

福島イノベ構想・F-REIコミュニティフォーラムin会津大学

ロボット分野の研究開発 ～過酷環境ロボティクス～

福島国際研究教育機構 (F-REI)
研究開発推進第一課 課長 大谷 謙仁

2025年11月19日

福島国際研究教育機構

Fukushima Institute for Research, Education and Innovation



過酷環境ロボティクスへの挑戦

- 人が立ち入ることが困難な過酷環境で、ロボット技術が人命救助と社会インフラ維持等に貢献
- ロボットが苦手とする閉鎖狭隘空間、暗所、非GPS環境での課題解決にも挑戦



過酷環境とは？

温度、圧力、放射線、重力、磁力、pH などが人間を含む一般的な生物の生存条件を大きく逸脱した環境

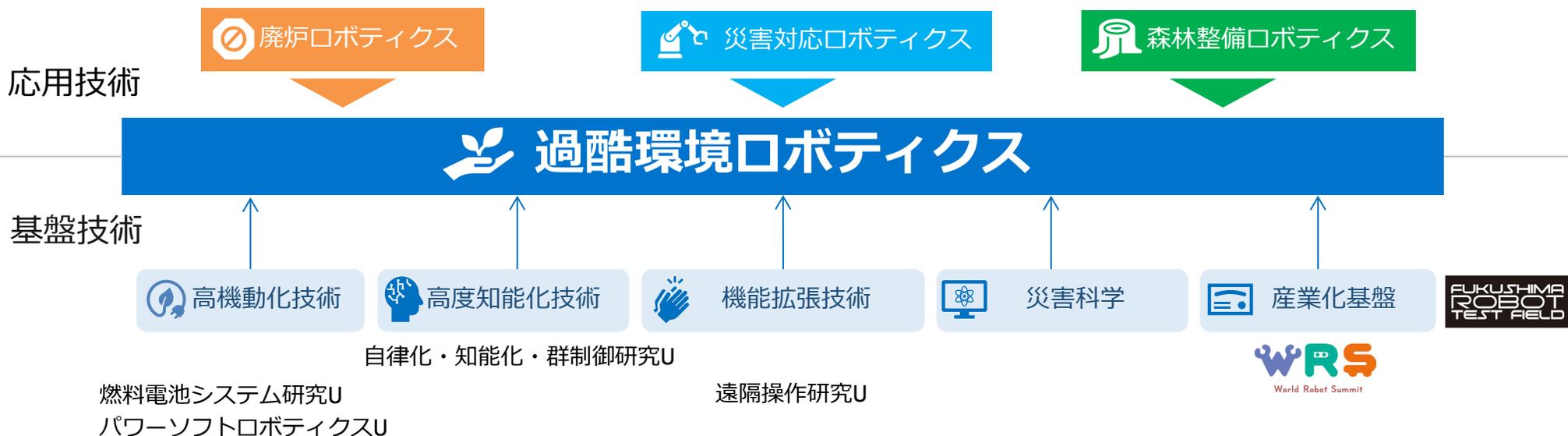
- 極端な高温・低温
- 強い放射線、真空、高圧
- 強い酸性・アルカリ性の化学環境
- 強い磁場、重力・無重力
- 粉塵や崩壊リスクのある物理環境



F-REIロボット分野の研究ポートフォリオ構想

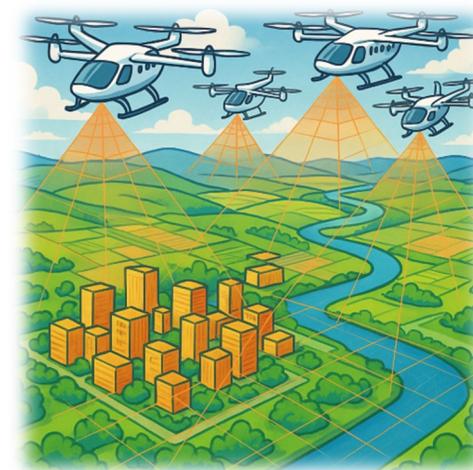


- ロボット分野は、「過酷環境ロボティクス」という新たな研究領域を掲げ、研究と社会実装に挑戦
- 国研や大学等のロボティクス研究と差別化し、我が国独自の先端技術の確立を目指す



自ら考え、群れて動く。災害の空と大地を、知能が救う 自律化・知能化・群制御研究ユニット

- UAV（無人航空機）とUGV（無人地上車両）の自律化・知能化・群制御技術を核とした災害対応ロボットの研究開発。
- 通信途絶環境でも自律行動し、複数ロボットが協調して救助・輸送・監視を実施可能なシステムの構築。
- AIによる意思決定やSim-to-Real技術を活用し、実災害現場での実用化を目指す。



長時間・高積載。燃料電池ドローンが、新たな道を切り拓く 燃料電池システム研究ユニット

- 長時間飛行と高積載を実現する「強靱なドローン」を実現
- 既存のリチウムイオン電池では困難な高効率・軽量化を達成するため、世界トップレベルのドローン用燃料電池システムを開発

力触覚が拓く、遠隔操作ロボットの繊細な未来 遠隔操作研究ユニット

- 高温・高湿・高線量・真空など、人が立ち入れない過酷環境で繊細な作業を行う遠隔操作ロボットの開発
- 複雑な電子機器に依存せず、直感的かつ自在な操作を実現する技術の研究
- 力触覚（ハプティクス）技術を導入し、人の指先のように力加減を調整できる精密で柔軟な動作を可能にする



タフで優しい、未来のロボット パワーソフトロボティクスユニット

- 過酷環境で動作する新型アクチュエータと、それを用いた「心優しい力持ちロボット」の開発
- 大出力と繊細な操作を両立させるフルードパワー（油圧・空気圧）技術の研究
- 災害対応や森林管理など多様な産業分野への応用と社会貢献を目指す

ドローンに関する最近の活動報告

福島国際研究教育機構

Fukushima Institute for Research, Education and Innovation



- 過酷環境とは：「人間が生存できる条件から大きく逸脱した環境」
例：極端な温度、圧力、放射線、重力、磁力、pHなど
- 特徴：人間の代替としてロボットが必要とされる環境
非構造的でロボットにとっても困難な環境
- 評価の視点：実災害現場で役立つ技術かどうかを、競技と標準化の両面から評価
- 目的：競技と標準化を通じてロボット・ドローン技術の社会実装を促進
福島開催により、地域の経験と知見を次世代技術へ継承

ドローン系



過酷環境ドローンチャレンジ (HEDC)

悪条件下でのドローン運用能力
を試す

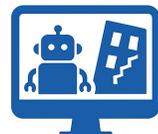


標準性能評価ドローンチャレンジ (STM)

ドローンの基本性能を客観的に評価し、
標準化へ



プラント災害チャレンジ
工場・発電所での迅速な点
検・操作を競う



シミュレーション災害チャレンジ
仮想空間で大規模・複雑な災害シ
ナリオに挑む

WRS 2025 過酷環境F-REIチャレンジの開催概要



主催：福島国際研究教育機構(F-REI)

共催：経済産業省

後援：復興庁、福島県、南相馬市、浪江町

会場：福島ロボットテストフィールド（南相馬市）
浪江滑走路（浪江町）
秋桜アリーナ（浪江町地域スポーツセンター）

会期：2025年10月10日(金)、11日(土)、12日(日)

競技：過酷環境ドローンチャレンジ (HEDC) 5チーム (うち海外2)
プラント災害チャレンジ 10チーム (うち海外3)
シミュレーション災害チャレンジ 10チーム (うち海外1)
標準性能評価(STM)ドローンチャレンジ 9チーム (うち海外2)

✎ 競技概要

大規模災害が発生した際に、先端的なロボット技術によって迅速な人命救助を行うことを目的とした競技会です。

災害現場では、地上や海上の交通手段を使用できないケースが想定されます。その為、飛行ロボットやドローン(回転翼や固定翼、VTOL機など)を複数機使用し、被災状況の調査や被災者に対する救援物資の供給など、3つのミッションを行います。

📍 競技エリア



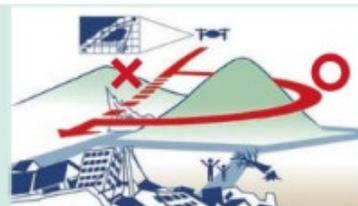
💡 競技のポイント

- 1 災害発生時の状況調査と被災状況の正確さ、そして救援車両のルート探索などの迅速性。
- 2 被災者の探索、被災者が必要とする救援物資の判読や物資搬送の正確さと迅速性。
- 3 建屋内の被災状況調査、被災者の探索、そして被災者情報の正確さと迅速性。
- 4 複数機体のフォーメーションにおける、電波中継などの信頼性と安全性。

🚩 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



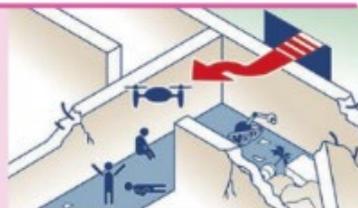
MISSION 02

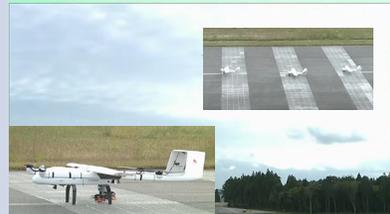
要救助者の場所の特定、要求救援物資の把握と搬送



MISSION 03

遠隔地建屋内の被災者状況把握



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	<ul style="list-style-type: none"> ミッション1・2でサーベイを実施。ミッション1のルート調査は不十分だったが、ミッション2の文字判読を完了。 ミッション3では子機の自動切り離しと室内撮影に成功。 衛星通信 (Starlink) を確立し、技術・通信の完成度が高く、総合的に最優秀と評価された。 	
2位	ITRI A-Team (台湾) 工業技術研究院	<ul style="list-style-type: none"> ミッション1・2でサーベイを実施 (未完遂) ミッション3ではLTE通信を活用し、RTF本拠地に到達 現場での手動FPV操作により、子機を建物内へ進入させ、複数階の探索を実施した 	
3位	MARS ZERO+UoA (日本) 南相馬ロボット産業協議会、会津大学	<ul style="list-style-type: none"> ミッション2で文字読み取り結果の提出が遅れたものの、撮影自体は成功と評価 固定翼機による独創的な電波中継を実施 無線切断時に自動帰還する安全設定が結果的に不利に働いた点が惜しまれた 	

過酷環境ドローンチャレンジ (HEDC) 競技状況 (1)

- ・ RTF浪江滑走路からRTF本拠地の13kmを飛行したのは初。ミッション3の探索を実施

ICAST (千葉大学 etc.)



ITRI-A (台湾 ITRI)



過酷環境ドローンチャレンジ (HEDC) 競技状況 (2)

- ・ FPV (一人称視点操縦ドローン) により建物内での人命捜索を実施

ICAST (千葉大学 etc.)



ITRI-A (台湾 ITRI)



WRS 2025 上位チームに共通する優位な技術アイテムは以下の通り

1. 産学連携によるシステムインテグレーション
2. GPS非依存型航法技術の実証
3. 過酷環境通信のロバスト性への挑戦
4. AI活用によるリアルタイム画像処理

1. 産学連携によるシステムインテグレーション

- ・ HEDC競技に優勝のICASTは、大学の技術（SLAM、3次元マッピング）と企業の機体・通信システムを組合せ、実用性の高いシステムを短期間で開発

2. GPS非依存型航法技術の実証

- ・ GPSが届かない屋内で、LiDARとビジュアルSLAMの組合せがSTMドローン競技の上位チームに採用され、実用レベルを実証

3. 過酷環境通信のロバスト性への挑戦

- ・ 通信途絶に対し、衛星通信（StarLink）の活用や通信手段の冗長化が、HEDC競技の勝敗を分ける鍵

4. AI活用によるリアルタイム画像処理

- ・ HEDC競技のルート探索、プラント競技・STMドローン競技での自動読み取り・認識など、AI活用によるリアルタイム画像処理技術等の有効性を検証

- 「過酷環境ロボティクス」を中核とした研究開発拠点を形成
- 廃炉、災害対応、森林管理など、人が立ち入れない現場で人を代替する活動を行うロボット技術の創出
- 遠隔操作、自律・群制御、ドローン用電源（燃料電池）、アクチュエータなどの基盤（コア）技術を研究開発
- 空・陸の模擬フィールド・実環境での実証と社会実装を推進
- 災害対応の課題解決を通じた安全・持続可能な社会への貢献



F-REI

福島国際研究教育機構
Fukushima Institute
for Research, Education
and Innovation