

F-REI 座談会

令和7年12月22日

ワールドロボットサミットを通じて 得られた成果と課題

F-REIロボット分野長
野波健蔵



World Robot Summit 2025

World Robot Summit 2025

過酷環境F-REIチャレンジ



本大会 2025年**10月10**日(金)~**12**日(日)

主催 福島国際研究教育機構
(F-REI)

共催 経済産業省

場所 福島ロボットテストフィールド
(福島県)



F-REI
福島国際研究教育機構

参加チーム募集 2025年1月(予定)
最新情報は公式Webサイトへ

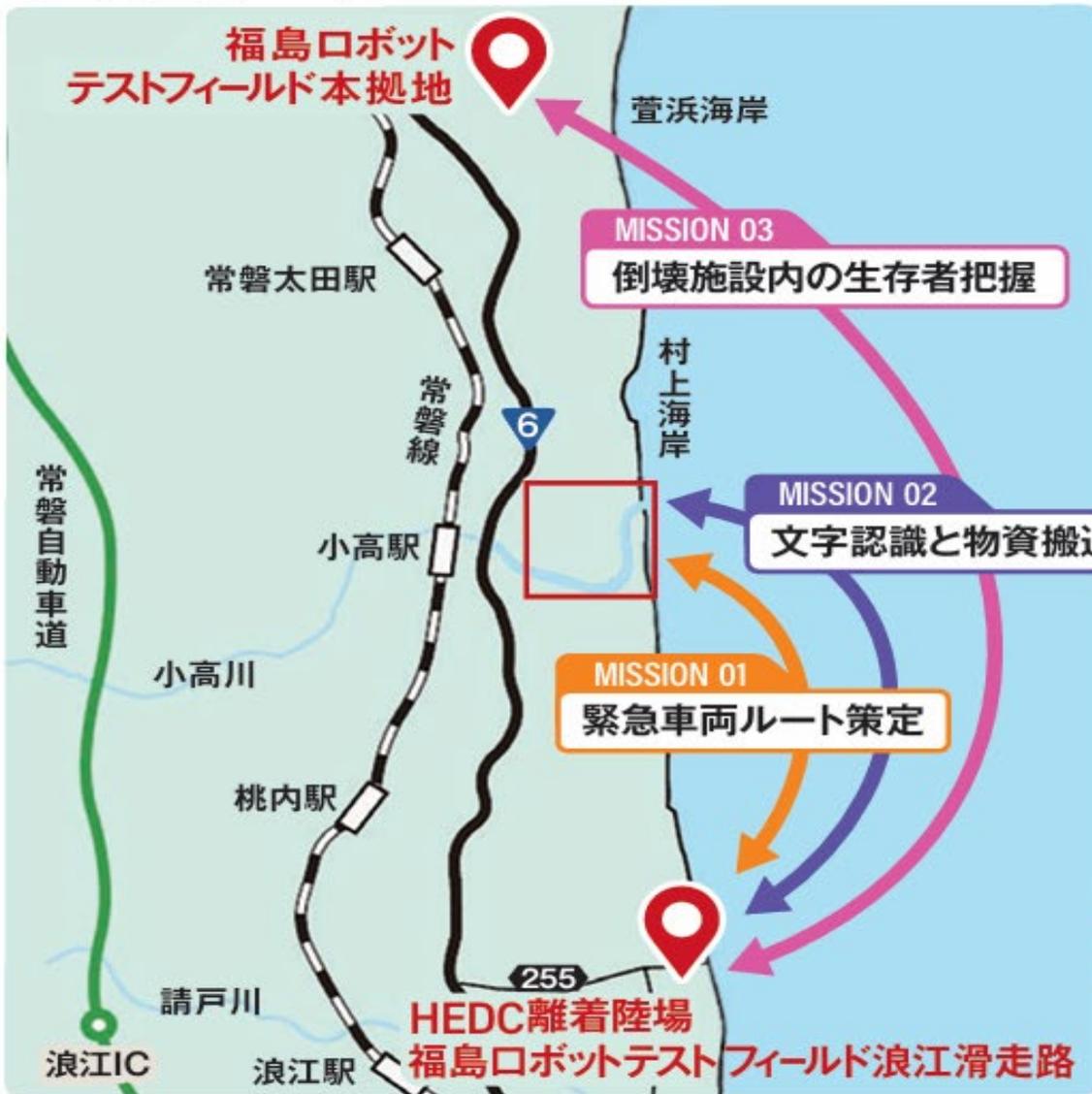


4種類の競技に関するルールブックDL、エントリー、書類提出

チャレンジ名	ルールブックDL (日)	ルールブックDL (英)	エントリー 【うち海外*】 *チーム所属に海外が 限定された場合。 リーダーが海外所属の 場合を除く。	書類提出 【うち海外*】
HEDC (最大10チーム・10名)	220	110	12【7】	9【5】
プラント (最大12チーム・8名)	218	71	17【9】	12【5】
シミュレーション (最大18チーム・4名)	158	22	17【5】	12【2】
STMドローン (最大10チーム・6名)	145	29	12【2】	10【2】
合計	741	232	58【23】	43【14】

過酷環境ドローンチャレンジ競技概要

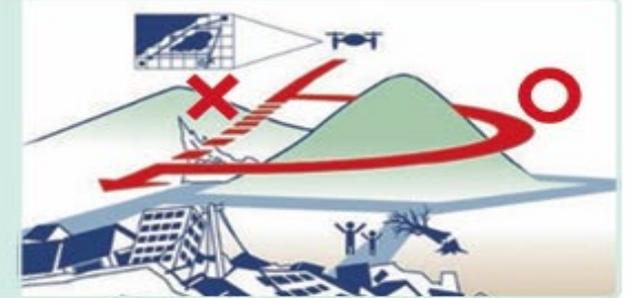
📍 競技エリア



🏁 競技内容

MISSION 01

飛行ロボットを用いた
救援車両のルート探索



MISSION 02

要救助者の場所の特定、
要求救援物資の
把握と搬送



MISSION 03

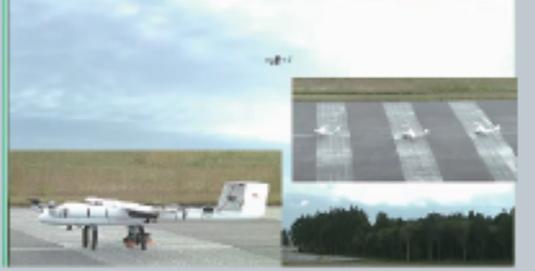
遠隔地建屋内の
被災者状況把握



過酷環境ドローンチャレンジ本戦風景



過酷環境ドローンチャレンジ1位～3位および成果と課題

順位	チーム名 (所属)	チーム概説	利用機体
1位	ICAST (日本) 千葉大学、五百部商事、TKKワークス、Autonomy HD、スペースタイムエンジニアリング	ミッション1,2エリアの調査を実施した。ミッション1のルート確認は不十分だったが、ミッション2の文字判読は完了できた。ミッション3は、市街地エリアに到達し、子機の自動切り離しを実施し、室内の状況の撮影も行った。2.4GHzの適法な電波を活用し、Starlinkのコネクションも確立した。	
2位	ITRI A-Team (台湾) 工業技術研究院	ミッション1、2で完遂はできなかったが調査を行った。ミッション3は、LTE活用だったが、市街地エリアに初めて到達した。一方、子機の操縦は現場での手動操作であった。子機は建物内部に子機を進入し、複数階の探索を行った。	
3位	MARS ZERO+UoA (日本) 南相馬ロボット産業協議会、会津大学	ミッション2について、大幅な遅れがあったが、文字の撮影ができていた。電波中継を固定翼の特性を理解して実施したことが斬新であった。一方、無線リンクが切れてすぐにリターンtoホームの設定であったことで、競技が中断となった。	

プラント災害チャレンジ競技概要

競技概要

デジタルツインを導入し、老朽化したプラントにおける異常発生時の緊急対応と調査・点検を行い、「プラントロボットデジタルツインシステム[®]」の構築を目指します。

※詳細はルールブック参照(後日公開)

本大会で追加される過酷要素



P5 トンネル事故対応

トンネル内多重事故が発生、点検ロボットが出動します。トンネル内の事故車両内探査をするとともに、要救助者の人数と場所の報告を行います。

競技内容

ミッションP1



調査点検と設備調整

狭い場所での移動や視覚的な障害下での点検調整作業

ミッションP2



異常検知

煙や水蒸気発生など視覚的な障害下での異常検知と緊急対応

ミッションP3



異常診断:タンク

風雨下での大型構造物の健全性評価診断と検査報告の正確さ

ミッションP4



瓦礫除去/ パルブ操作

環境変化へのリアルタイム適応性と通信障害下での作業能力

ミッションP6



事故対応

事故発生後のプラント内被災状況を迅速に収集しデジタルツインに報告するとともに、指示された緊急対応を実施

プラント災害チャレンジ1位～3位および成果と課題

順位	チーム名 (所属)	チーム概説	ロボット
1位	NuTech-R (日本) 長岡技術科学大学	地上移動ロボットとドローンとの連携により日常点検の効率化を図るとともに、緊急時における適切な対応を可能とするロボットシステムを実現していた。トンネル内で行方不明者を唯一発見でき、通信障害下でも被害の拡大を防ぐための丁寧な瓦礫除去ができた。	
2位	Quix (日本) 東北大学	形態（クローラ・脚ロボット）の違う地上移動ロボットとドローンと連携し、それぞれの特徴を活かした点検作業や事故対応を行った。日常点検能力だけでなく事故発生後の迅速かつ広範囲の調査を達成できた。	
3位	MISORA+UoA (日本) 南相馬ロボット産業協議会、会津大学	地上移動ロボットとドローンとの連携により日常点検の効率化を図るとともに、自律移動巡回を競技中に試みデジタルツインにロボットの位置情報を送信した唯一のチームであった。また、タンク表面の健全性評価診断能力に優れていた。	

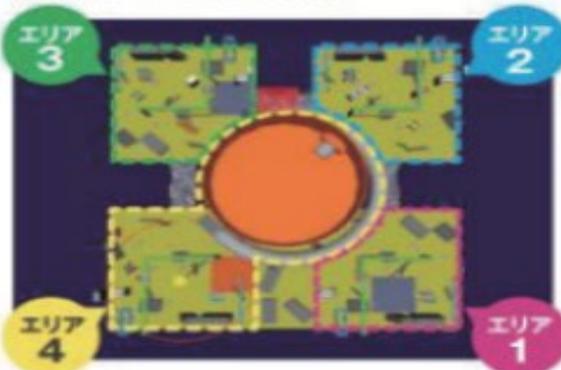
プラント災害チャレンジ（トンネル災害）本戦風景



シミュレーション災害チャレンジ競技概要

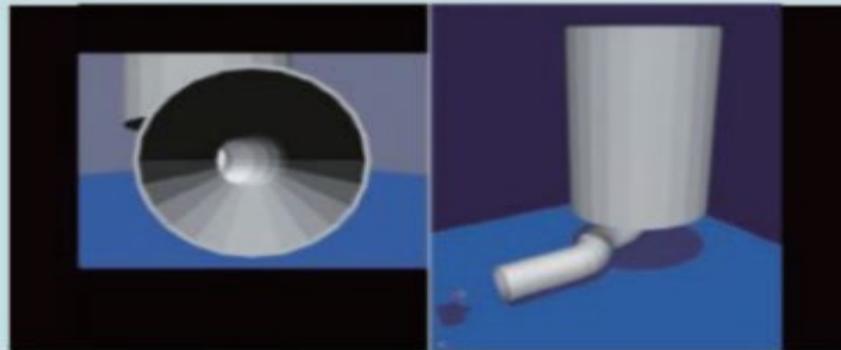
競技概要

プラント災害における、実機では困難な、より過酷環境下を想定した競技を行います。シミュレーション競技は実機競技とは異なりロボットやドローンが競技中に壊れることはありません。そこで、被災後のプラントや構造物等内での災害対応(要救助者の探索、要修理箇所の確認、対応、避難経路の確保など)を行います。



1フロアに4つの競技エリアが準備されており、各エリアでタスクを行います。また、各エリアはセッション1~6とファイナルの7段階の追加要素が準備されており、セッション毎にエリアの状況が変わっていく中で競技が行われます。

本大会で追加される過酷要素



タンク内の点検

屈曲した配管の先にあるタンク内の点検作業を行います。災害による狭窄、配管内への浸水、煙の充満等が発生している配管から侵入し、タンク内で発生している障害の状態を確認する。

競技内容



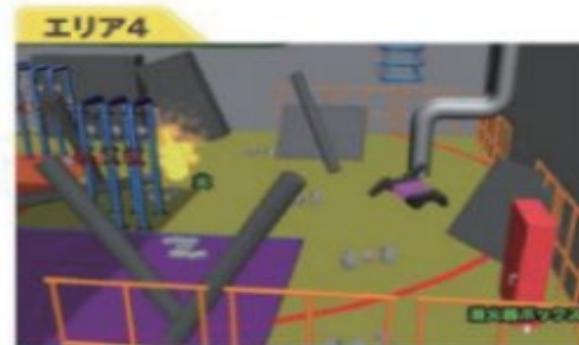
レバー操作

- スイッチを上げる、電灯を付ける。
- エリア全域を探索し、設置している二次元バーコードを読み取る



バルブ操作

- バルブを操作し、漏れている気体、液体を止める
- エリア全域を探索し、設置している二次元バーコードを読み取る

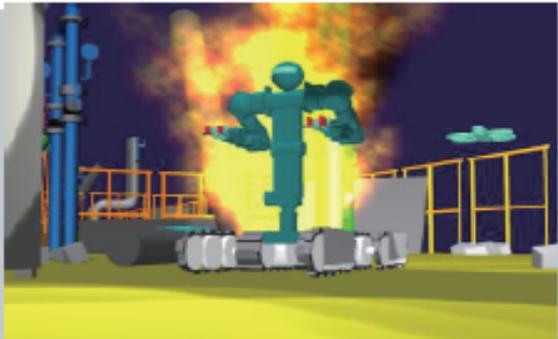
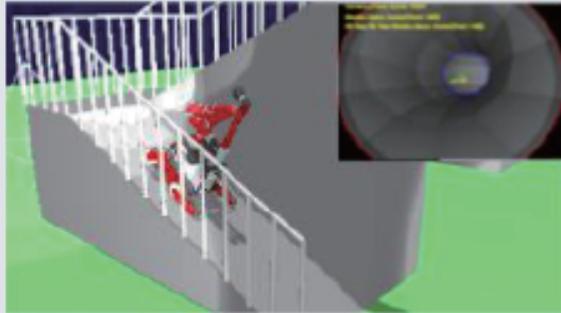
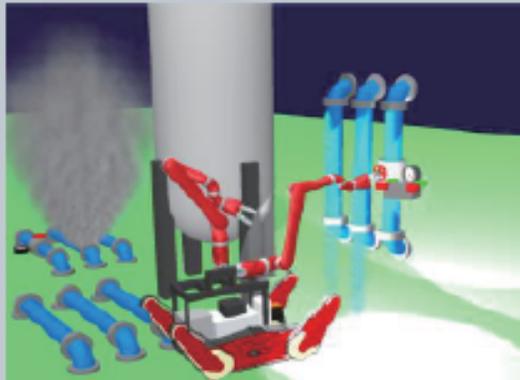


消火作業、ダクト侵入、タンク内調査

- 消火栓ボックスからホースを取り出し、消火を行う。
- ダクトから侵入し、タンク内を調査する



シミュレーション災害チャレンジ1位~3位および成果と課題

順位	チーム名 (所属)	チーム概説	ロボット
1位	NITRo-UI (日本) 名古屋工業大学	<p>双腕マニピュレータを備えたクローラ型UGVとパンチルト機構・カメラ・測距センサを搭載した小型UAVを新たに設計し、それぞれ複雑作業と迅速な環境調査を可能にした。また、レスキューロボットの運用経験を基に、ゲームパッドで直感的に操作できるユーザインタフェースを開発した。</p>	
2位	REL-UoA (日本) 会津大学	<p>360度視野の第3視点カメラを備えた新型プラットフォームロボットを開発し、双腕アームの動作確認と作業全体の多角的観察を実現した。LiDARとRGB-Dカメラによる坂道走行の自動化も行った。さらに、距離センサとRGBカメラを組み合わせたUGVを開発しダクト内の自動走行・点検も行えた。</p>	
3位	SAZANKA (日本) 名古屋工業大学	<p>プラットフォームロボットにQRコード、バルブメータ認識機能を追加し、迅速かつ正確なタスク遂行を実現した。事前段取や予想マップを準備し、練習により不測の事態にも対応できる体制を整え、オペレータ間の連携と安全を重視してミッションに取り組んだ。</p>	

シミュレーション災害チャレンジ本戦風景



標準性能評価ドローンチャレンジ競技概要

競技概要

プラントや災害現場を抽象化した、様々な過酷環境因子を伴うフィールドにおいて、4つの性能について評価します。

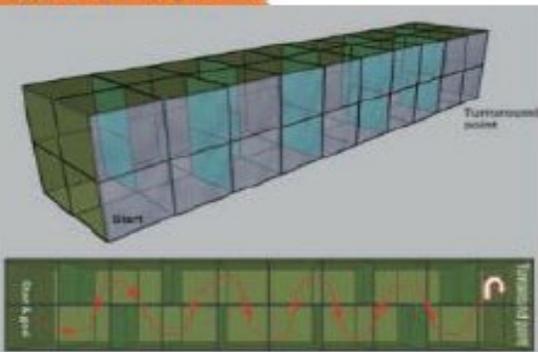
過酷環境下における、ドローンの社会実装促進を目指します。

性能評価内容

- 運動性能 (MOB)
- 地図生成能力 (MAP)
- 探査性能 (DEX)
- 自律性能 (AUTO)

競技内容

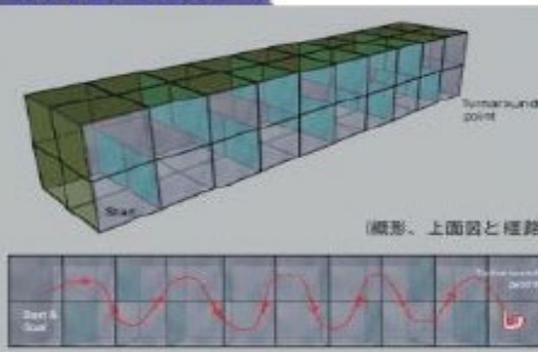
競技フィールド1



狭隘空間 水平スラローム

閉鎖空間において交互に配置された垂直壁を回避しながら往復を行います。

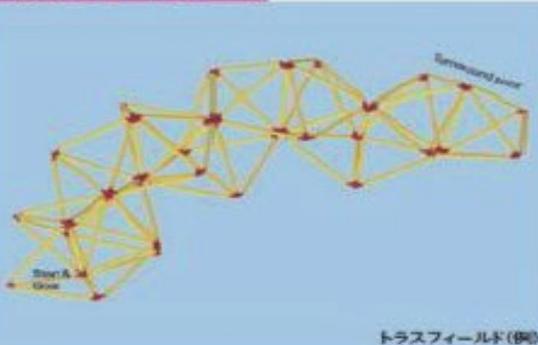
競技フィールド2



狭隘空間 垂直スラローム

閉鎖空間において交互に配置された水平壁を回避しながら往復を行います。

競技フィールド3



トラスフィールド

パイプで構成された正四面体と三角柱を組み合わせたトラスフィールドの往復を行います。

競技フィールド4



複合型 (シークレット フィールド)

競技フィールド1~3の基本単位を組み合わせたフィールドで競技当日に公開されます。

本大会で追加される過酷要素



[過酷環境因子の導入]

- 狭隘開口部
- 粉塵DST (粉もしくは紙片)
- 風
- 閉鎖空間
- 強光
- 煙FOG
- 暗所ネゴシエイトNEG
- 雨

標準性能評価ドローンチャレンジ1位~3位および成果と課題

順位	チーム名 (所属)	チーム概説	ロボット
1位	Team Sogakkan (日本) 那須管財株式会社、関西学院大学総合政策学部	ドローンを積極的に改良し、性能を大幅に向上させて多くのタスクを完遂した。探査においては画像処理による自動読み取りを実現し、地図生成も実現して自律化に向けた技術力を示した。	
2位	NITRO Drone (日本) 名古屋工業大学	ドローンの改造により、さまざまなタスクを完遂した。特に拭き取りタスクをほとんど遂行できた。難易度の高いシークレットフィールドにおいても多くのタスクを実現できた。	
3位	Raptors PL (ポーランド) Lodz University of Technology	超小型で完全マニュアル操作のクアッドロータードローンで高速移動を実現した。高い操作技術でタスクをクリアした。また、画像処理によるターゲットの自動認識や地図生成にも挑戦した。	

標準性能評価ドローンチャレンジ本戦風景



過酷環境F-REIチャレンジの評価の視点と賞金総額

1. 大規模災害時の過酷環境において、ロボット・ドローンがいかに有効に機能しうるかを実証する
2. HEDC: ミッション達成度、所要時間、安全性、法令順守
3. プラント: 異常検知の正確性、作業の迅速性、環境適応性
4. シミュレーション: 2と同じ
5. STM: 操縦性、器用性、マッピング能力、自律性
6. 賞金総額: 5千万円

HEDCの技術的要求事項と本大会で実現できた成果（茶色）

1. 航空法、電波法および国内法規の厳格な順守
2. 安全飛行管理システムの実装と運用
3. 過酷環境でも途絶しないロバストな通信能力
4. リアルタイム映像伝送と画像解析
5. 高精度自律飛行能力と障害物回避
6. GPS非依存型の屋内自律航法システム(FPV技術)
7. 高精度オルソ画像作成および高精度3Dマッピング技術
8. 物資搬送能力と高精度物資リリース技術
9. 風雨など悪天候・低照度条件下での飛行能力



プラント競技の技術的要求事項と課題（黄色）

ミッションP1: 調査点検と設備調整(デジタルツイン対応)

ミッションP2: 異常検知(デジタルツイン対応)

ミッションP3: 異常診断(デジタルツイン対応)

ミッションP4: がれき撤去・バルブ操作(デジタルツイン対応)

ミッションP5: トンネル災害対応

ミッションP6: 事故対応(決勝戦参加チームのみ)

デジタルツイン技術の活用(仮想空間にプラント設備の詳細な3Dモデルが構築されているが、この技術をフルにかつできたチームはなかった。複数のセンサデータを統合したマルチモーダル異常検知システムが有効とされているが、どのチームも導入できていない

シミュレーション競技の技術的要求事項と課題（黄色）

- セッション1: 通常環境(レバー操作、バルブ操作など)
- セッション2: 照明低下(視認性が悪化、露光調整やライト必要)
- セッション3: 煙の発生(煙が充満、光学カメラは限界)
- セッション4: 通信障害(無線通信が断続的に遮断、自律性要求)
- セッション5: 狭隘ダクト航行(直径30cmのダクト内移動)
- セッション6: タンク内部調査(煙が充満したタンク内調査)
- セッション7: 総合緊急対応(火源を特定して消火、耐熱性要求)

セッション1, 2は多くのチームはクリアしたが、セッション3になると、一部のチームのみで。セッション5を1チームが行った。セッション4, 6, 7は取組みなし

STM競技の技術的要求事項と成果（茶色）

フィールド1: 狭隘空間水平スラローム(ゲート幅徐々に狭くなり、ゲートを順番に通過して、所要時間と正確性)

フィールド2: 狭隘空間垂直スラローム(急激な高度変化にともなうゲート通過をする必要有、3次元的操作能力)

フィールド3: トラスフィールド(マッピング能力を評価、3Dスキャンで3Dモデル作成)

フィールド4: 複合型シークレットフィールド

各チームはそれなりの成績を収め、操縦性と自律性において一定の評価が得られた。1位と3位は画像処理や地図生成を行い、2位は難易度の高いシークレットフィールドでのタスク達成した

4つの競技の総合的成果（茶色）と課題

1. **GPS非依存型のSLAM技術の実用レベルの成果と、一層の高精度マッピング技術の高度化**
2. AIの高度な利用とデジタルツイン連携技術の実用化が本大会では検証出来ていない。仮想空間と実空間のリアルタイム連携を実用レベルまで完成させること
3. **通信技術の革新と冗長性の確保、スターリンクミニなどの衛星通信活用、通信プロトコルの最適化で一定の成果、一方、通信断絶時の自律行動と複数の通信手段等の冗長化**
4. 3Dリアルタイムマッピングの高度化と情報共有、とくに、複数ロボットの協調マッピングの実現
5. 複数ロボットの協調運用による技術統合による相乗効果

過酷環境F-REIチャレンジのあるべき姿

1. 産学官連携、産学連携によるチーム編成の推奨と促進
ICASTの優勝チームにみられるように、短期決戦でミッションが明確な場合は、それぞれのスキルを活かせる
2. 海外強豪チームが参画できる工夫を考える、助成金の前渡しなどによるインセンティブ、クラス分けをした競技のやり方
3. 競技内容の一層の高度化を目指し、技術の進歩に同期した適切なチャレンジ内容とすること、同時に、ハードルをあげていき、常に新規性を出していく
4. 天候に左右されない競技も準備する
5. 電波法等は世界標準を適用し、総務省と早めに準備していく

ご清聴、ありがとうございました。



Adobe Stock | #1033745954