したように、今回のコンテストの自動積付は、EBS による事前の並べ替えあり、なしなど多様な形での実装を想定している。コンテスト 2 では、これら多様な実装パターンに対応可能なアルゴリズムを開発いただくため、下記のような計算課題を設定する。

- ・課題 A では、EBS による事前並べ替え有りを前提に、EBS にコンテナ 1 台ないし 2 台分の手荷物が溜まったら、アルゴリズムで最適な積付順を算定し、積付エリアにおいてその積付順を変えずに、コンテナ内の積付状況等に応じて各手荷物の積付位置を再計算し、積付を実施する。
- ・課題 B では、EBS による事前並べ替えは無く、メイクにおいてカルーセルや小型立体倉庫を用いて並べ替えをすることを想定する。このため、アルゴリズムはメイク内にストックが一定数溜まったところから積付計算を開始し、その時点でのコンテナ内の積付状況等に応じてストックから手荷物 1 個を自由に選び、その手荷物の積付位置を計算して出力する動作を繰り返す(便宜上、手荷物が 1 個積み付けられる毎に、ストックに 1 個の手荷物が補充されると考える)。
- ・課題 C では、メイク内でも並べ替えを行わない場合を念頭に、指定された順序で到着する手荷物の各々に対し、アルゴリズムは手荷物が到着するたびにその手荷物の積付位置を計算する。
- ・それぞれの課題に対して、コンテナ台数や初期条件(空か途中からの積み増しか)、コンテナに対する手荷物数の設定等のバリエーションを設ける。
- ・コンテナに積付が行われるたびに、評価アルゴリズムはコンテナ内の最新の積付状況をアルゴリズムにフィードバックする。
- ・アルゴリズム開発にあたっては、課題 A、B、C に適用可能な、汎用性の高いアルゴリズムの開発を目指すことが望ましい

課題の設定イメージ



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 「3. 開発物が備えるべき機能等」で示した積付計算のケースに対して、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、EBS による事前並べ替えを想定するケースの初期積付順計算においては最大 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、現場での並べ替え・積付位置計算については 1 ステップ(1 手荷物)当たり最大 10 秒程度以内(同)の性能を確保すること。 <u>※審査時に、計算の過程で上記積付速度が実現できない場合は、その課題について大幅な減点となる。</u>	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。 <u>※審査時に計算が停止した場合は、その課題について大幅な減点となる。</u>	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	将来の実装時において、EBS 利用の有無、同時に積付を行うコンテナ台数、そのうち優先手荷物を積み付けるコンテナ等が積付作業者により簡単に指示できる操作方法を用意すること。審査時においては、上記指示の代わりに、SIGNATE プラットフォームの適切な入力データファイルを読み取り、同時積付コンテナ台数などの適切な計算条件を選択して、積み付け順等を適切な出力データファイルに出力できること。 <u>※審査時に計算が指示通り実施できない場合は、その課題について大幅な減点となる。</u>	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。提案書(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) 提案書(開発成果報告書)(成果審査応募時)	<p>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。</p> <p>○開発成果報告構成</p> <ol style="list-style-type: none"> 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、開発環境、開発方法、主要なパラメータ、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(多様な手荷物形状モデルへの対応等)、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

問合せ期間 : 2026年7月7日(火)から10月16日(金)