

Techno-Ocean 2021  
水中ロボット競技会  
AUV 部門  
競技規則

令和 3 年 6 月 30 日初版

令和 3 年 7 月 2 日第二版

令和 3 年 7 月 8 日第三版

令和 3 年 8 月 18 日第四版

日時：令和 3 年 12 月 11 日（土）

場所：神戸市立ポートアイランドスポーツセンター

Techno-Ocean 2021

水中ロボット競技会実行委員会

# 競技規則

## 1. はじめに

### 1.1 AUV 部門の競技構成

・重量 50kg 以下の自律型水中ロボット（以下 AUV）を対象とし、以下の 3 項目について採点します。

- (1) 紹介動画
- (2) 水槽競技
- (3) 運用技術点

・総合成績は、紹介動画（300 点）、水槽競技（500 点）運用技術点（200 点）の合計 1000 点とします。総合成績で一位となったチームが優勝となります。

### 1.2 競技の概要

図 2 のように水槽内を仮想的に Area0、Area1、Area2 に分け、Area0 から出発して Area2 の間を 4 往復する競技とします。Area1 には黄色ブイ、Area2 には赤色ブイが設置されており、このブイ間の直線コースを往復します。

各 Area には以下のような通常ミッションが設定されています（各ミッションの詳細と点数は後述）。通常ミッションは、「コース往復」、「ブイへのタッチ」、「水中のゲートくぐり」、「潜航・浮上」となります。上記に加えて、さらに技術的に高度なミッション（ボーナスチャレンジ、と称することとします）として「水中の音響灯台を測位して接近」、「競技を終了したと自己判断した印となるメダル掲揚」に挑戦することも可能です。より高得点を目指したいチームは積極的に挑戦してみてください。4 往復した後に、Area0 もしくは Area1 にて AUV が浮上することによって、メダル掲揚と関係なくゴール条件を満たすことが可能です。各チーム代表は、審判にゴールしたことを宣言してください。

Area0、Area1 では水面を航行することも可能ですが、Area2 では完全に潜航していなければなりません。1 往復ごとに Area1 内で水面に浮上して、無線通信によるプログラムの修正が認められています（息継ぎ、と称することとします）。コースは 2 コースあり、同時に 2 チームが競技します。

競技の順位は、事前作成された各チームの詳解動画、当日の水槽競技、運用技術点で決定します。これらの審査は、AUV 部門の審査委員によって行われます。

以下、競技の詳細について説明していきます。

#### ※注意事項※

競技終了後、プールの安全検査は実施しますが、各チームは、油漏れや、尖った部品の落下等が無いよう、設計、組立の段階から考慮してください。当日の検査でプール投入に問題がある場合には、失格となりますことをご了承下さい。

## 2. 紹介動画について

過去の競技会で実施していたプレゼンテーションは、感染症対策のためビデオ審査で代替します。各チームより提出された紹介動画を審査員が視聴し、動画の構成、わかりやすさ、アイデアや技術内容等を総合的に評価して採点します。また、競技会場内でも紹介動画を放映します。提出された紹介動画は、ネット上に公開する可能性があります。

動画内には、以下の内容を挿入してください。(a)~(c)については必須項目となります。

- (a) チームの所属、チーム構成（自己紹介については任意）
- (b) 水槽競技における戦略や工夫、技術的にチャレンジしたこと
- (c) AUVのコンセプトや技術のアピール
- (d) 運用技術についてのアピール（任意、詳細は「運用技術点について」を参照）

ただし、同意のない個人情報の公開、誹謗中傷や公序良俗に反することなどの非常識な内容は禁止します。動画時間は3分~8分程度とします。

## 3. 水槽競技について

### 3.1 はじめに

本競技会では、AUV 部門の水槽競技のテーマを「水泳競技」としています。そのため、前回までの競技会と異なり、直線コースを複数回往復する競泳のイメージを反映させた競技内容となっています。競技プールは神戸市立ポートアイランドスポーツセンターの25m温水プール（図1）を使用します。競技コースを図2に示します。プールは縦×横 25m×15mで水深は1.1mあります。各コースから1チームずつ順番に、規定の時間内で競技を行ってください。各チームの競技時間は15分（準備5分+水槽競技10分）を予定していますが、参加チーム数によって変動します。競技順は競技会当日に参加チーム数が確定した時点で抽選により決定し、公表します。スムーズな進行のために、各チームは開始予定時間までにスタートできるように準備を完了してください。ただし、水槽競技に参加するには、機体検査で合格する必要があります。



図1：競技会場

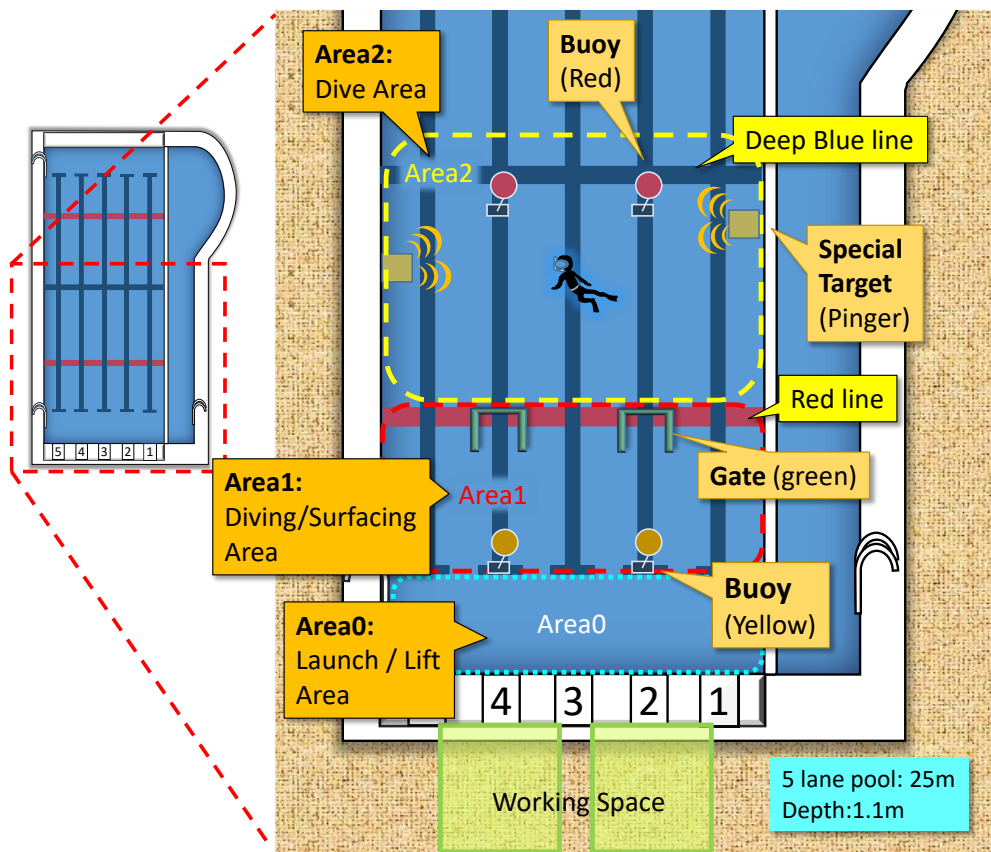


図 2 : 競技コース

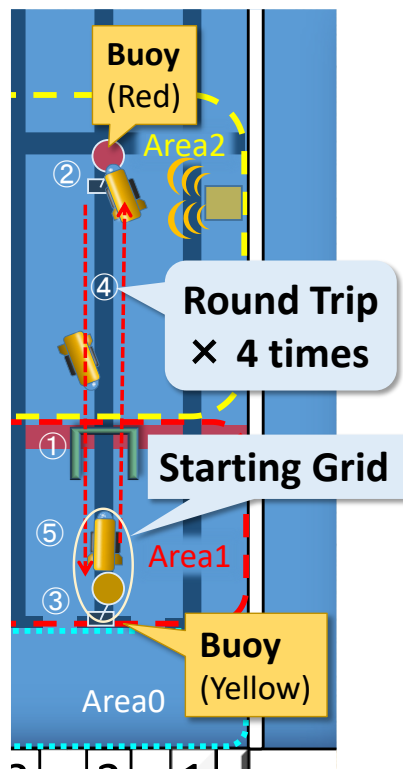


図 3 : 競技コースの航行経路

### 3.2 水槽競技の流れ

競技中には、基本的に次の流れに沿って行動をしてください。

**<1：準備>** 各チームは、競技開始時間の5分前からAUVおよび運用装備を各チームに割り当てられた場所へ（図2中のWorking Space）に設置およびします。

**<2：競技開始>** AUVおよび運用装備を展開し、AUVの投入準備を行います。

**<3：着水>** 安全確認後に各チームのAUVをArea0へ投入します。その際、独自のAUV投入装置（「運用技術点」の評価対象になります）を用いることができます。

着水後は、スタート位置（図3中のStarting Grid）までAUVを移動させ、競技開始まで待機します。

**<4：水槽競技>** 競技開始後からは、AUVを自律的に航行させなければなりません。競技途中で揚収可能です。Area0およびArea1においては、潜航・浮上・水面航行は自由とします。Area2では、潜航した状態を維持する必要があります。もし、緊急浮上などによりAUVがArea2にて浮上した場合は、原則として再スタートとします。再スタートは、審判員の判断もしくは、競技者からの要請によって実施されます。

**<5：揚収>** 安全確認後に各チームの揚収方法によりAUVをWorking Spaceまで揚収します。その際、独自のAUV揚収装置（「運用技術点」の評価対象になります）を用いることができます。

**<6：競技終了>** AUVおよび運用装備を速やかに撤収します。

**<7：チームインタビュー>** 競技準備、競技中や競技後などに、各チームへインタビューされることがあります。その際は、競技中の技術的な見所などをアピールしてください。

### 3.3 競技コースについて

競技コースの航行経路を図3に示します。25mプールの長手方向中心から約半面を競技コースに割り当てています。競技中は、同時に2コースを使用して得点を競います。

競技コースは、直線的な往復となっています。直線コースの両端に設置された赤色と黄色の2つのブイ間を繰り返し航行します。AUVが競技コースを4回往復したらゴールとなります。また、競技コース上の設置物を図4に示します。

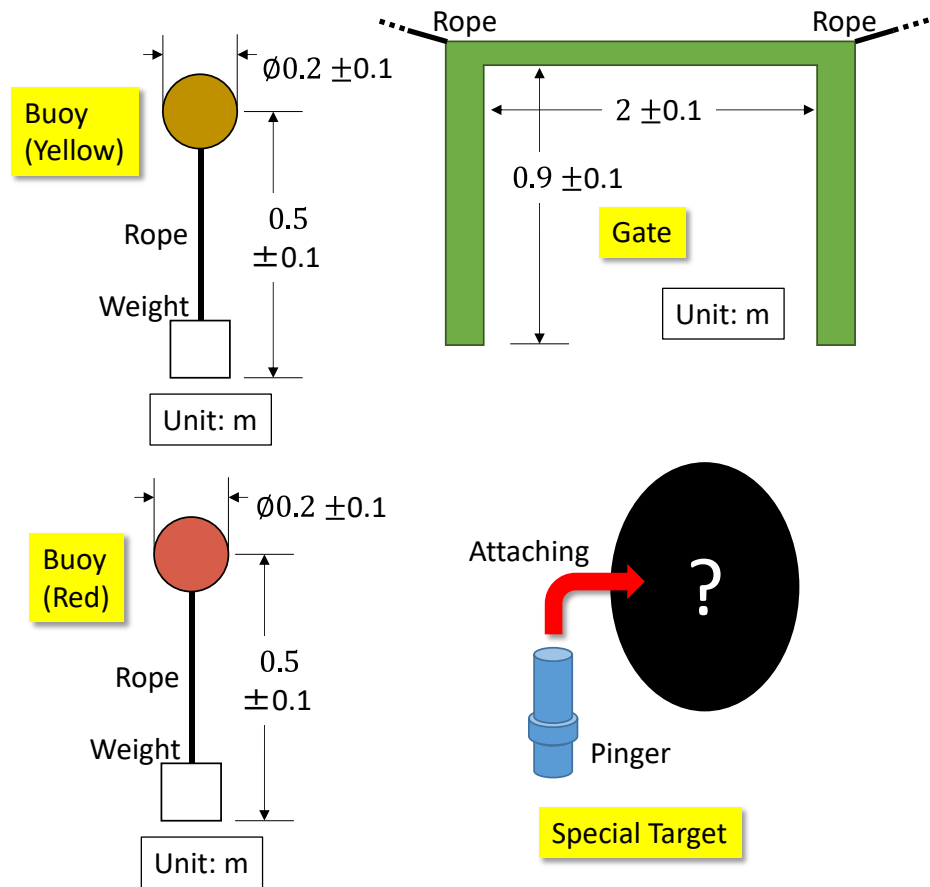


図4：各種設置物のサイズ【左上：ブイ（黄）、右上：ゲート、左下：ブイ（赤）、右下：スペシャルターゲット】

### 3.4 得点条件について

競技中に得点の対象となるタスクは①ゲート潜り、②ブイタッチ（赤）、③ブイタッチ（黄）、④ブイ間の往復、⑤息継ぎ（浮上）に加えて、2つのボーナスチャレンジとして⑥スペシャルターゲット（音響測位）、⑦メダル掲揚の7種類です。コース上の設置物の大きさは、図4を参照してください。

**往復の定義：**競技スタート後に、AUVが「Area1 → Area2 → Area1」の順番で移動したことを往復と定めます。「④ブイ間の往復」とは関係なく往復となります。ただし、両方のブイタッチ（②と③）を成功した上での往復は、④での加点対象となります。

**※4回目の往復が完了した以降は、Area2 への移動はできません。**

**ゴール条件：**往復（上記の「往復の定義」を参照）を4回繰り返した後に、AUVが浮上することによって、メダル掲揚と関係なくゴール条件を満たすことが可能です。各チーム代表は、審判にゴールしたことを宣言してください。※浮上したかは審判が判断します。

以下に、各タスクを成功した際の「点数」や「成功の条件」について解説しています。

①から⑤までの得点は、往復する度に成否の判定と加点が行われます。

以下に、通常ミッションの得点について解説します。

① ゲート潜り (図5の①)

得点) 往路5点、復路5点、計10点×往復数

説明) Area1とArea2の境界に設置されたゲートをくぐることによって加点されます。ゲートは、コの字の形状で緑色の素材で構成されています。往路 (Area1⇒Area2への移動) と復路 (Area2⇒Area1への移動) のそれぞれで加点されます。

② ブイタッチ (赤、図5の②)

得点) 40点×往復数

説明) Area2の(スタート位置から)最遠方側に赤色のブイが底面から約0.5mの所にあります。ブイにタッチすると1往復当たり40点が加点されます。ブイとAUVの接触は、ダイバーの目視により判定されます。さらに、ゴールするまでの往復毎に点数が加算されます。ただし、AUVがArea2に滞在したままで連続的にブイへの接触を繰り返した場合は、最初の一回以外は加点対象にはなりません。スタート直後、またはブイタッチ(赤)に成功した後では、得点の権利が一時的に消失します。得点の権利を得るには、往復毎に最低一度はArea1をAUVが通過していなければいけません。

③ ブイタッチ (黄、図5の③)

得点) 10点×往復数

説明) Area1の(スタート位置から)最近方側に黄色のブイが底面から約0.5mの所にあります。ブイにタッチすると1往復当たり10点が加点されます。ブイとAUVの接触は、ダイバーの目視により判定されます。さらに、ゴールするまでの往復毎に点数が加算されます。ただし、AUVがArea1に滞在したままで連続的にブイへの接触を繰り返した場合は、最初の一回以外は加点対象にはなりません。スタート直後、またはブイタッチ(黄)に成功した後では、得点の権利が一時的に消失します。得点の権利を得るには、往復毎に最低一度はArea2をAUVが通過していなければいけません。

④ ブイ間の往復 (図5の④)

得点) 60点×往復数

説明) スタート位置から移動して、③ブイタッチ(赤)⇒②ブイタッチ(黄)の順番で得点に成功した場合には、AUVがブイ間を1往復したとして60点を加点します。②と③のどちらかを失敗していた場合には加点されず、通常の往復とし

て扱われます。

⑤ 息継ぎ (図5の⑤)

得点) 5点×往復数

説明) AUVが1往復したときにArea1内で、船体を水面に浮上させること(=息継ぎ)ができます。1往復する度に浮上できた場合には、5点を加点します。息継ぎの判定は、AUVが明らかな浮上動作をしたと審判員が判断した時になります。AUVが航行中に偶然水面に出た場合は加点になりません。

*息継ぎ中の特別ルール: 息継ぎとしてAUVが水面に浮上した際には、Wi-Fiなどの無線通信を用いての動作プログラムの変更を許可します。得点に関係のない範囲での遠隔操作、パラメータの変更や実行プログラムの切替えなどを行うことができます。ただし、息継ぎ中にAUVがArea1外に出てしまった場合は再スタートになります。*

次に、ボーナスチャレンジについて解説します。

⑥ スペシャルターゲットの音響測位 (図6の⑥)

得点) 250点×競技中1回のみ

説明) コースを1往復した後(2往復目以降)にスペシャルターゲットの中心から、おおよそ半径0.5m以内の領域に侵入することで1回のみ250点が加点されます。Area2のプール内壁にスペシャルターゲット(形状は競技会当日に発表)を設置します。スペシャルターゲットの内側には、ピンガーが設置してあります。ピンガーは、14~28kHzの音波を発生します(ただし、14~40kHzの周波数を発生可能なピンガーを使用予定ですので、環境次第では変更する可能性がありますので注意してください)。ピンガーに関する情報は別途資料を確認してください。

スペシャルターゲットの位置は、競技中にも変更することがあります。スペシャルターゲットへは、音響測位を用いて到達した場合しか加点されません。

⑦ メダル掲揚 (図6の⑦)

得点) 50点×ゴール後1回のみ

説明) 4往復後に、Area0もしくはArea1内で浮上後(ゴール条件を満たした状態)にメダルを掲揚した場合に、50点加点されます。メダルは、視認性を有する直径5cmの円形以上の寸法であれば、特に制限はありません。競技中のメダルは、伏せた状態とし、ゴール条件を満たした状態で独自開発のメダル掲揚機構を用いてメダルを水面より上に掲げてください。メダル掲揚に失敗した場合でも、4往復後に浮上した後でゴールを宣言すれば、ゴールと判定されます。



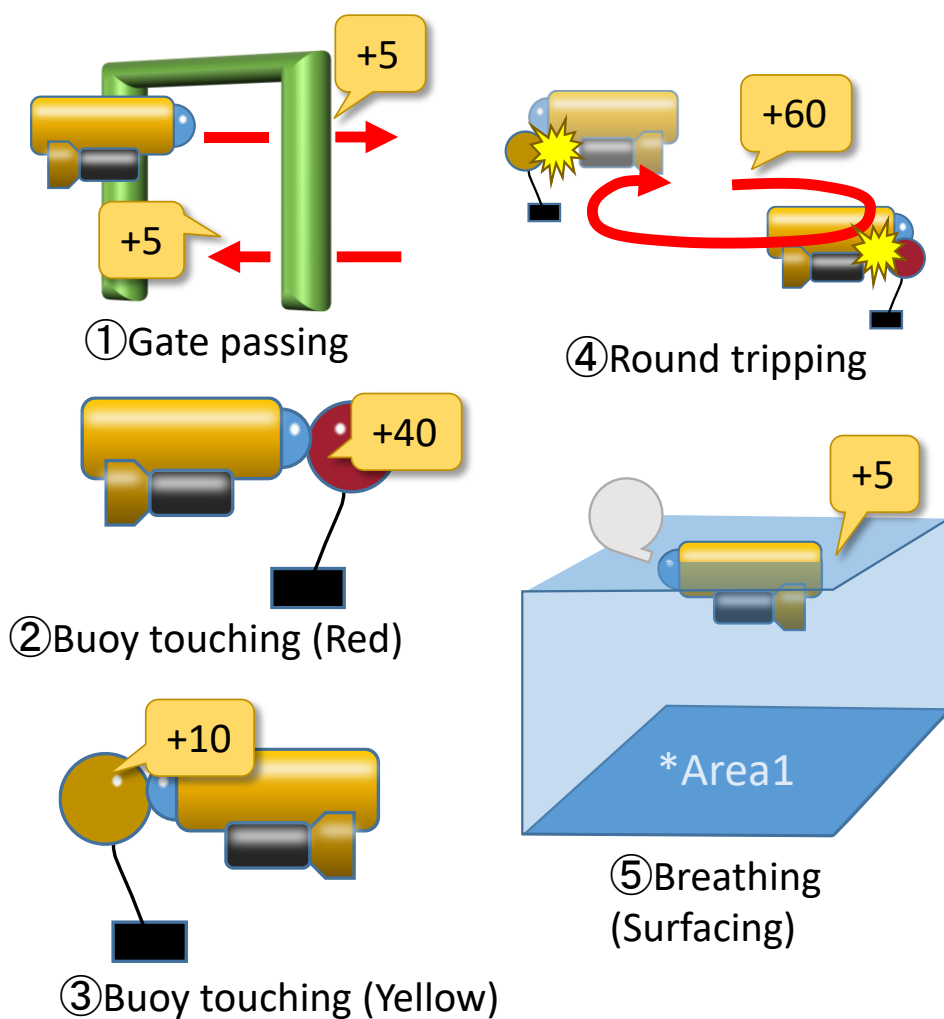


図5：各タスク【①ゲート潜り、②ブイタッチ（赤）、③ブイタッチ（黄）、④ブイ間の往復、⑤息継ぎ（水面浮上）】

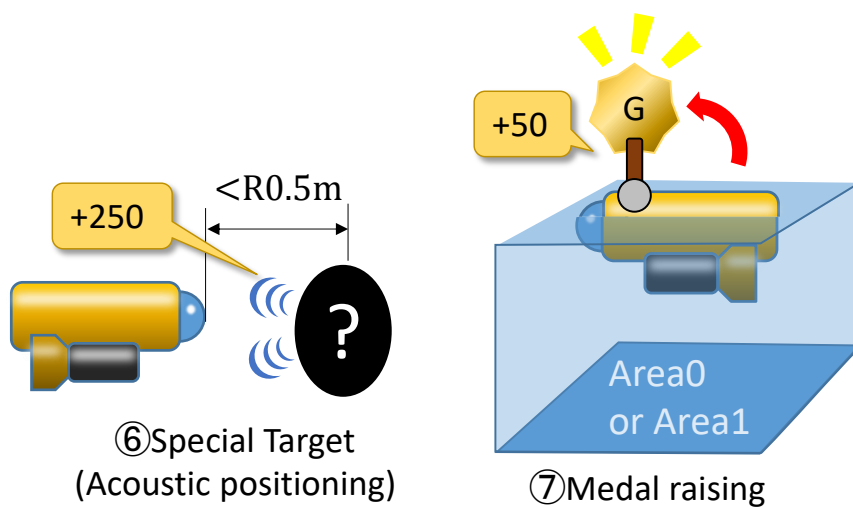


図6：ボーナスチャレンジ【⑥スペシャルターゲットの音響測位、⑦メダル掲揚】

各タスクと得点の順番についてのフローチャートを図7に示します。

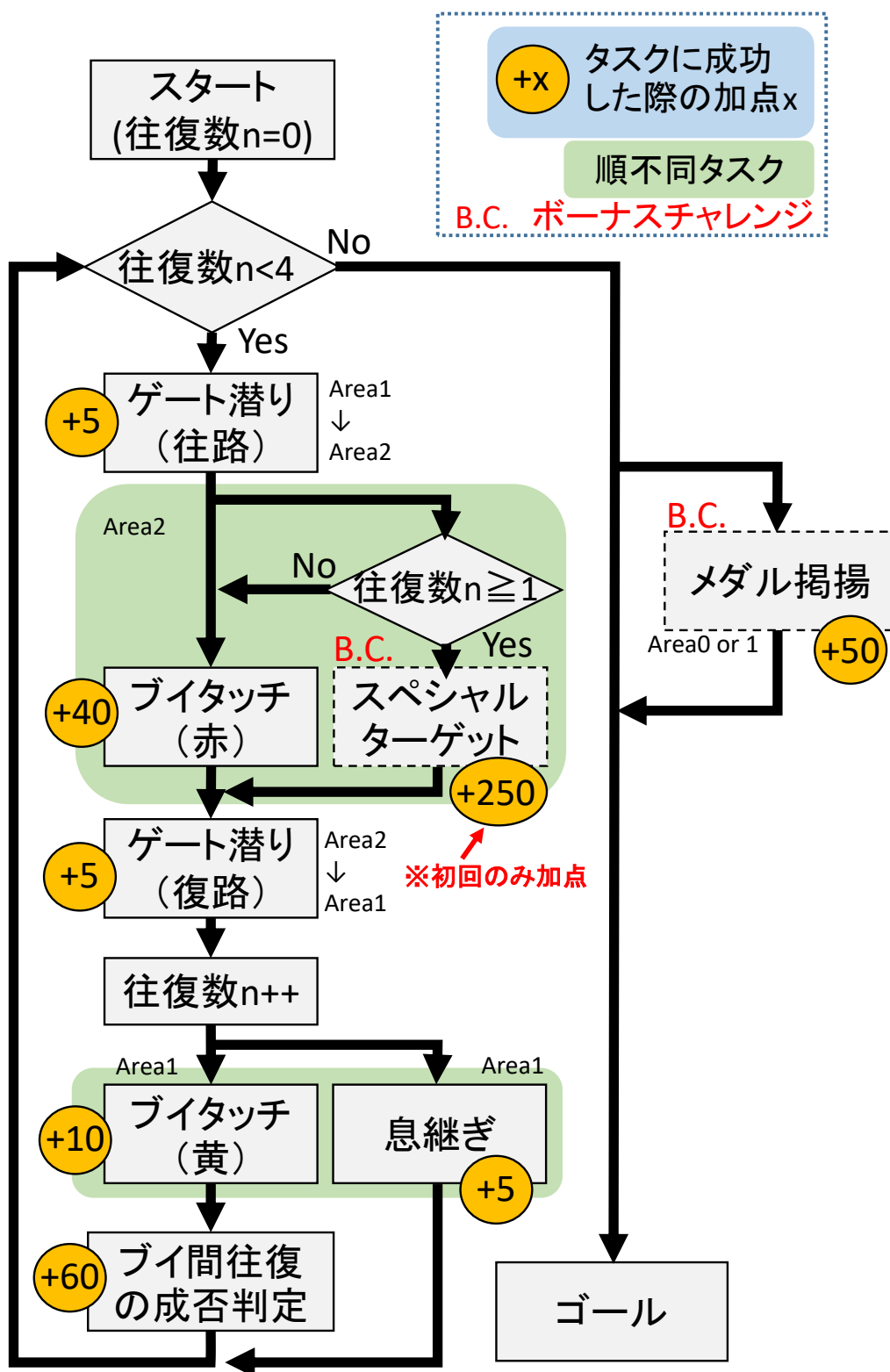


図7: タスクと点数獲得のフローチャート

### 3.5 水槽競技での配点について

競技順位に応じて、以下のように配点します。順位確定後の配点を総合成績に反映させます。競技中に獲得した得点は、勝敗の判定にのみ用いるため、総合成績には直接影響しないことを留意してください。

表 1：競技順位配点表

順位	配点
一位	500 点
二位	400 点
三位	300 点
四位	200 点
その他	100 点

## 4. 運用技術点について

AUV に限らず水中ロボット全般を運用する際に必要になる技術を審査・評価します。運用技術点の審査を希望するチームは、以下の 2 つを用意して競技会当日に運営側へ審査を要求してください。

- 1) 運用技術について扱った紹介動画（詳しくは「紹介動画について」を参照）
- 2) 運用技術に関する資料（ポスター形式にまとめて、PDF ファイルで提出）

運用技術の評価対象となるのは、以下の項目です。それぞれの項目に対して最大 50 点で採点します。採点結果は、総合成績に加算されます。

- A) **携行性**：運用装備一式について、携行性に優れると判断されたもの。  
対象) 持ち運びのしやすさ、装備の展開・撤収の速さなどに関する技術全般、運用装備を整理整頓するための技術全般。
- B) **故障耐性**：運用装備一式について、故障耐性に優れると判断されたもの。  
対象) トラブル予防策やトラブルからの復旧などに関する技術全般。
- C) **安定性**：運用装備一式について、安定性に優れると判断されたもの。  
対象) 長時間の継続運用に耐える技術全般、機械構造や制御システムが外乱に対して頑強にできる技術全般。
- D) **拡張性**：運用装備一式について、拡張性に優れると判断されたもの。  
対象) 計画変更柔軟に対応できるような装置の交換・追加に対応できる技術全般。

(※「運用装備一式」には、水中ロボット側の機構も含まれます。)

## 【Q&A】

**Q1) テザーの使用は認められるのか。あるいは通信機能のないヒモの使用は認められるのか？**

A) 着水，揚収時には使用できますが，プール着水後からはスタート位置に移動する前に外してください。

**Q2) 機体が制御不能になった場合、ダイバーに揚収してもらい（ダイバーヘルプ）、再スタートは可能か。何かペナルティはあるか？**

A) 再スタートは可能です。ただし、再スタート前までに獲得した点数と比較して高得点な方が最終的な点数となります。減点はありませんが，再スタート時には点数はゼロからになります。

**Q3) 再スタートが可能な場合、どの時点からやりなおさなければならないか。Area 0 にいる機体に対して何かしらの方法で指令を送ることは認められるか。**

A) Area0 から再スタートのための処理をしてください。Area0 であれば有線・無線操作も可能です。調整後、Area1 のスタート位置まで移動させてください。また、息継ぎ中であれば無線通信による指令等は可能です。

**Q4) プール底のラインの太さは何センチほどか？**

A) 競技ではプール底面のラインを流用します。25m プール規格では，20cm～30cm です。会場プールのライン幅を直接計測はしていませんがほぼ同じだと思われます。

**Q5) 往復を繰り返してゲート潜りだけを行うのは問題ないか？**

A) 問題ありません。そのような方法も戦略的に有りだと考えています。

**Q6) スタート直後にメダル掲揚をしてもよいか？**

A) 4往復後でなければ、加点対象になりません。また，4往復後のメダル掲揚は，Area0 もしくは Area1 でも点数を得ることができます。ただし，4往復目の息継ぎの点数は Area1 で浮上しなければ獲得できませんので注意してください。

**Q7) 4往復後に浮上した直後にゴールを宣言してもよいか？**

A) 浮上直後であっても宣言がなされればゴールとなります。ただし，浮上したかどうかの判断は審判に一任されます。

## 変更歴

<8/18 変更項目>

変更点①いくつかの説明不足となっていた箇所を加筆修正しました。修正箇所は、青字で記入しています。

変更点②3. 2の **Starting Grid** の図参照番号が間違っていた点を修正しました。

変更点③図2および図3の図中の黄色ブイの位置が **Area0** 内になっていたのを修正しました。

変更点④図7のフローチャート内でボーナスチャレンジが分かりにくかった箇所を修正しました。

変更点⑤Q&Aに **Q7** を追加しました。