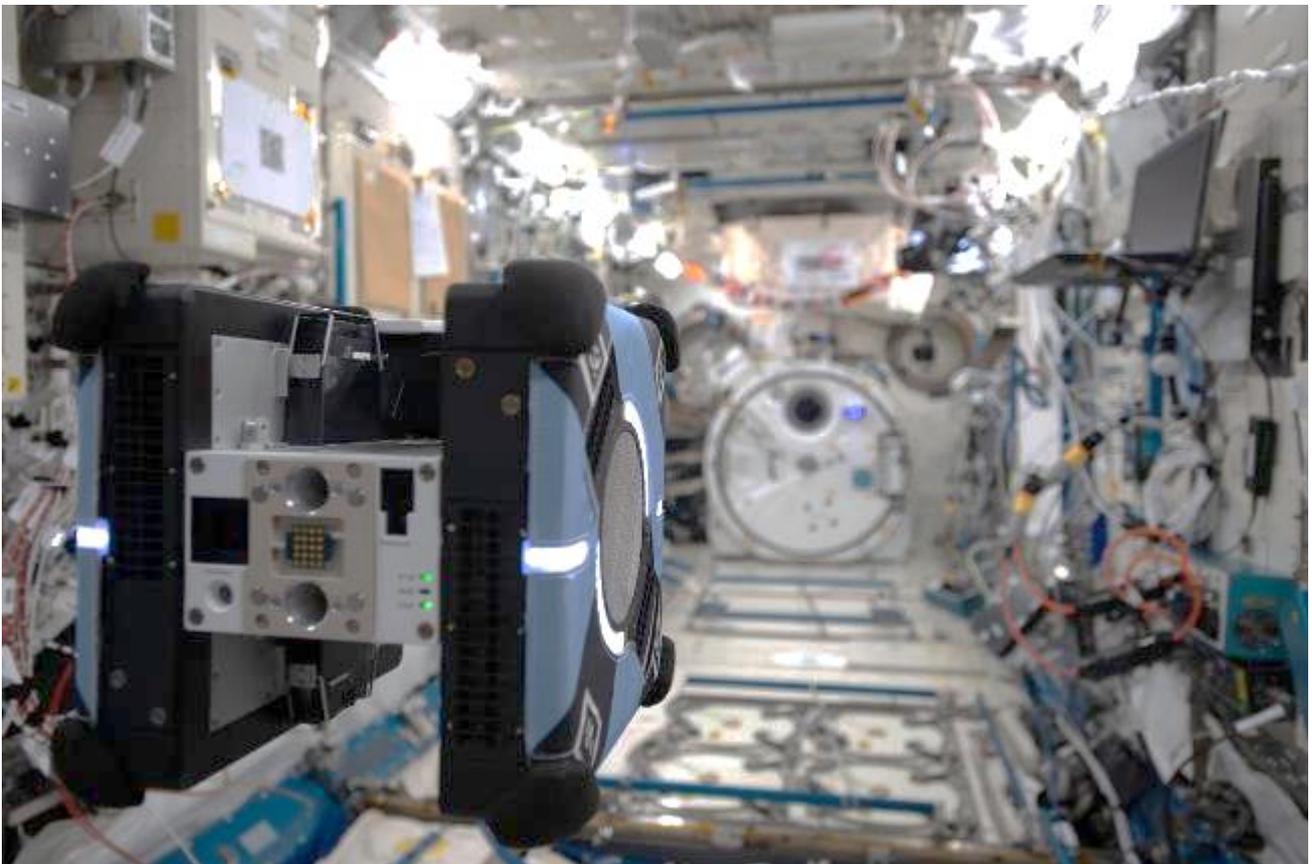


# 第 3 回「きぼう」ロボット プログラミング競技会 ルールブック



2.2 版(改訂日：2022 年 8 月 15 日)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

## 改訂履歴

改訂履歴 を以下に記載する

改定日	バージョン	段落	改訂場所
2022 年 4 月 5 日	1.0	全て	-
2022 年 4 月 28 日	1.1	図 2.2.4-1	QR コードの削除
2022 年 6 月 7 日	1.2	表 2.2.4-1	KOZ No.1 と No.2 が逆になっている誤記を修正
2022 年 7 月 15 日	2.0	4 章	全て
2022 年 8 月 2 日	2.1	4.1 項	Draft ソースコードの提出期限延長
2022 年 8 月 15 日	2.2	4.1 項	軌道上決勝プログラム提出期限の延長

# 目次

1. はじめに.....	1
2. 各国予選.....	2
2.1. 各国予選期間 .....	2
2.2. ゲームルール .....	3
2.2.1. ゲームの流れ .....	3
2.2.2. 前提条件 .....	4
2.2.3. オブジェクト .....	5
2.2.4. Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ) .....	6
2.2.5. 1APK あたり 10 回の自動実行 .....	7
2.2.6. 10 回の自動実行のうち、最も悪い結果で順位決定.....	8
2.3. スコアリング .....	9
2.3.1. 要素 .....	9
2.3.2. チームの得点評価方法 .....	11
2.4. 各国予選への参加 .....	13
2.4.1. 各国予選参加方法 .....	13
2.4.2. 各国予選用 APK の提出 .....	13
2.5. 各国予選イベントの方法.....	15
2.5.1. リアルイベント .....	15
2.5.2. バーチャルイベント .....	15
2.5.3. メール通知 .....	15
3. ボーナ斯拉ウンド.....	16
3.1. ボーナ斯拉ウンドへの参加条件 .....	16
3.2. 結果発表 .....	16
4. 軌道上決勝 .....	17
4.1. 軌道上決勝の準備 .....	17
4.2. ゲームルール .....	18
4.2.1. ゲームの流れ .....	18
4.2.2. 前提条件 .....	18
4.2.3. オブジェクト .....	19
4.2.4. ミッション完了報告 .....	19
4.2.5. Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ) .....	20
4.2.6. 1つの APK を 1 度だけ実行する.....	21
4.2.7. 制限時間は 6 分 .....	21
4.2.8. 軌道上決勝当日の APK オペレーション .....	21
4.2.9. 判定方法 .....	21
4.2.10. 軌道上決勝 Run 順 .....	22



4.3. スコアリング .....	24
4.3.1. 要素 .....	24
4.3.2. チームの得点評価方法 .....	24
4.4. 軌道上決勝への参加.....	24
4.5. イベント方法.....	28

# 1. はじめに

第 3 回「きぼう」ロボットプログラミングチャレンジ(以下、Kibo-RPC という。)の優勝を目指して、プログラム作成に挑戦してみましょう！

Kibo-RPC では、まず参加者全員が参加する各国/地域のシミュレータを使用した各国予選大会で、各国/地域の代表を決定します。各国予選大会では、JAXA の Web シミュレーション環境を使用し、各国予選までに開発された自身のプログラムで、他の参加者と競い合います。各国予選のゲーム内容はガイドブック 3 章をご参照下さい。各国予選は、国/地域で共通の採点方法やゲームルールに基づき行われます。各国予選は国/地域ごとに開催方法が異なるため、会場やスケジュールなどの詳細情報は各国/地域の POC から発表されます。本ガイドブックは、全参加者共通の一般的なルールを中心に解説するものです。

各国予選を勝ち抜いたチームは、軌道上決勝に参加することができます。軌道上決勝では、ISS の「きぼう」日本実験棟に設置された自由飛行ロボット「Astrobee」を使って、世界一を競い合います。本選のゲーム内容はガイドブック 4 章をご参照下さい。

## 2. 各国予選

### 2.1. 各国予選期間

各国予選は、各国予選期間中に全ての国/地域が実施します。各国/地域の各国予選情報は、Kibo-RPC 公式サイト( <https://jaxa.krpc.jp/> )に掲載されています。詳細は、各国/地域のPOC にお問い合わせ下さい。

注意：参加者は「Preliminary Round」タブから Web シミュレーションを実行することはできません。

「Preliminary Trial」タブは常に利用可能です。

APK 提出期間: 2022年6月13日から6月27日

各国予選期間: 2022年6月28日から7月12日

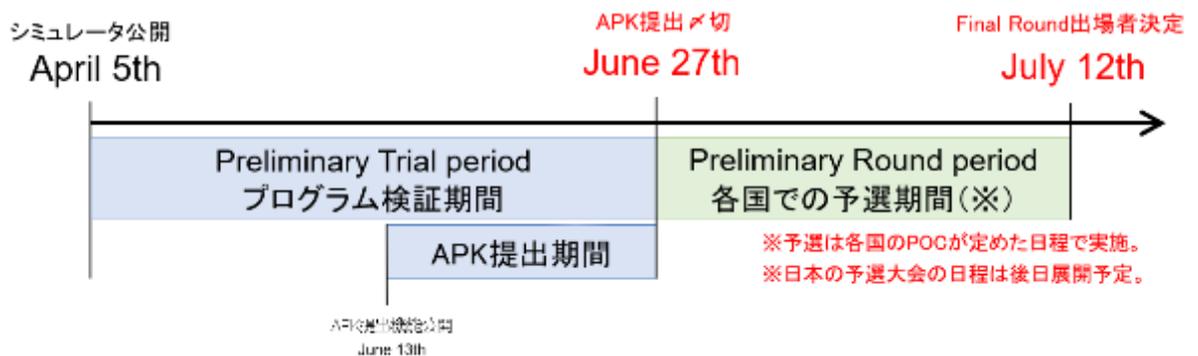


図 2.1-1 各国予選期間

## 2.2. ゲームルール

### 2.2.1. ゲームの流れ

全参加チームは、JAXA のシミュレーション環境を用いて、NASA の Astrobee を制御するために、以下のようなプログラムを作成する必要があります。

1. スタート位置から Astrobee を Point1 に移動させる。
2. 周囲の AR タグを利用して、Target1 の緑色の四角内のエリアにレーザを照射する。
3. 障害物に見立てた侵入禁止エリア(Keep Out Zone (KOZ)\*1)を避けながら、Astrobee を Point2 周辺に移動させる。
4. 周囲の AR タグを利用して位置補正をしつつ、Target2 中心にレーザ照射する。

※より良いターゲティングのために位置を微調整したい場合は、制限時間内に再試行するようにプログラムを作成してください。

5. KOZ を避け、Airlock 方向を向いたまま Astrobee を Goal に移動させる。\*2
6. Astrobee の機能を用いて、宇宙飛行士に ミッション完了を報告する。\*3\*4

\*1 Keep Out Zone とは、Astrobee が移動できない領域。Astrobee が Keep Out Zone に侵入しようすると、Astrobee の機能により移動要求が拒否され、移動することができません。

\*2 JAXA のシミュレーション環境では、Astrobee を後ろ向きではなく、前向きに移動させることができます。しかし、軌道上決勝では Astrobee の自己位置認識の精度がシミュレーション環境とは異なるため、自己位置推定の失敗リスクが高まります。(詳細はプログラミングマニュアルを参照)

\*3 制限時間は 6 分。(ミッション完了コマンドで終了し、宇宙飛行士への報告時間は含めません。)

\*4 ミッション完了報告は、JAXA が用意する API により行われ、JAXA のシミュレーション環境上では視覚的に表示されます。これは軌道上決勝とは異なる仕様です。

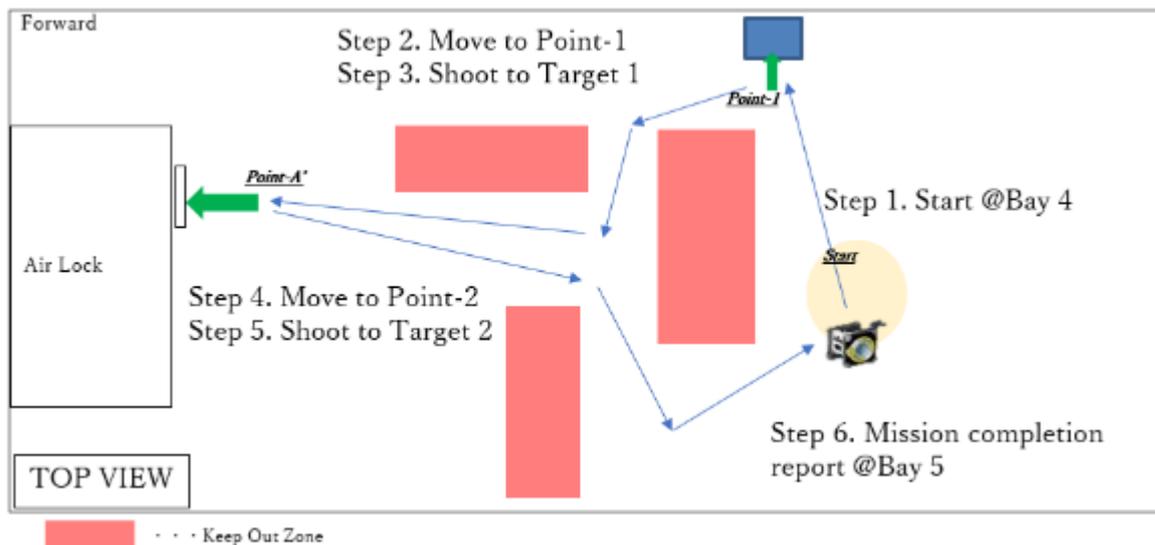


図 2.2.1-1 各国予選ゲーム概要

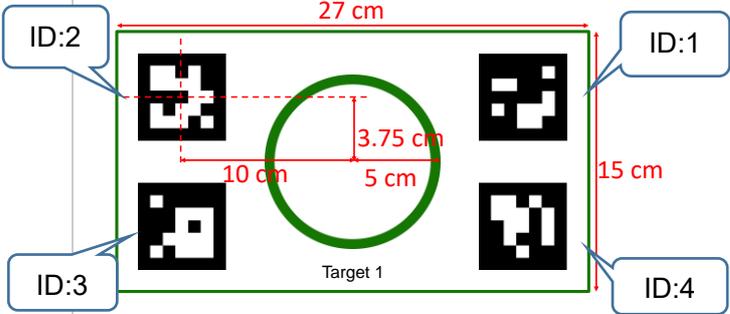
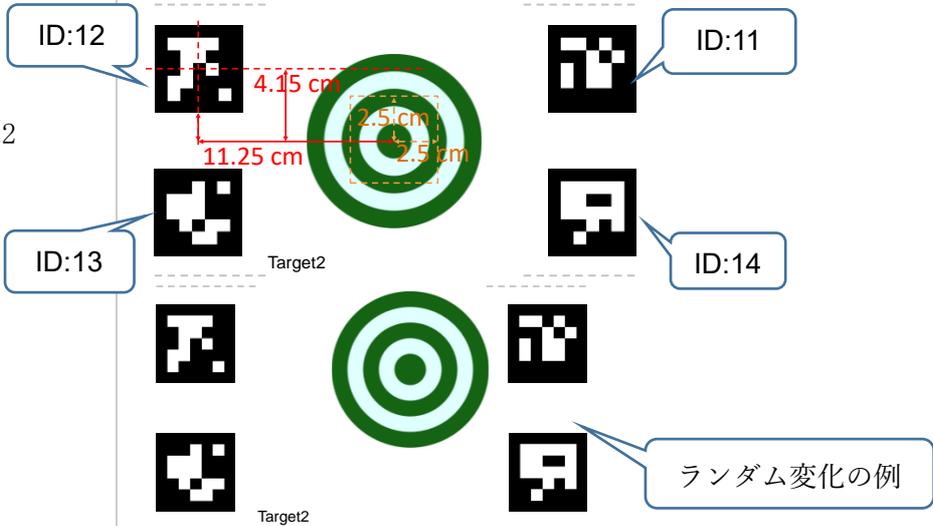
## 2.2.2. 前提条件

表 2.2.2-1 各国予選の前提条件

#	内容
1	スタート位置は以下の通り; Position (x, y, z) = (10.76150, -6.88490, 5.31647) Orientation (x, y, z, w) = (0, 0, -0.707, 0.707)
2	Point1 の位置は以下の通り; Position (x, y, z) = (10.71000, -7.70000, 4.48000) Orientation (x, y, z, w) = (0, 0.707, 0, 0.707) この位置に正確に移動する必要があります。
3	Target1 付近には AR タグが存在します。 Target1 と AR タグの相対距離は常に同じです。
4	Point2 の位置は以下の通り; Position (x, y, z) = (11.27460, -9.92284, 5.29881) Orientation (x, y, z, w) = (0, 0, -0.707, 0.707)
5	Target2 付近には AR タグが存在します。 Target2 は指定範囲内でランダムに位置が変化し、Target2 と AR タグの相対距離もランダムに変化します。
6	Goal の位置は以下の通り。 Position (x, y, z) = (11.27460, -7.89178, 4.96538) Orientation (x, y, z, w) = (0, 0, -0.707, 0.707)
7	AR タグ、ターゲットについては、2.2.3 オブジェクトをご参照下さい。
8	経路上には、障害物を模した KOZ(Keep-Out Zone)*が設定されます。この KOZ は前提条件として与えられます。詳細は、2.2.4 Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ) をご参照下さい。 <u>* Astrobee は KOZ 内を移動することはできません。</u>

## 2.2.3. オブジェクト

表 2.2.3-1 各国予選のオブジェクト

#	オブジェクト名	方法
1	Target1	<p>AR タグの大きさは 5cm 角で、Target1 の両脇に配置されています。 dictionary は "Aruco.DICT_5X5_250" を使用します。 Target1 の大きさは半径 5cm で、AR タグの中心と Target1 の中心との距離は、<math>( x ,  z ) = (10.00 \text{ cm}, 3.75 \text{ cm})</math> です。 AR タグの ID は、右上から反時計回りに 1、2、3、4 です。 * 「Target1」というテキストは軌道上決勝では表示されますが、シミュレータでは表示されません。 <u>*得点は、レーザの照射点が緑の四角の枠内に入っていれば基礎点を与え、緑の円内に命中していれば、追加点を与えます。</u></p> 
2	Target2	<p>AR タグの大きさは 5cm 角で、Target2 の両脇に配置されています。 dictionary は "Aruco.DICT_5X5_250" を使用します。 Target2 の大きさは半径 5cm で、Target2 の中心位置は図のように±2.5cm の範囲内でランダムに変化します。 AR タグの ID は、右上から反時計回りに 11、12、13、14 です。 * 「Target2」というテキストは軌道上決勝では表示されますが、シミュレータでは表示されません。</p> 

## 2.2.4. Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ)

Keep-In-Zone (KIZ) とは、Astrobee が移動できる範囲のことで、基本的には「きぼう」の壁面に沿って設定されています。これは Astrobee にあらかじめ設定されている境界線で、Astrobee の移動経路の目的地が KIZ の外にある場合は移動が拒否されます。つまり、KIZ の範囲内で Astrobee の各移動経路を設計する必要があります。

Keep-Out-Zone (KOZ) とは、KIZ 内に設定されており、「きぼう」日本実験棟内の障害物として、Kibo-RPC では使用されています。この KOZ を回避するように Astrobee の各移動経路を設計する必要があります。(図 2.2.4-1, 2.2.4-2, 2.2.4-3, 表 2.2.4-1)

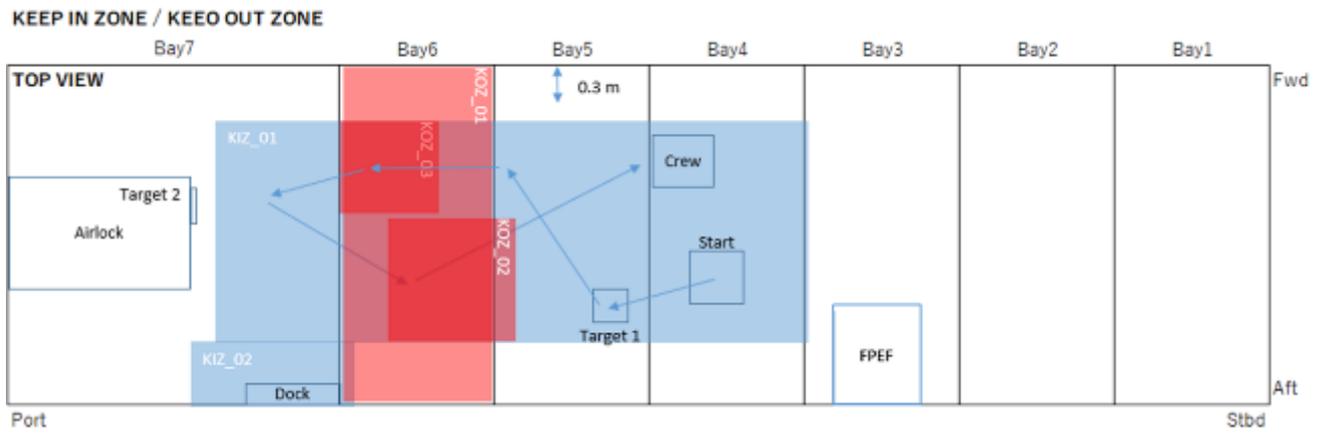


図 2.2.4-1 各国予選の KIZ と KOZ (Top View)

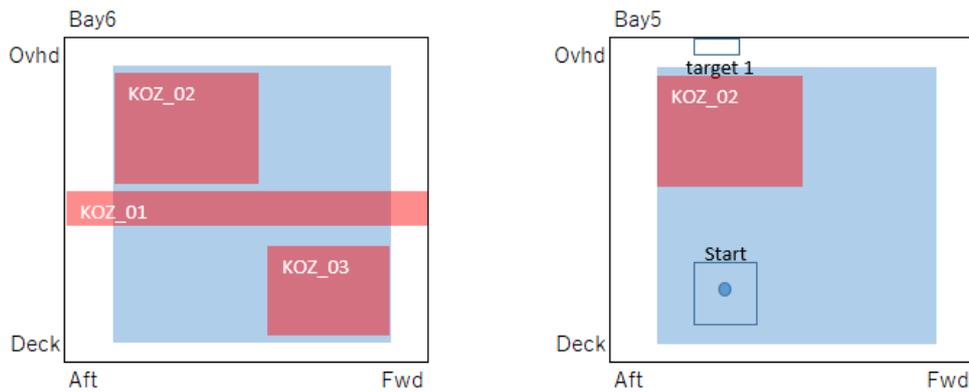


図 2.2.4-2 各国予選の KIZ と KOZ (Front View)

表 2.2.4-1 に KOZ と KIZ の座標を示します。座標の定義 ( $x_{min}$ ,  $y_{min}$ ,  $z_{min}$ ) と ( $x_{max}$ ,  $y_{max}$ ,  $z_{max}$ ) を図 2.2.4-3 に示します。

表 2.2.4-1 障害物の設置位置の座標

タイプ	No.	$x_{min}$	$y_{min}$	$z_{min}$	$x_{max}$	$y_{max}$	$z_{max}$
KOZ	01	9.8585	-9.4500	4.82063	12.0085	-8.5000	4.87063
	02	9.8673	-9.18813	3.81957	10.7673	-8.28813	4.81957
	03	11.1067	-9.44819	4.87385	12.0067	-8.89819	5.87385
KIZ	01	10.3	-10.2	4.32	11.55	-6.4	5.57
	02	9.5	-10.5	4.02	10.5	-9.6	4.8

\*座標軸の原点は「きぼう」の外側に設定されています。

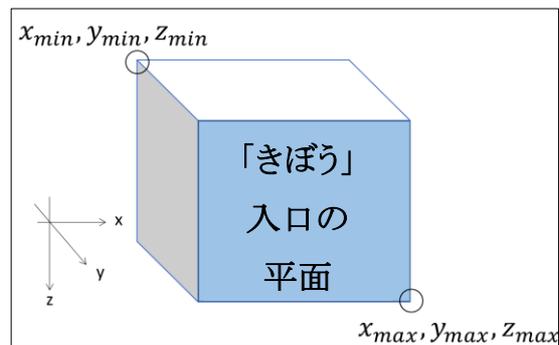


図 2.2.4-3 座標の定義

## 2.2.5. 1APK あたり 10 回の自動実行

各国予選では、シミュレーションに含まれるランダムな要素に対して公平性を保つために、1つの APK に対して 10 回の Run が自動的に実行されます。この 10 回の実行では、Target2 の位置、その他のランダム要素などの条件はすべて異なります。

これにより、偶発的な結果(ハプニングによる良い結果・悪い結果)を避け、環境・外乱条件に左右されない順位付けを行います。参加者全員が同じ条件で挑戦します。

注意:「Preliminary Trial」では、Target2 の位置がランダムに変化する場合とある一定の位置に固定された場合の 2 パターンのどちらかを選択し、シミュレーションに取り組むことが可能です。

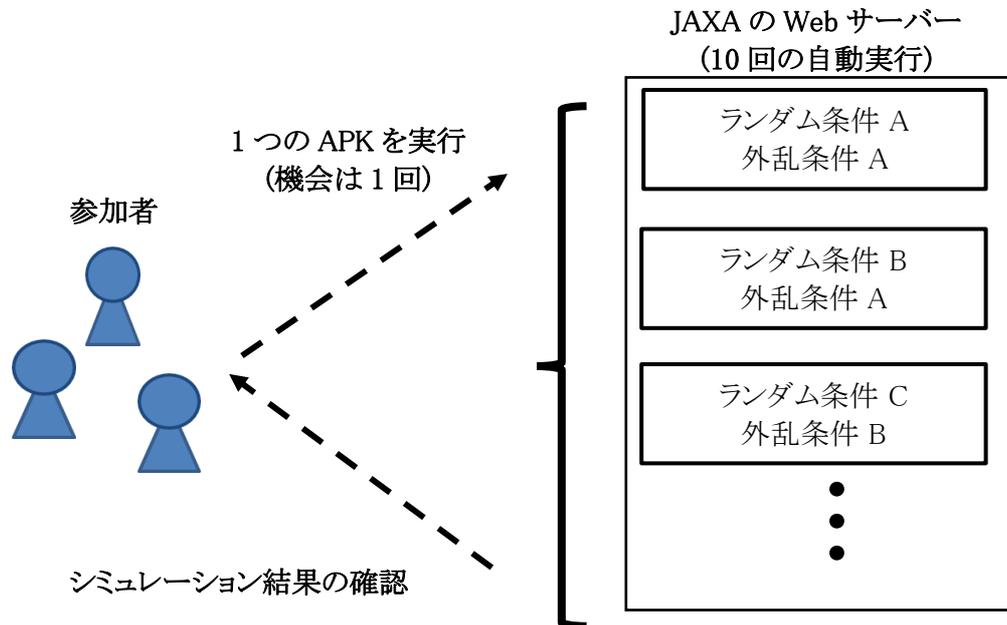


図 2.2.5-1 10 回の Run

## 2.2.6. 10 回の自動実行のうち、最も悪い結果で順位決定

10 回の Run のうち、最も悪いスコアで順位を決定します。

宇宙のミッションは、一度の失敗も許されない、故障しても人の手では直接復旧できないような非常に厳しい条件下で行われます。また、このミッションシナリオは、ISS の危機における宇宙飛行士の命を助けるために失敗できない重要なミッションであるため、最悪の結果であってもミッションを完遂する必要があります。したがって、どのような条件下でも良い結果を出すプログラムを評価するために、最悪ケースの結果を用いて順位を決定します。

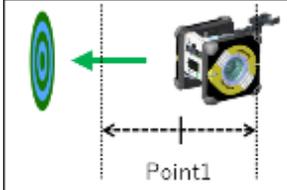
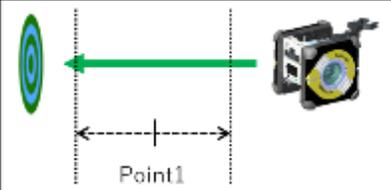
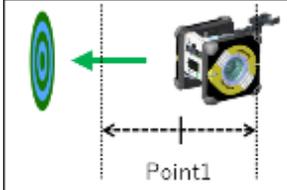
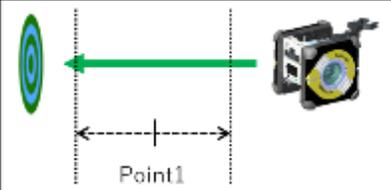
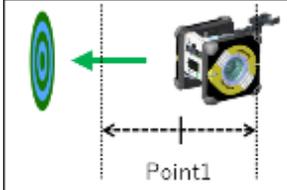
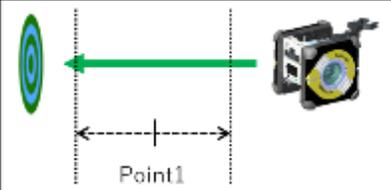
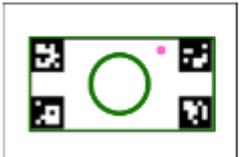
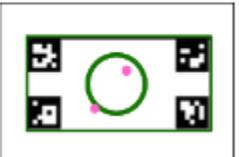
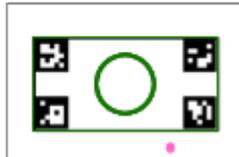
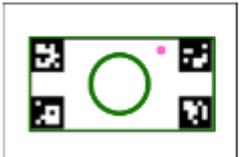
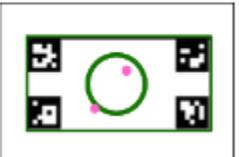
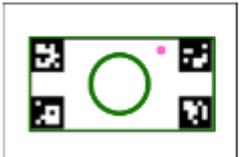
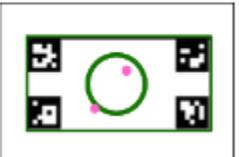
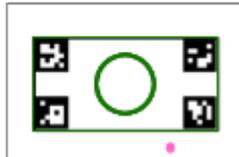
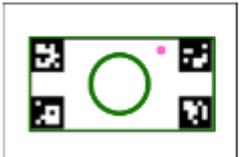
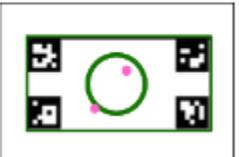
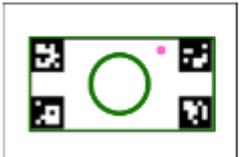
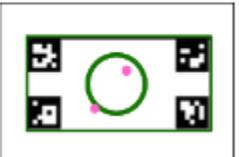
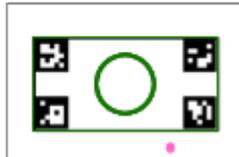
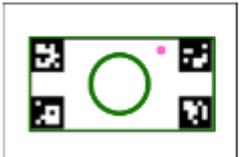
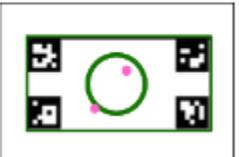
詳細な採点基準は 2.3 項に記載します。

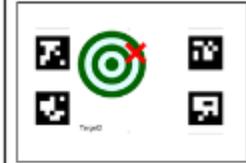
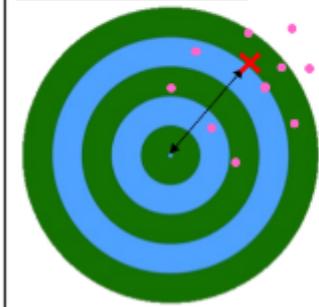
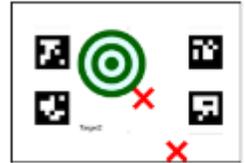
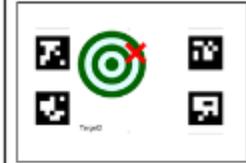
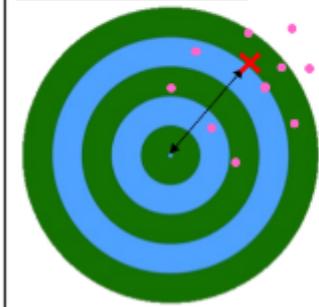
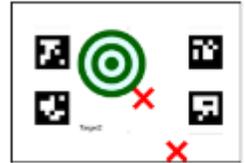
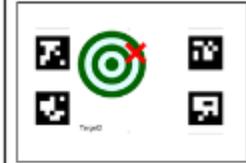
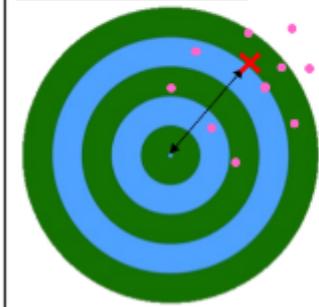
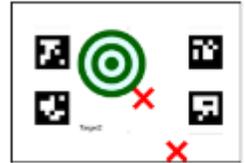
## 2.3. スコアリング

### 2.3.1. 要素

チームのスコアは、以下の要素から計算されます。

表 2.3.1-1 各国予選のスコアリング要素

#	要素	詳細						
1	Point1 に到達	<p>Point1 への到達時の座標により採点します。 到達座標が所定の座標から一定の範囲内であれば基礎点を与えます。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>加点例</th> <th>非加点(0点)例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  </td> <td>  </td> </tr> </tbody> </table>	加点例	非加点(0点)例				
加点例	非加点(0点)例							
								
2	Target1 へのレーザー照射	<p>レーザーの照射点が所定の枠内に入っていれば基礎点を与えます。 基礎点の他に、ターゲット中心に近い所定枠内に命中していれば、追加点を与えます。 レーザーの照射位置は1回のスナップショット写真から判定します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>加点例</th> <th>非加点(0点)例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <table border="1"> <tr> <td>  <p>基礎点のみ加点</p> </td> <td>  <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p> </td> </tr> </table> </td> <td>  </td> </tr> </tbody> </table>	加点例	非加点(0点)例	<table border="1"> <tr> <td>  <p>基礎点のみ加点</p> </td> <td>  <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p> </td> </tr> </table>	 <p>基礎点のみ加点</p>	 <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p>	
加点例	非加点(0点)例							
<table border="1"> <tr> <td>  <p>基礎点のみ加点</p> </td> <td>  <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p> </td> </tr> </table>	 <p>基礎点のみ加点</p>	 <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p>						
 <p>基礎点のみ加点</p>	 <p>円内(ライン上含む)に命中していれば基礎点+追加点</p>							

#	要素	詳細				
3	Target2 へのレーザー照射 (レーザー照射後、snapshot API を呼び出すとスナップショットが取得されます。)	<p>レーザを照射した点から Target2 の中心までの距離を 10 回のスナップショット写真を用いた平均で算出します。</p> <p>Target2 中心からの平均距離に応じて追加点を与えます。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>加点点例</th> <th>非加点点(0点)例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  <p>中心からの平均距離に応じて加点点</p>  <p>※10スナップショットのうち数個が円外でも平均距離が円内であれば加点点対象</p> </td> <td>  <p>※平均距離が円外の場合、0点</p> </td> </tr> </tbody> </table>	加点点例	非加点点(0点)例	 <p>中心からの平均距離に応じて加点点</p>  <p>※10スナップショットのうち数個が円外でも平均距離が円内であれば加点点対象</p>	 <p>※平均距離が円外の場合、0点</p>
加点点例	非加点点(0点)例					
 <p>中心からの平均距離に応じて加点点</p>  <p>※10スナップショットのうち数個が円外でも平均距離が円内であれば加点点対象</p>	 <p>※平均距離が円外の場合、0点</p>					
4	Goal に到達	Goal への到達時の座標により採点します。 到達座標が所定の座標から一定の範囲内であれば基礎点を与えます。				
5	ミッション経過時間	開始から報告までの経過時間により採点します。				

\* Target2 のスナップショット撮影

- レーザを照射している間、1 秒間隔で 10 枚のスナップショットを撮影します。10 枚のスナップショットの照射点からターゲットの中心までの距離の平均値で得点を評価します。スナップショットの撮影は、各 Run で Target1 と Target2 それぞれで 1 回のみ可能です。
- Astrobee の位置微調整のために自動再試行処理をプログラミングしている場合は、スナップショットを撮影してレーザ照射を確定するまで、レーザ照射の再試行が可能です。(図 2.3.1-1 参照) 画像処理で精度を評価するなど、独自の方策を検討して、より高得点を目指してプログラムを改良してみましょう。

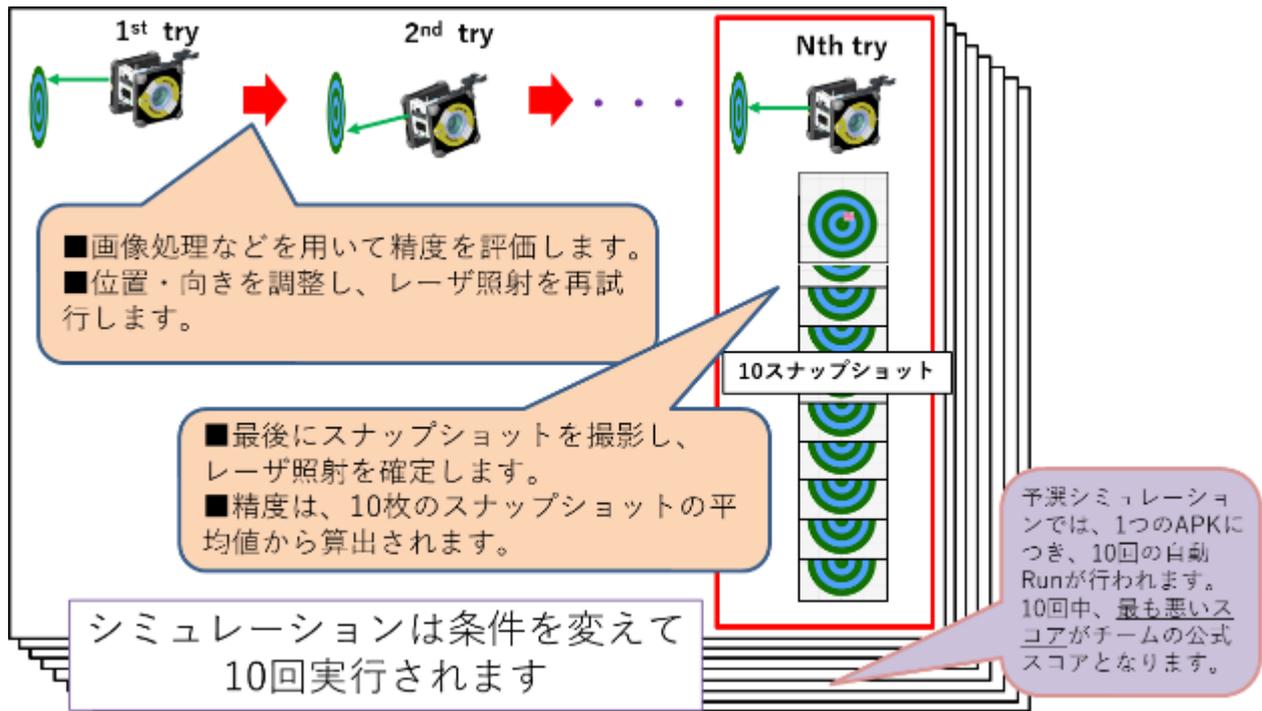


図 2.3.1-1 レーザ照射の位置補正とスナップショット取得

## 2.3.2. チームの得点評価方法

各国予選では、10回のRunのうち、最も悪いRunの結果で全チームの順位付けを行います。したがって、9回のRunでミッションを最後まで高水準でやり遂げたとしても、一度でも制限時間以内にGoalまで到達しなかった場合やレーザ照射が悪く得点が大幅に下がった場合は、その最悪ケースのRunの結果で順位付けされることになります。

どんなランダムな状況でもミッションを達成できるプログラムを作ることが重要です。

	ランダムパターン	達成度	得点
1	ランダム条件 A 外乱条件 A	ミッション完了	70点
2	ランダム条件 B 外乱条件 A	ミッション完了	89点
3	ランダム条件 C 外乱条件 B	ミッション完了	90点
4	ランダム条件 D 外乱条件 F	Target1レーザ 照射で時間切れ	10点
5	ランダム条件 A 外乱条件 C	Target2レーザ 照射で時間切れ	60点
6	ランダム条件 C 外乱条件 E	ミッション完了	75点
7	ランダム条件 G 外乱条件 G	ミッション完了	88点
8	ランダム条件 F 外乱条件 A	ミッション完了	65点
9	ランダム条件 E 外乱条件 C	ミッション完了	77点
10	ランダム条件 B 外乱条件 G	ミッション完了	68点

チームスコア  
10点




図 2.3.2-1 チームの得点評価方法

## 2.4. 各国予選への参加

### 2.4.1. 各国予選参加方法

参加者は、提出期限までに各国予選用 APK を提出する必要があります。

(以下、図はすべて第 2 回 Kibo-RPC でのスクリーンショットです)

### 2.4.2. 各国予選用 APK の提出

参加者は各国予選用プログラムを作成し、提出期限までに提出することで、各国予選に参加することができます。提出期限内であれば、1 度 APK を提出した後も別の APK を再提出することは何度でも可能です。

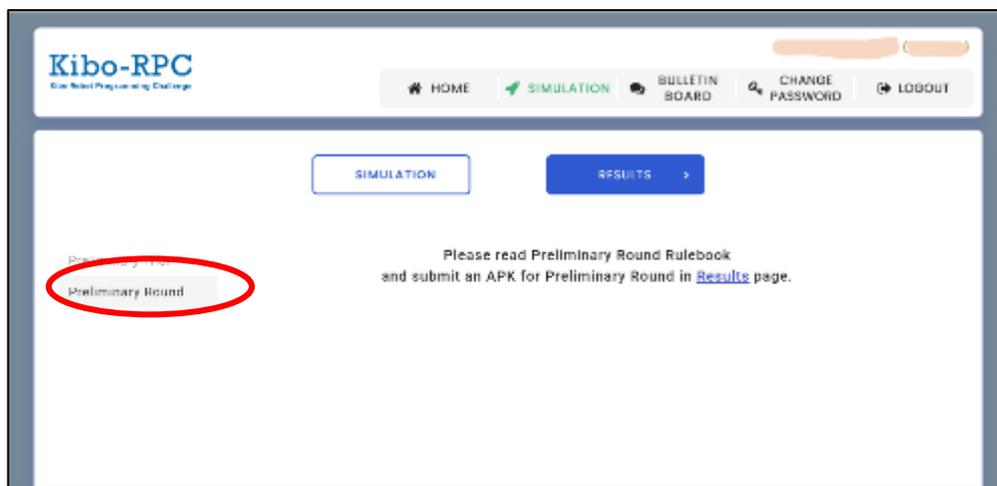


図 2.4.2-1 Preliminary Round

各国予選期間前に、Web シミュレーションの結果画面が図 2.4.2-1 のように変更されるので、APK を提出する前に、「Preliminary trial」のシミュレータでプログラムの性能を評価する必要があります。その後、「RESULTS」画面の「Preliminary Trial」結果一覧から最適なプログラムを選択し、新たに追加された「SUBMIT」ボタンを押せば、APK が提出されます。「SUBMIT」ボタンを押すと、「CANCEL」ボタンに切り替わり、締め切り前に「CANCEL」ボタンを押すことで、他の APK を再送信することができます。

注意:「SUBMIT」ボタンは、「Preliminary trial」で「Finished」ステータスの APK のみ押すことができます。「Failed」ステータスの APK しかない場合、各国予選に参加することはできません。必ず「Preliminary trial」で「Finished」ステータスの APK を作成してください。

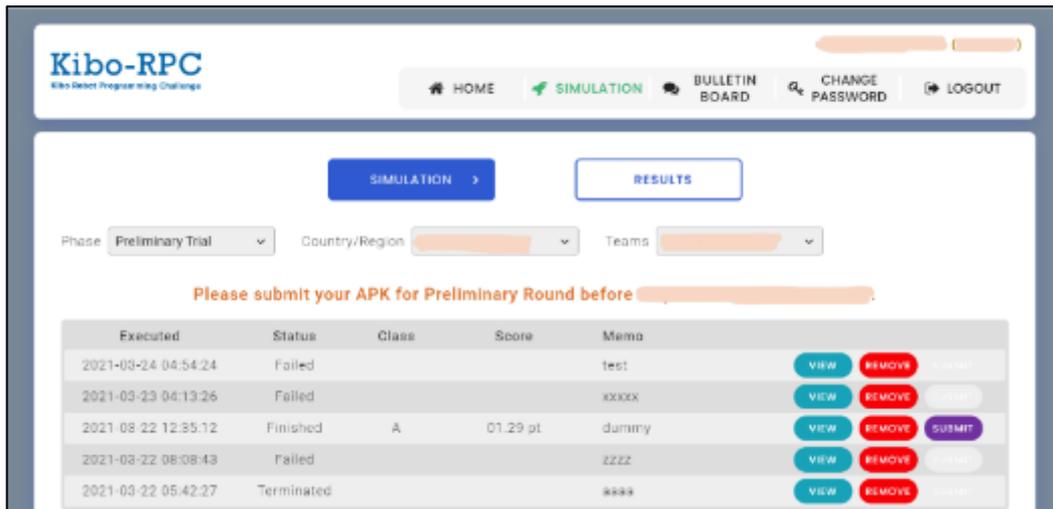


図 2.4.2-2 変更後の Preliminary Trial

提出された APK は、図 2.4.2-3 の「Preliminary Round」タブから確認できます。「RESULTS」画面で APK をキャンセルできますが、提出期限を超えると「SUBMIT」ボタンと「CANCEL」ボタンが押せなくなるので、提出期限には注意が必要です。

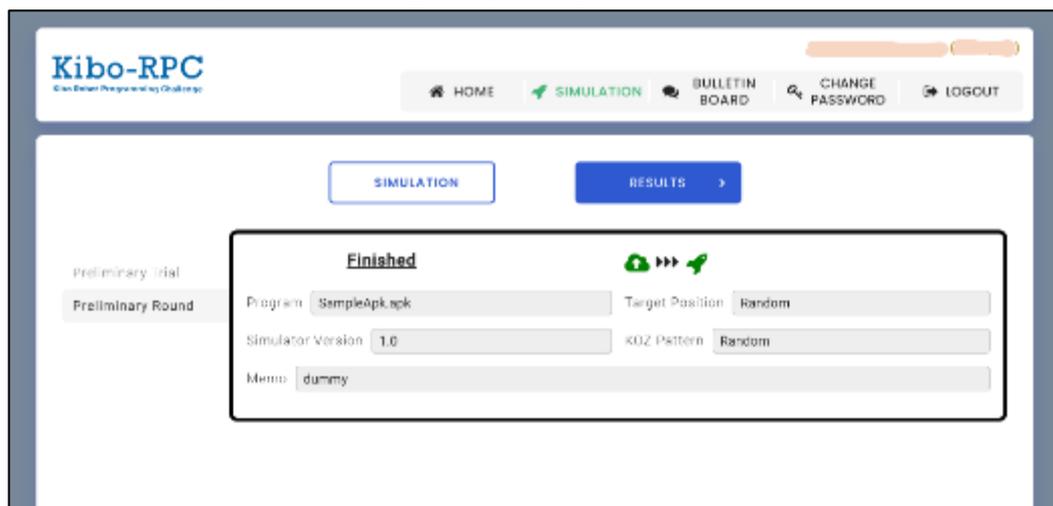


図 2.4.2-3 Preliminary Round

## 2.5. 各国予選イベントの方法

ここでは、各国/地域で行われる代表的な 3 つの各国予選イベントの方法について説明します。実際にどのように開催されるかは、各国/地域の POC に問い合わせる必要があります。

### 2.5.1. リアルイベント

リアルイベントとは、自国/地域の会場で開催されるイベントを意味します。参加者は、Web 上で APK を期限までに提出し、当日会場に赴く必要があります。会場に行くことが困難な場合は、各チームのリーダーが自国/地域の POC に相談し、別の方法(通常はソーシャルメディア)で参加するための調整を行う必要があります。図 2.5.1-1 に一般的なフローを示します。

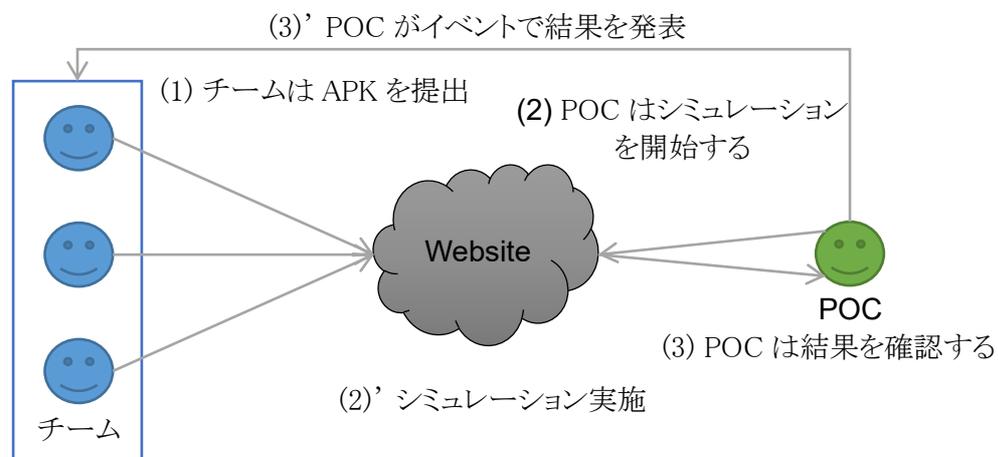


図 2.5.1-1 リアルイベントの流れ

### 2.5.2. バーチャルイベント

バーチャルイベントとは、参加者がソーシャルメディアを通じてイベントに参加することです。そのため、参加者は学校や自宅から参加することができます。基本的な参加方法は、2.5.1 項と同じです。参加者は、締切日までに Web 上で APK を提出する必要があります。

### 2.5.3. メール通知

メール通知は、他の参加者と集まることなく、後日、自国/地域の POC からメールで結果が通知される方法です。そのため、参加者は特定の日にイベントに参加する必要はありません。ただし、2.5.1、2.5.2 同様、参加者は期限までに APK を Web で提出する必要があります。

\*各国/地域の POC がどのようなスタイルで実施するのか、自身でご確認ください。

## 3. ボーナ斯拉ウンド

### 3.1. ボーナ斯拉ウンドへの参加条件

ボーナ斯拉ウンドは、各国予選の終了後に、ワールドワイドチームのみを対象として開催する予選です。ワールドワイドチームの詳細、結成方法は募集要項をご参照下さい。またワールドワイドチームが各国予選で優勝し、代表チームとなった場合、そのチームはボーナ斯拉ウンドには参加できません。

### 3.2. 結果発表

ボーナ斯拉ウンドは、各国予選が終了した後に実施しますが、特にイベントは行いません。Kibo-RPC 事務局が各国予選終了後、条件に該当するチームのみで、各国予選結果をランキングし直し、代表チームを1チーム選出します。そのため、参加者はボーナ斯拉ウンドのために、プログラムを再提出する必要はありません。代表チームが決定次第、当該チームには Kibo-RPC 事務局からメールでお知らせします。

## 4. 軌道上決勝

### 4.1. 軌道上決勝の準備

各代表チームのみが軌道上決勝に参加することができます。軌道上決勝では、各国予選で作成したプログラムに磨きをかけることができます。代表チームは軌道上決勝に向けたプログラムを作成し、APK とソースコード\*1)を提出期限までに提出してください。詳細については、4.4 項「軌道上決勝用 APK の提出」をご参照下さい。

**1) Draft ソースコード提出期限:2022 年 8 月 1 日 (各国/地域のタイムゾーン)\*1)**

**2) 軌道上決勝プログラム提出期限:2022 年 8 月 22 日 (各国/地域のタイムゾーン)**

\*1) 軌道上の Astrobeer に悪影響を与えないか、JAXA が事前にソースコードのチェックを行います。必要であれば、JAXA から参加者にコードの修正を依頼します。

## 4.2. ゲームルール

### 4.2.1. ゲームの流れ

軌道上決勝では、ISS 上の Astrobee をスタート位置から KOZ を回避しながら目標地点まで移動させ、2 か所の Target にレーザ照射し、宇宙飛行士に報告をするプログラムを各チームが作成します。基本的には各国予選と同じ流れですが、ミッション完了報告の方法が各国予選とはやや異なるため注意が必要です。ミッション完了報告は、軌道上決勝進出チームから提出された録音ファイルを再生して報告します。JAXA が用意した「reportMissionCompletion」API が APK から発行されると、自動的に音声ファイルが再生される仕組みです。音声ファイルの詳細については、プログラミングマニュアルをご参照下さい。

### 4.2.2. 前提条件

表 4.2.2-1 軌道上決勝の前提条件

#	Content
1-4	スタート位置姿勢、Point1 の位置姿勢、Point2 の位置姿勢は、各国予選と同じです。詳細は、表 2.2.2-1 をご参照下さい。
5	Target2 は予選と異なり、位置は変化しませんが、Target2 の位置は参加者には通知しません。
6	AR タグ、ターゲットについては、4.2.3 オブジェクトをご参照下さい。
7	KOZ/KIZ の情報は、各国予選から一部変更があります。詳細は、4.2.5 項 Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ) をご参照下さい。

シミュレーションと軌道上では環境条件が異なるため、実環境でも高い性能を発揮できるプログラムを作ることが重要です。

### 4.2.3. オブジェクト

表 4.2.3-1 軌道上決勝のオブジェクト

#	オブジェクト名	方法
1	Target1	Target1 のオブジェクトは、各国予選と同じです。 詳細は、表 2.2.3-1 をご参照ください。
2	Target2	<p>基本的には各国予選と同じです。 各国予選と異なる部分は、Target2 の大きさが半径 6cm になり、中心位置のランダム変化の範囲が±1.5cm となることです。</p> 

### 4.2.4. ミッション完了報告

音声ファイルの対応フォーマットは、以下の URL に記載されています；

<https://developer.android.com/guide/topics/media/media-formats>

音声ファイルは 20 秒以内で作成して下さい。ISS でミッション完了報告するため、音声を録音し、指定のフォルダに入れる必要があります。詳細はプログラミングマニュアルの 3.1 項に記載されています。

ミッション完了報告の初めと最後の言葉を以下のようにしてください。

=====

Hi Koichi.

XXXXXXX. (完了報告の内容)

Over.

=====

XXXXXXX の部分は自由な形式でミッション完了報告の言葉をいれてください。宇宙飛行士の印象に残ったミッション完了報告を行ったチームには、Crew Award が授与されます。

「reportMissionCompletion」API を呼び出すと、Astrobee の前後のフラッシュライトが点滅した後、音声ファイルが再生されます。

## 4.2.5. Keep-In-Zone (KIZ) と Keep-Out-Zone (KOZ)

KIZ/KOZ の情報は、各国予選より一部変更があります。図 4.2.5-1、図 4.2.5-2、表 4.2.5-1 を参照してください。

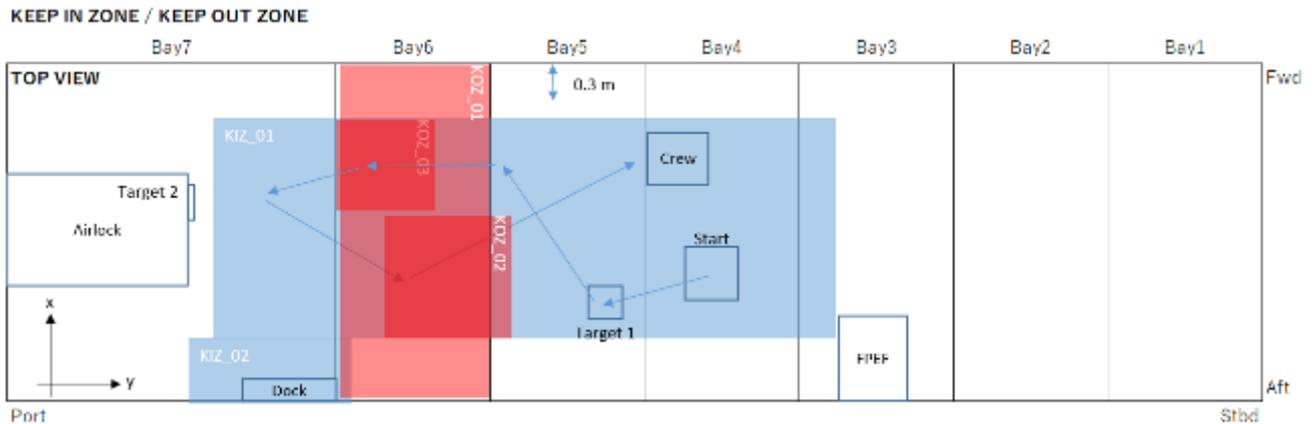


図 4.2.5-1 軌道上決勝の KIZ と KOZ(Top View)

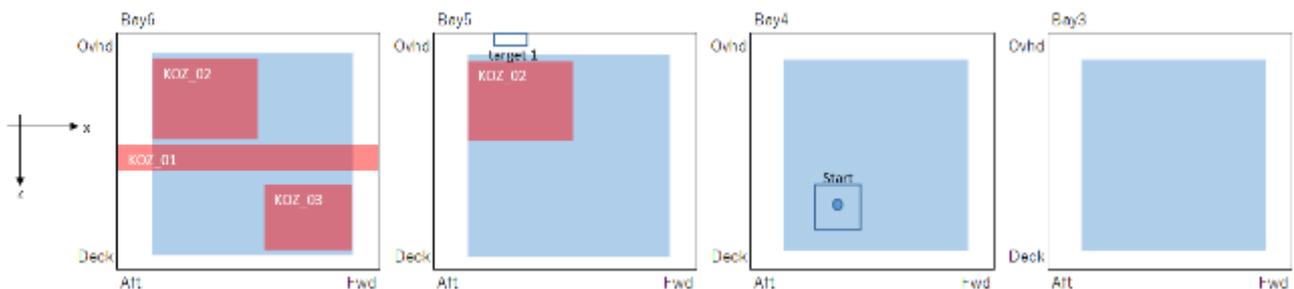


図 4.2.5-2 軌道上決勝の KIZ と KOZ(Front View)

表 4.2.5-1 KIZ/KOZ の座標情報

タイプ	No.	x_min	y_min	z_min	x_max	y_max	z_max
KOZ	01	9.8585	-9.4500	4.82063	12.0085	-8.5000	4.87063
	02	9.8673	-9.18813	3.81957	10.7673	-8.28813	4.81957
	03	11.1067	-9.44819	4.87385	12.0067	-8.89819	5.87385
KIZ	01	10.3	-10.2	4.32	11.55	-6.0	5.57
	02	9.5	-10.5	4.02	10.5	-9.6	4.8

※KIZ 01 の y\_max のみ変更

## 4.2.6. 1つの APK を 1 度だけ実行する

各チームは、各国予選のように 1 つの APK を提出します。ISS では 1 回しか実行されません。軌道上決勝は ISS の Astrobee を使用しているため、やり直しや中断をすることはできません。1 度きりの実行となります。

ただし、Astrobee 自体の問題によりスタックが発生した場合は、4.2.10 項に記載のルールに従い、参加者に再実行の機会を提供します。

## 4.2.7. 制限時間は 5 分

制限時間を超えると、APK は自動的にシャットダウンします。制限時間以内にミッションを完了するようにプログラムを作成してください。また制限時間にならなくても、Astrobee がスタックしたり、自己位置が失われたりすると、自動的にゲームオーバーと判断します。また Target へのレーザー照射のための画像処理以外の理由で Astrobee が長時間停止した場合など、それ以上の動作が見込めないと判断した場合にも、制限時間待たずに終了する場合があります。

## 4.2.8. 軌道上決勝当日の APK オペレーション

参加者は、軌道上決勝当日に APK を操作することはできません。

提出された APK は、JAXA / NASA の技術チームによってコードレビューされた後、事前に ISS の Astrobee にインストールされます。APK は、地上オペレーターから送信された実行コマンドで開始されます。

## 4.2.9. 判定方法

得点はミッションの経過時間と精度を以下の方法で判断します。採点基準の詳細は 2.3 項に記載されています。

経過時間: APK の実行開始から終了コマンド(ミッション完了報告開始コマンド)の送信までの時間で、テレメトリとして地上でタイムスタンプとして記録されます。

精度: Point1 の位置への正確な移動と Target1 と 2 へのレーザー照射の位置で判定します。移動位置はテレメトリとして地上で記録されます。照射情報は ISS の Astrobee に記録されており、精度はスナップショット画像で判断します。Target1 は 2 個のスナップショット(1 個は判定に使用され、1 個は予備です。) Target2 は 11 個のスナップショット(10 個は判定に使用され、1 個は予備です)で計算します。

さらに、ミッションの達成レベルは、API (startMission、reportMissionCompletion など) を使用して、各国予選と同じ方法で判断されます。プログラミングマニュアルもご参照下さい。

## 4.2.10. 軌道上決勝 Run 順

軌道上決勝では、各国予選の結果に応じてチームが 3 層に分けられ、この順序で実行されます。各国予選の結果を集計し、代表チームを得点順に並べたものです。Tier でのチームの割り当て例を表 4.2.10 に示します。

表 4.2.10 チームの割り当て

Tier	各国予選結果
1st Tier	1 位
	2 位
	3 位
	4 位
2nd Tier	5 位
	6 位
	7 位
	8 位
3rd Tier	9 位
	10 位
	11 位
	12 位

軌道上決勝の実行順序は、上記の Tier の順序で優先されます。Astrobee の軌道上の障害が原因で、あるチームがスタックした場合、イベントに十分な時間が残っている限り、そのチームは次の Tier に移動する前に再度実行されます。参加者が作成した APK によって引き起こされたスタックに対しては再実行されません。また軌道上で競技を実施できる時間は限られているため、各国予選の順位が下位のチームほど軌道上決勝当日に実行されない可能性があることは、ご了承ください。詳細については、図 4.2.10 を参照してください。



図 4.2.10 軌道上決勝の実行順番例

## 4.3. スコアリング

### 4.3.1. 要素

得点要素は各国予選と同じです。詳細は、2.3.1 項をご参照ください。  
ただし、軌道上決勝では、APK は 1 回しか実行されません。

### 4.3.2. チームの得点評価方法

軌道上決勝は 1 回しか Run を行いません。したがって、その結果がチームの得点となります。  
また、「Mission Complete」のボイスメッセージは Crew Award として評価されます。

## 4.4. 軌道上決勝への参加

軌道上決勝出場者が行う必要がある作業は次のとおりです。

- (1) API の更新  
更新の内容についてはプログラミングマニュアルの 7 章と Appendix1 をご参照ください。
- (2) APK のアプリケーション ID と APK 名を変更  
アプリケーション ID と APK の名前は表 4.4-1 に従い、国名を入れた形にする必要があります。APK を提出する際に、名前の変更を行ったことを確認してから、Web シミュレータにアップロードしてください。Kibo-RPC 事務局はインストールやプログラム実行をする際に、これらの名前を元に識別しています。アプリケーション ID 等の設定方法についてはプログラミングマニュアル 3.3.3 項をご参照ください。

表 4.4-1 各種名前の規定

Country	Application ID	APK name	APK file name	Short name
Australia	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.australia	australia	australia.apk	australia
Bangladesh	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.bangladesh	bangladesh	bangladesh.apk	bangladesh
Indonesia	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.indonesia	indonesia	indonesia.apk	indonesia
Japan	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.japan	japan	japan.apk	japan
Malaysia	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.malaysia	malaysia	malaysia.apk	malaysia
Nepal	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.nepal	nepal	nepal.apk	nepal
New Zealand	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.newzealand	newzealand	newzealand.apk	newzealand
Singapore	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.singapore	singapore	singapore.apk	singapore
Taiwan	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.taiwan	taiwan	taiwan.apk	taiwan
Thailand	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.thailand	thailand	thailand.apk	thailand
United States of America	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.usa	usa	usa.apk	usa
Vietnam	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.vietnam	vietnam	vietnam.apk	vietnam
Worldwide Team	jp.jaxa.iss.kibo.rpc.worldwide	worldwide	worldwide.apk	worldwide

- (3) 音声ファイルの作成と組み込み  
本ルールブックの 4.2.3 項とプログラミングマニュアル 3.1.1 項をご参照ください。
- (4) APK、ソースコード、音声ファイル、およびメッセージのテキストファイルを送信  
本ルールブックの 4.4.1 項をご参照ください。
- (5) 全てが完了したことを確認する  
表 4.4-2 のチェックリストに従い、軌道上決勝に向けて実施する項目を完了しているか確認してください。

表 4.4-2 チェックリスト

No.	Item	Description	Related Section(s)
1	APIの変更	新しいゲーム APIに変更する	PGマニュアル7章、Appendix 1
2	アプリケーション ID	APKのアプリケーションIDを変更する	4.4項(2) PGマニュアル3.3.3項
3	APK の名前変更	APKの名前を規定に従い、変更する	4.4項(2) PGマニュアル3.3.3項
4	APK ファイルの名前変更	APKのファイル名を規定に従い、変更する	4.4項(2)
5	APKのShort name変更	APKのShort nameを規定に従い、変更する	4.4項(2) PGマニュアル3.3.3項
6	音声ファイル	ミッション完了報告用の音声ファイルを作成し、APKに入れる	4.2.4項 PGマニュアル 3.1.1 項
7		指定された形式でミッション完了報告のメッセージを作成する。	4.2.4項
8	スクリプト	ミッション完了報告のスクリプトを作成する	4.4.1(3)項
9	MD5	APKのMD5 を作成する	4.4.1(2)項
10	Submission	APKを提出する	4.4.1(1)項
11		ソースコードを提出する	4.4.1(2)項 4.4.1(3)項
12		音声ファイルを提出する	4.4.1(3)項
13		音声ファイルのスクリプトを提出する	4.4.1(3)項

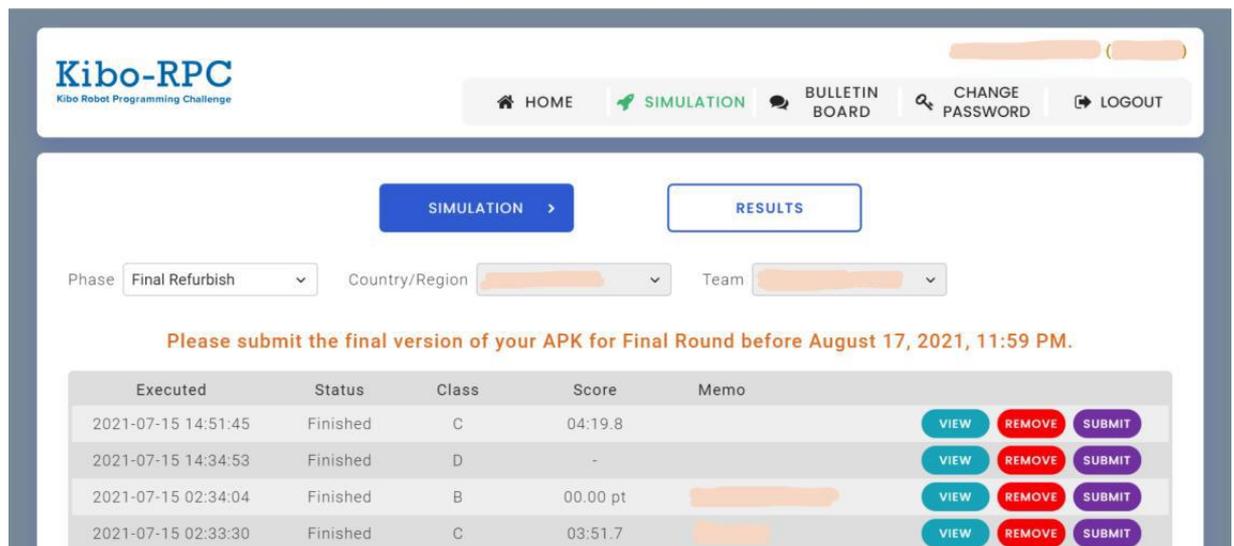
## 4.4.1. APK、ソースコード、音声ファイルの提出

軌道上決勝に向け、締め切りまでに作成したプログラムを提出する必要があります。提出いただいた後に、JAXA と NASA は安全の観点から事前にソースコードの内容を確認します。そのため、下記の要領に従い、APK、ソースコード、音声ファイル、スクリプトを提出してください。

### (1) APK の提出

RESULT タブで APK を 1 つ選択し、SUBMIT ボタンを押してください。(図 4.4.1-1 参照 (2nd Kibo-RPC での画像のため、日付等が異なります))

\* 提出する APK ファイルは、表 4.4-1 に従い、ファイル名を変更してください。



Executed	Status	Class	Score	Memo
2021-07-15 14:51:45	Finished	C	04:19.8	
2021-07-15 14:34:53	Finished	D	-	
2021-07-15 02:34:04	Finished	B	00.00 pt	
2021-07-15 02:33:30	Finished	C	03:51.7	

図 4.4.1-1 APK 提出画面

### (2) ソースコードの提出方法

ソースコードは下記の手順に従い、メールで Kibo-RPC 事務局へ提出してください。

#### 1. APK ファイルの MD5 を生成する

Kibo-RPC 事務局は、Web サイトから提出された APK と MD5 を確認します。

#### (A) Windows の場合

コマンドプロンプトから下記のコマンドを実行してください。

```
> cd [path to apk directory]
```

```
> certutil -hashfile [apk file name] MD5 > apk.md5
```

“apk.md5” is created and it includes 32-digit hash value.

(e.g.)

```
> cd C:\DefaultApk\app\build\outputs\apk\
```

```
> certutil -hashfile app-debug.apk MD5 > apk.md5
```

#### (B) Ubuntu の場合

ターミナルから下記のコマンドを実行してください。

```
$ cd [path to apk directory]
$ md5sum [apk file name] > apk.md5
“apk.md5” is created and it includes 32-digit hash value.
(e.g.)
$ cd ~/DefaultApk/app/build/outputs/apk/
$ md5sum app-debug.apk > apk.md5
```

2. APK と大きなファイル/ディレクトリを削除する  
APK ファイルを削除してください。  
(この時 MD5 を削除しないよう、気を付けてください)

- [root dir]/app/build/outputs/apk/\*.apk

次に、下記のディレクトリを削除してしてください。

- [root dir]/app/build/generated/
- [root dir]/app/build/intermediates/
- [root dir]/app/build/tmp/
- [root dir]/.gradle/

3. ルートディレクトリを圧縮 (zip、tar 等) し、事務局に送付する  
圧縮ファイルのサイズ目安は数百 KB～数 MB 程度です。圧縮ファイルに全てのファイル (Java のソースファイル、md5) が含まれていることを確認し、Z-KRPC@ml.jaxa.jp までお送りください。  
メールでのファイル送信がうまくいかない場合、Google Drive などのクラウドストレージで共有するか、Kibo-RPC 事務局に連絡して対応方法を相談してください。

### (3) 音声ファイルとスクリプトの送付

音声ファイルと音声ファイルのスクリプトをメールで Kibo-RPC 事務局 (Z-KRPC@ml.jaxa.jp) までお送りください。

## 4.5. イベント方法

軌道上決勝は、軌道上の Astrobee とファイナリストの皆さんの APK を用いて、JAXA が事前にランを実行します。競技中の軌道上映像は LIVE 配信を予定しており、ファイナリストの皆さんは自身の APK 実行中の映像を視聴することができます。後日、事前に実施したランの映像を見ながら有識者による解説を行う、軌道上決勝イベントを開催いたします。イベントは、オンラインで開催されるため、ファイナリストは各自の学校や自宅から参加することができます。イベントまでのフローは図 4.5 を参照してください。詳細についてはメールにて、事務局からファイナリストにご連絡します。

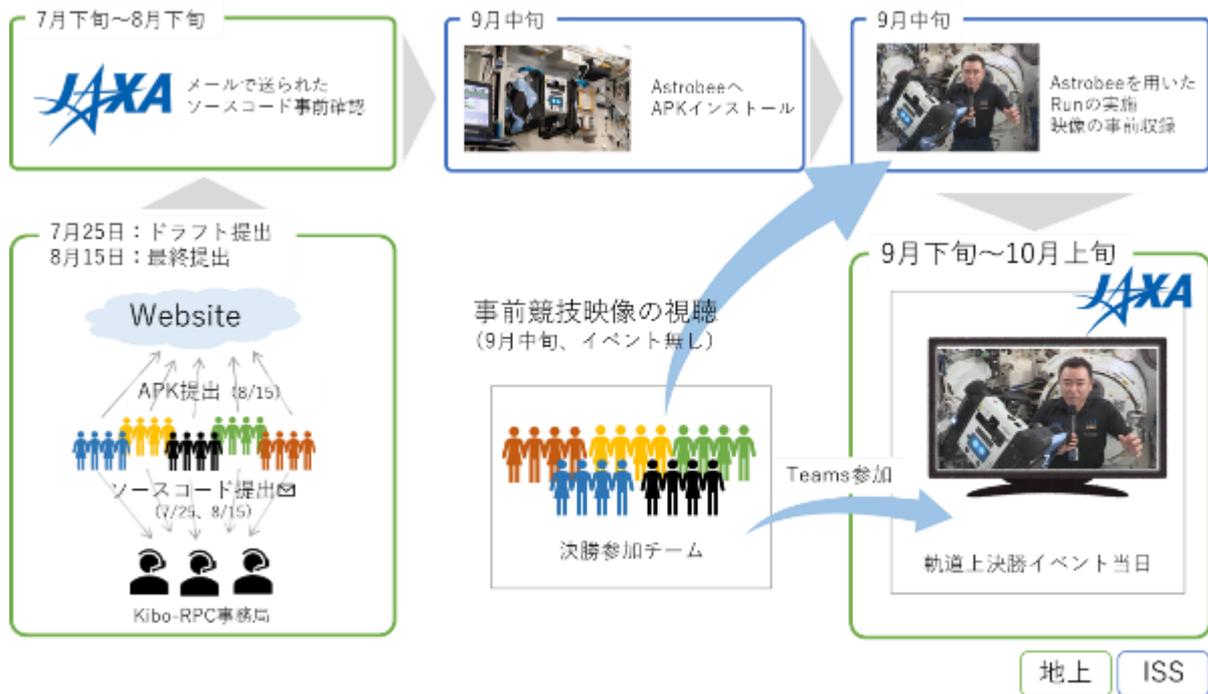


図 4.5 イベント当日までのフロー