



F-REIのロボット分野における 研究開発の概要

ロボット分野 副分野長
松野文俊

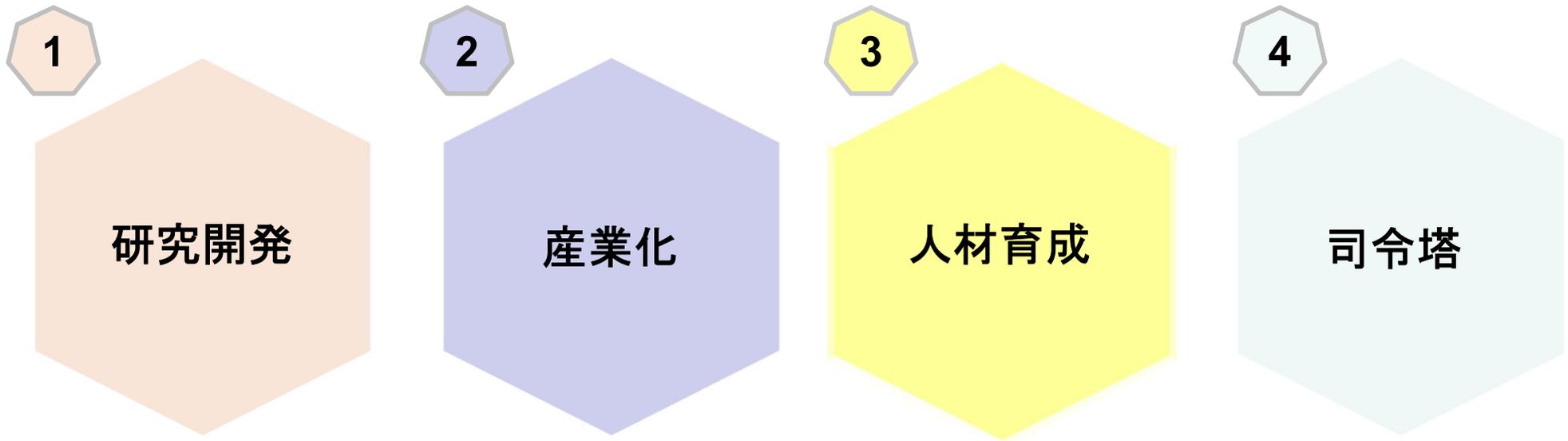
福島国際研究教育機構
Fukushima Institute for Research, Education and Innovation
(F-REI)

福島国際研究教育機構 (F-REI)

- 福島国際研究教育機構 (Fukushima Institute for Research, Education and Innovation 略称:「F-REI: エフレイ」)は、福島復興再生特別措置法に基づき、令和5年4月1日に設立された特殊法人
- 福島をはじめ東北の復興を実現するための夢や希望となるものとするとともに、我が国の科学技術力・産業競争力の強化を牽引し、経済成長や国民生活の向上に貢献する、世界に冠たる「創造的復興の中核拠点」を目指す
- 研究部門は5つの分野で構成され、各分野10ユニット(1ユニット10名の研究者、1ユニット年間2億円の予算)で、2029年度には500名の研究者を擁する組織となる計画
 1. ロボット分野
 2. 農林水産業分野
 3. エネルギー分野
 4. 放射線科学・創薬医療、放射線の産業利用分野
 5. 原子力災害に関するデータや知見の集積・発信分野



F-REIの機能



F-REIの5分野



ロボット分野の方針

耐放射線性、耐水性、耐熱性などを備えた高機動性を有するロボットの開発、自律制御、群制御などを実現するための知能研究、生物がもつ感覚機能などを高める機能拡張研究などを行う。それらの成果を活用して、廃炉や災害時、宇宙空間などの過酷環境下で稼働できる高機動性ロボットの開発、高ペイロードで長時間飛行が可能な高機能ドローンの開発、自律移動型ロボットの開発などを推進する。

過酷環境ロボティクス

過酷環境の定義

過酷環境とは、生命体にとって生存の危機となる環境のみならず、人工物としてのロボットが正常に機能することが困難な環境を含むものと定義する。

その要因としては、高熱、極低温、大きな温度差、高湿度、高放射線量、強磁場、高圧力、真空／低酸素、低照度、強風、豪雨、極端なpH（強酸性・強アルカリ性）、通信途絶環境、未知の不整地環境、閉鎖狭隘空間などが挙げられる。

過酷環境ロボティクス

このような過酷環境において、ロボットが安定して稼働し、人間作業者と同等あるいはそれ以上の能力を発揮することを目指し、以下の技術開発を推進することが過酷環境ロボティクスの使命である。

- **要素技術の研究開発**: 耐環境材料、センサ・アクチュエータ、電源・エネルギー源および管理、通信技術、AIなど。
- **統合化技術の確立**: 上記要素技術を統合し、システムとして高い信頼性と堅牢性を実現する設計・制御・運用技術。
- **実タスク遂行の実証**: 災害現場、宇宙、深海、原子力施設などの実フィールドにおけるタスク遂行を通じた実効性の検証。
- **社会受容性と社会実装の推進**: 安全性・信頼性を確保するとともに、社会的合意形成を経て、持続的に運用可能な形での実装を図る。

ロボット分野：10ユニット、100名の研究者

過酷環境ロボティクス

廃炉ロボティクス

災害対応ロボティクス

森林作業ロボティクス

•F-REIで研究開発を行う視点

複合災害を経験した福島で、廃炉や自然災害等の過酷環境で機能を発揮するロボット・ドローンの研究開発を行う。

分野長



野波健蔵
(千葉大学名誉教授)

副分野長



松野文俊(大阪工業大学、
京都大学名誉教授)

ユニットリーダー

遠隔操作研究U



大西公平
(慶応大学)

自律化・知能化
・群制御研究U



富塚誠義
(UCB)

燃料電池システム
研究U



飯山明裕
(山梨大学)

パワーソフト
ロボティクスU



鈴木康一
(東京科学大学
名誉教授)



過酷環境ロボティクス



廃炉ロボティクス

災害対応ロボティクス

森林作業ロボティクス

		応用研究(応用研究 基盤研究 ユニット) (基盤研究ユニット)	廃炉ロボティクス 国際連携・廃炉遠隔技術	災害対応ロボティクス 災害対応技術高度化	森林作業ロボティクス 第2・第5分野との連携
高機動化技術	耐放射線半導体 (委託研究)		●	●	●
	燃料電池システム研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
高度知能	パワーソフトロボティクスユニット (内製化研究)		●	●	●
	自律化・知能化・群制御研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
機能拡張技術	遠隔操作研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
災害科学	空間把握 (広域・局所) プラニング (委託研究)		●	●	●
産業化基盤研究	過酷環境ロボティクス(性能評価・標準化、WRSの方向性)		●	●	●

ロボット

リアルハプティクス

Real Haptics

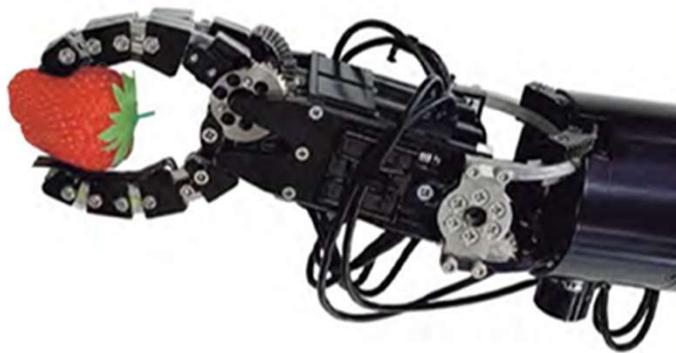
遠隔操作研究ユニット

ユニットメンバー

大西 公平(ユニットリーダー)/大石 潔(ユニットサブリーダー)
浅井 洋/西藤 佑貴/Padron Parraga Juan Vicente
De Silva Diwadelage Kasun Prasanga

「力触覚」を搭載することで、より高精度で自立的に動作する遠隔操作ロボットを開発。

当ユニットは、高湿、高温、高雑音、真空など、過酷な環境下でも作業ができる遠隔操作ロボットの研究開発を行っています。研究の第一段階としてめざしているのは、複雑な電子部品やコンピュータを搭載しなくても、自由自在に遠隔操作できるロボットの開発。それに成功した際には、ロボットに「リアルハプティクス技術」を導入して、より繊細な作業が行える性能を搭載する予定です。「ハプティクス」とは、触覚半のこと。人は、触った感触からものの硬度や重さを判断し、力加減を調整することができます。やわらかくて壊れやすいものは優しく、重たくて頑強なものは力を入れて触る。ロボットがこういった判断を自立的にできるようになれば、より繊細な作業を任せることが可能に。器用で優しい動作で、私たちを助けてくれる。そんなSF小説や映画に登場するようなロボットを「力触覚」という観点から実現することが、当ユニットの最終目標です。

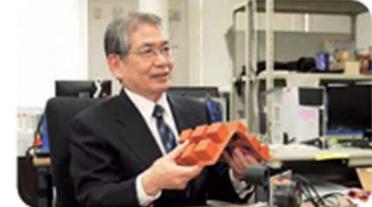


リアルハプティクス技術により、人の指先のような力加減で、遠隔操作ロボットがイチゴを優しく握る

遠隔操作研究ユニット ユニットリーダー

大西 公平 OHNISHI Kouhei

東京都生まれ、和歌山県育ち。東京大学工学部卒業後、同大学院を修了。1980年より慶應義塾大学工学部助手(電気工学科)に。専任講師、助教授を経て、1998年理工学部教授(システムデザイン工学科)となり、2018年より特任教授を務める。2024年にはF-REIの遠隔操作研究ユニットリーダーに就任。2016年の産経賞、2019年の産経賞、2023年のヒロヤ賞など受賞多数。著書に「Motion Control Systems(Wiley, 2011)」などがある。



Q 研究ポリシー、大切にしていることは?

A 工学研究とはつまるところ、人の幸福に奉仕するためのもの。そのため私は常に「社会に幸福をもたらすか」を自問自答しながら、研究と向き合っています。また、研究そのものには自由な発想と何物にも制約を受けない柔軟な思考が必要です。解析を主体とする発見的要素と、合成を主体とする発明的要素。このふたつの要素を絶妙なバランスで成立させることで、独創性と有用性を併せ持つ成果が発信できると信じています。

Q F-REIとともに描きたい未来について

A 超成熟社会に突入しつつある日本が、豊かで幸福な日々を創造し維持するためには、人の代わりになるロボットの社会実装が必要不可欠です。しかし、善悪で高性能なふんばりが期待されるロボットと現状の産業用ロボットの間には、大きな乖離が存在しています。私たちの目標は、F-REIでの研究によってこのギャップを乗り越えること。遠隔操作技術を開発させることで、私たちの日常を支え、未来の可能性を広げるロボットを創造していきます。

好きな言葉

世に阿るることなく、世を恐れることなく、
独立して孤立せず、以って大いに為すあらん

尊敬する人

福沢諭吉先生

子どもの頃の夢

科学者になって
未知の分野を研究すること

あなたにとって研究とは

生きている証

ユニットサブリーダー

大石 潔 Ohishi Kiyoshi

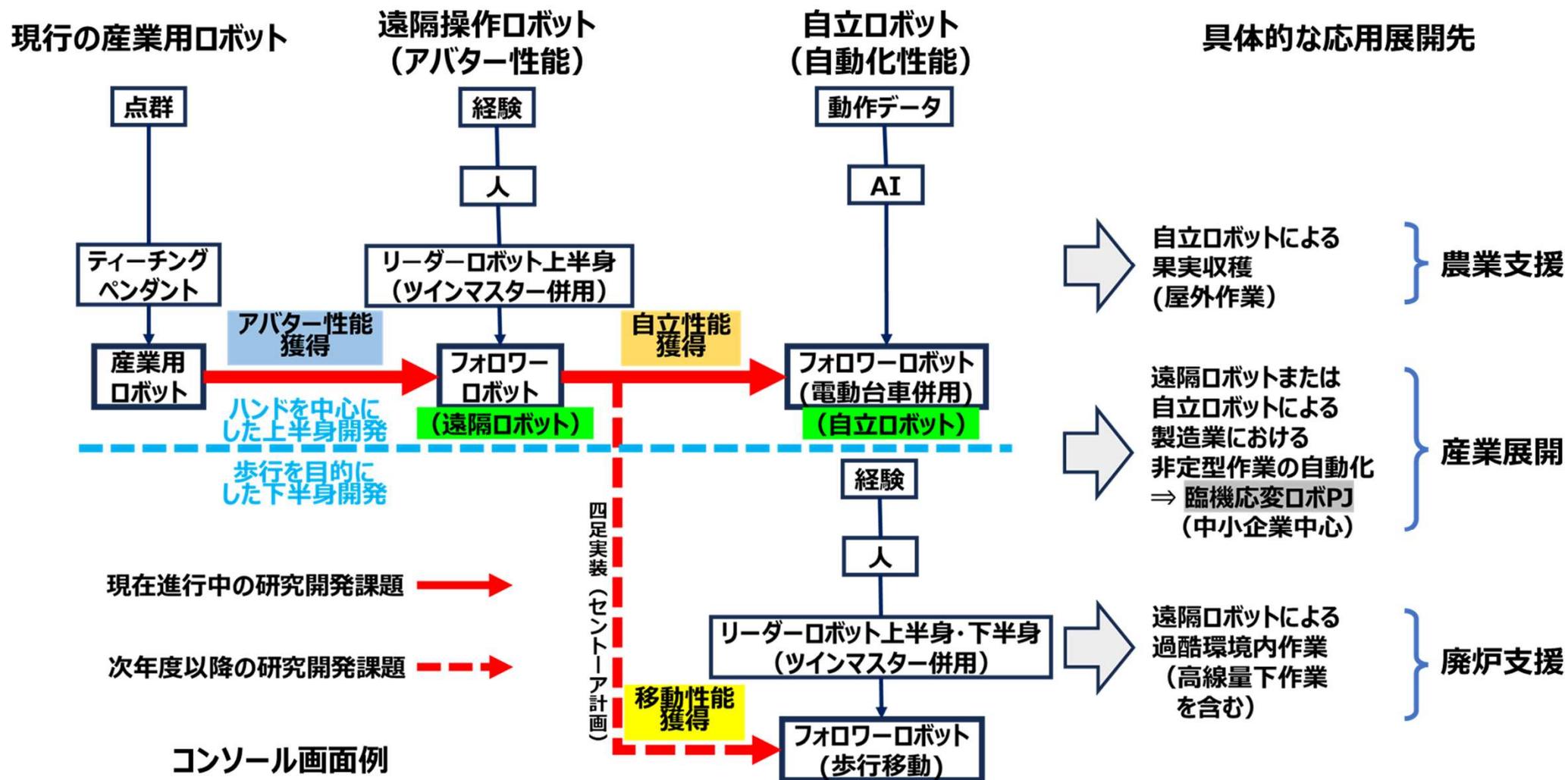
1981年慶應義塾大学工学部電気工学科を卒業。同大学院にて博士後期課程を修了後、大阪工業大学の講師に兼任。1986年から長岡技術科学大学で教鞭を執り、教授、理事・副学長などを務めた。現在は同大学名誉教授、長崎総合科学大学大学院新技術創成研究所特命教授を務める。2024年にはF-REIの遠隔操作研究ユニットサブリーダーに就任。内閣府産学官連携活動推進員、産学連携推進員、電気学会電気学術振興賞論文賞・最優秀賞、IEEEフェローなど、受賞多数。



超難解な理論でもよし、古典的でシンプルな理論でもよし。自由な発想で研究を行えるモーションコントロールの世界に魅せられて、60代になった今もわくわくと研究に取り組んでいます。当ユニットで農作物収穫ロボットの遠隔操作に携わること、私にとって大きな幸せです。ロボット産業の農工連携によって、労働人口不足や地方の過疎化などの問題に答えを出すとともに、生み出した価値を福島から世界へと広げていきたいと考えています。

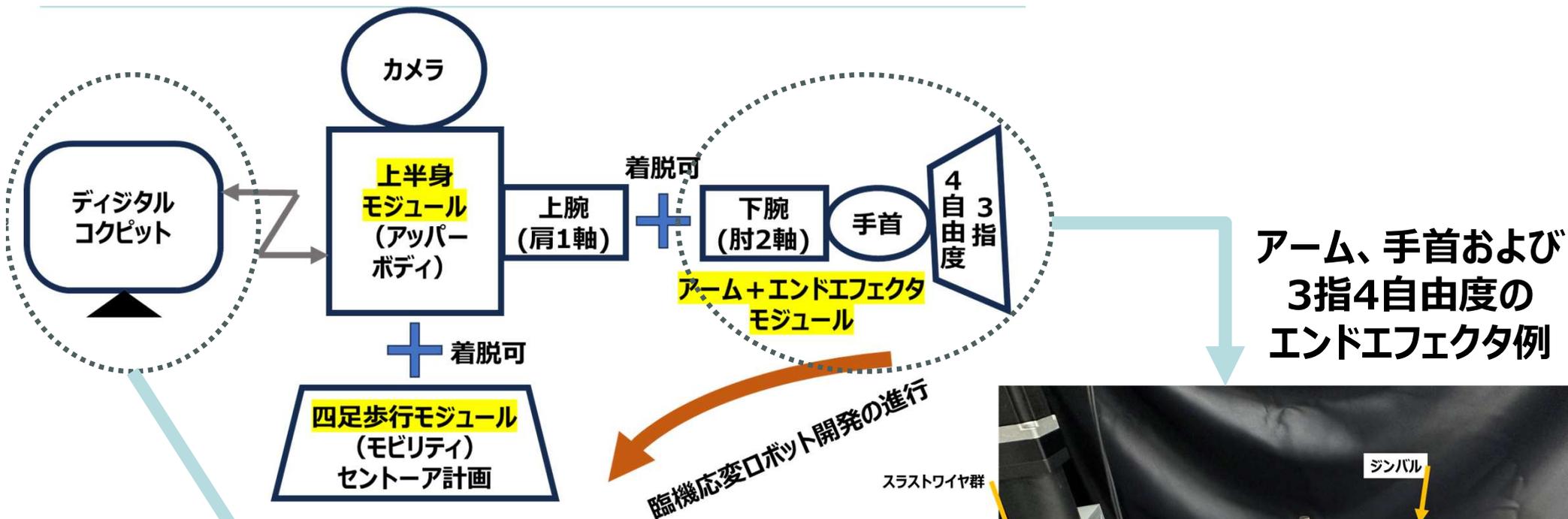
遠隔操作研究ユニットのロボット研究計画

① **アバター化** ⇒ ② **自立化** ⇒ ③ **モバイル化**



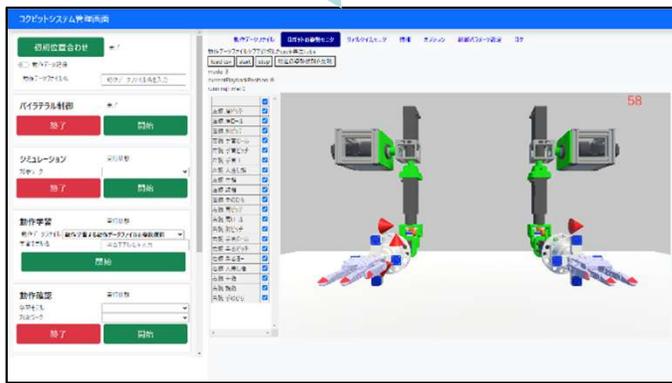
遠隔操作研究ユニットの今年度の研究成果

ハンド・アーム部とコンソール部の設計製作

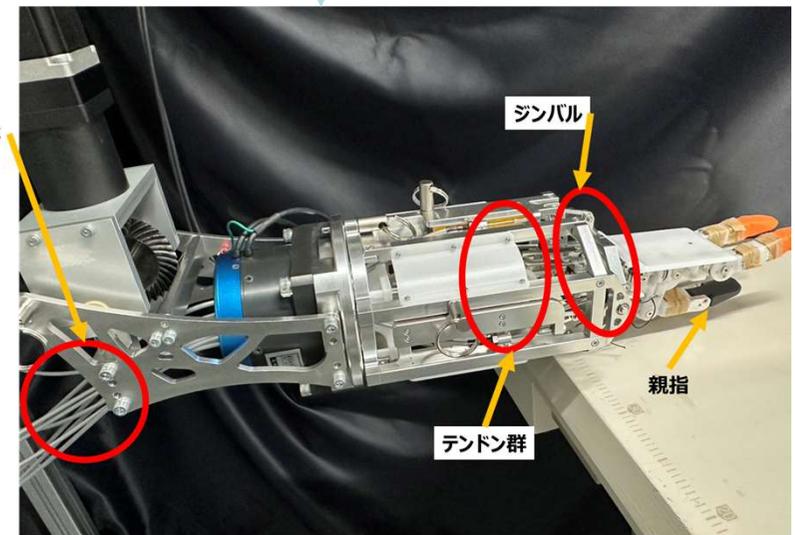


アーム、手首および
3指4自由度の
エンドエフェクタ例

臨機応変ロボット開発の進行



コンソール画面例



ロボット

ロボットの自律化

自律化・知能化・群制御研究ユニット

ユニットメンバー

富塚 誠義(ユニットリーダー) / Wang Wei

**自動制御から、自律制御へ。
自ら考え、周囲と協調するロボットが
災害大国の未来を変える。**

自動で荷物を配達するドローン、ドライブをより快適なものとする自動運転などがニュースで話題になっているように、輸送の分野における自動制御の技術は近年めざましい進化を遂げています。ドローンに代表されるUAV(Unmanned Air Vehicles: 無人航空機)と、自動運転技術をさらに発展させたUGV(Unmanned Ground Vehicles: 無人車両)。これらは実は輸送だけでなく、災害救助にも役立つ技術です。当ユニットではUAV・UGVそれぞれの長所を利用し、災害対策のための高度な自動化システム構築に挑戦。AI技術を駆使することで、自動制御を超えた自律制御ロボット、つまり自分で考えて行動することができ、他のロボットや人と協調して動くロボットを、ハードウェアとソフトウェアの両面から、総合的に開発しようとしています。今後は、災害現場を模した実験場でデモンストレーションも行う予定。机上の空論ではない、実際に現場で役立つ技術開発に取り組みていきます。



ロボットと人間の共同作業の研究室実験

自律化・知能化・群制御研究ユニット

ユニットリーダー

富塚 誠義 TOMIZUKA Masayoshi

1970年、東京義塾大学大学院修士課程修了後、1974年MIT機械工学科にてPh.D.を終え、四年カリフォルニア大学バークレー校へ。現在、同校機械工学科教授、American Automatic Control Council(AACC)会長など多数の役職を歴任。2024年にはF-REIの自律化・知能化・群制御研究ユニットリーダーに就任。発表論文は1000件以上、Nichols Medal(International Federation of Automatic Control [IFAC], 2022)など、受賞多数。米国National Academy of Engineering会員。



Q 研究を始めたきっかけは?

A 私が研究者になったのは、機械工学を学ぶことを強く勧めてくれた父の存在があったから。父はかつて京都大学で工学を学んだ自身の夢を、息子である私に託したのだと思います。その後大学4年になって、美しく体系化された自動制御理論に出会った私は、研究が盛んな米国への留学を決意。MITにて研究助手をしながら博士号を取得し、ただただおもしろいと理論に取り組むうちに、研究者としての道のりを歩むことになりました。

Q 研究ポリシー、大切にしていることは?

A MITでの日々は、工学を研究する人間に必要なマインドを豊かに育ててくれました。特に「理論は現実世界の問題に適用してこそ、工学としての意義がある」という考え方は、今でも私の大切な軸となっています。手がける研究が使い道の見つからない理論研究や、ひとつの実システムにのみ特化した実験研究になってはいけない。この考えを念頭に置き、目的を達成するために理論を発展させて、検証実験までを行うことが私のポリシーです。

Q F-REIとともに描きたい未来について

A 地震源や火山帯が多く、大雨にも見舞われやすい日本。災害の発生は避けることはできませんが、AIやロボット技術を活かして人の命を助け、被害の拡大を防ぐことはできるはず。現在F-REIでは、災害が発生した後の救助活動に焦点を当てて研究を行っていますが、将来的には救助だけでなく避難誘導、復興活動など、災害時のあらゆる時点に対応する技術を開発していくことも目標のひとつ。AIや自動化の技術で、社会に広く貢献していきます。

好きな言葉	独立自主
好きな音楽	クラシック音楽
休日の過ごし方	朝はゆっくりと起きて、仕事を片付けたら、運動不足解消のために散歩をした。気ままに過ごしています。
あなたにとって研究とは	趣味

Autonomous Robots

自律化・知能化・群制御研究ユニットの概要



背景・動機

災害環境は複雑であり(地震・土砂崩れなど)、単一のプラットフォームでは独立して任務を完遂することが困難である。

UAV: サーベイや物資運搬では、高速で広範囲をカバーできるが、航続時間が短く、ペイロードが小さく、気象条件の影響を受けやすい。
UGV: ペイロードが大きく安定性が高く、近距離での緻密な探査が可能である一方、活動範囲が限定され、通信が遮断されやすい。

そのため、陸空協調により能力の相互補完を実現する必要がある。

目標

「自律 × 知能 × 群制御」を融合した災害対応システムを構築する。
迅速な探索、環境モデリング、危険区域における人の代替作業を実現する。
将来的な大規模群ロボットによる協調型救援活動を支援する。

- ⊕ 空地の相互補完により、救援効果と効率を向上させる
- ⊕ 複数機の協調により、幅の広い救援活動を可能にする
- ⊕ スケーラブルなロボットシステムを構築する

システムの課題

- ⚠ 災害環境が未知、不確定かつ動的である
- ⚠ UAV と UGV の知覚能力および機動性能の差異の積極利用
- ⚠ マルチロボット協調の難易度が高い(情報共有、タスク調整、通信の安定性が必要)
- ⚠ シミュレーションと実環境の間に存在する「移行ギャップ (Sim-to-Real ギャップ)」

協調システムの階層型 全体アーキテクチャ

① AI 戦略統括層 (意思決定層)

複数ロボットのタスク割り当て、協調経路計画、行動戦略および全体スケジューリング

② 群制御・協調制御層 (協調層)

UAV の編隊制御、UGV の自律探索、空地間の情報共有および協調ナビゲーション

③ 自律制御層(実行層)

姿勢・速度・位置制御、障害物回避制御、Mesh ベースの通信維持

適用シナリオ



研究計画



① Aerial Platform: UAV (~2026.10)

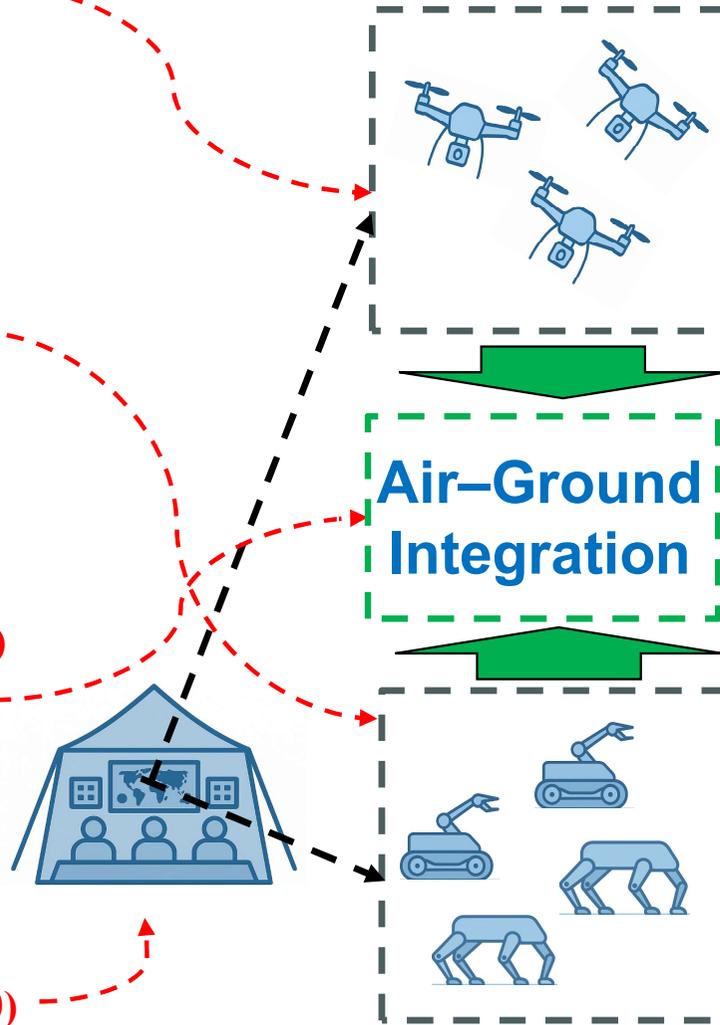
無人機編隊制御および協調ナビゲーションアルゴリズムを開発する。物流レベル UAV と救援レベル UAV の自律飛行制御を研究する。空中通信リレーと災害地域のカバレッジ型高速マッピングを実現する。

② Ground Platform: UGV (~2027.3)

MPPI に基づく自律探索制御を開発する。適応型柔順機構を研究し、軟弱地形における走破性を向上させる。高い安定性と高い耐故障性を備えた地上移動システムを構築する。

③ Air-Ground Integration (~2027.10)

UAV と UGV 間のリアルタイム情報共有およびタスク切り替えを実現する。協調輸送、協調探査などのマルチロボットタスクモジュールを開発する。災害地域通信のためのマルチロボットネットワーク(Mesh Network)を構築する。



④ AI Policy & Coordination (~2027.10)

マルチエージェント強化学習(MARL)を用いたタスク統括を行う。Sim-to-Real 技術により、学習した戦略を実機ロボットへ直接移行することを可能にする。長期学習のため、災害シミュレーション環境およびデジタルツインを構築する。

System-Level Advantages

- 災害対応速度を大幅に向上させる
- 最前線要員のリスクを低減する

- スケール可能な救援システムを構築する
- 世界的に展開・複製可能な技術チェーンを確立する

ロボット

次世代燃料電池

ドローン用

燃料電池システム研究ユニット

ユニットメンバー

飯山 明裕(ユニットリーダー) / 柳澤 政成(ユニットサブリーダー)
松尾 剛 / 深谷 敦子 / 上原 哲也 / 岡田 圭司

新たな燃料電池システムを構築し、
より長く、より強靱な
次世代ドローンの実現に挑む。

災害時、道路が寸断されたり、家屋が倒壊したりすると、人が現場に赴いて状況確認や救助を行うことは難しくなります。このような状況下での活躍を期待されているのが、ドローンです。空からアプローチするドローンなら、人間が入れない過酷な環境下への到達も可能。現場の様子や住人の安否、インフラの状況を確認したり、物資を届けたりすることもできます。だからこそ当ユニットでは、有事の際に役立つ強靱なドローン、具体的には10kg程度の荷物を運び、2時間程度飛行できるドローンの実現を目標としています。ただ多くのドローンに使われているリチウムイオン電池などでは、目標とする「強さ」を実現できません。そこで我々は、水素を用いた燃料電池システムの開発をテーマに研究を実施。福島県内企業とともに国産のドローン用燃料電池システムを構築し、災害時に役立つドローンの実現へとつなげていきます。



研究用燃料電池

Fuel Cell for Drone

燃料電池システム研究ユニット

ユニットリーダー

飯山 明裕 HIYAMA Akihiro

東京大学機械工学科の修士課程修了後、日産自動車に入社。エンジンの研究開発に従事した後、1986年から2年間、カリフォルニア大学パークレー校に社会留学。燃料電池研究所長などを務め、エキスパートリーダー(燃料電池分野)に就任。2015年に山梨大学に異動。水素・燃料電池ナノ材料研究センター長を務める。水素・燃料電池関連産業振興のための産学官連携活動にも注力。2024年にはF-REIの燃料電池システム研究ユニットリーダーに就任。



Q 研究ポリシー、大切にしていることは?

A 大切にしているのは、「筋のいい研究であるかどうか」を見極めること。いわゆる「素肌美人」のように、本質的に優れた研究かどうか。それを確認するべく、新しいアイデアは、さまざまな観点から評価します。「性能が素晴らしいが、耐久性はどうか」「製造コストやプロセスは現実的か」。研究が生み出す新しい価値をしっかりと社会に提供していくためにも、鋭い目線がアイデアの本質を確かめるようにしています。

Q F-REIとともに描きたい未来について

A ドローンは、大きな可能性を秘めたマシンです。より長く飛んで、重いもの運べるドローンが実現すれば、その使い道は今よりずっと多様になり、ドローンを基軸とした新たなビジネスも誕生するでしょう。またドローンや燃料電池を国産化することができれば、その生産自体も日本の力強い産業に。F-REIとともに画期的なドローンを生み出すことで、福島から新たなビジネスを発信し、社会の発展に貢献していく。そんな未来を描いています。

好きな言葉

恐れずに前に進め

子どもの頃の夢

大型トラックの運転手

休日の過ごし方

ウォーキング、ゴルフ
日帰り温泉、スキー

あなたにとって研究とは

夢を叶えること、自己実現

ユニットサブリーダー

柳澤 政成 YANAGISAWA Masanari



1991年日産自動車に入社。1995年から5日産初の直噴エンジン開発に参加し、「QFD手法」を採用することで量産化を実現。2001年からSUTCFCとの燃料電池共同開発に参加し、この時の経験を活かして、2006年には第2世代の日産内製燃料電池を開発。2008年に主任研究員に昇格し、世界最高出力密度2.5kW/Lも達成した。2019年に同社を退社した後は各企業間の燃料電池やバイオエネルギー開発に携わり、2025年にはF-REIの燃料電池システム研究ユニットサブリーダーに就任。

ガソリンエンジンから燃料電池へ。日産が新たに打ち出した開発方針を実現するべく、枠に囚われない、組織の方に頼らない、心が強いエンジニアとして指名されたことが、研究開発に携わったきっかけです。まだ見ぬ技術に将来の意味を見出すことで、世の中に備い新機軸、完全なるオリジナリティを作り上げることをめざしてきました。F-REIでは、組織や福島という枠を超えて、社会に本質的な幸せを届けるミッションに挑みたいと考えています。

■ 目標：

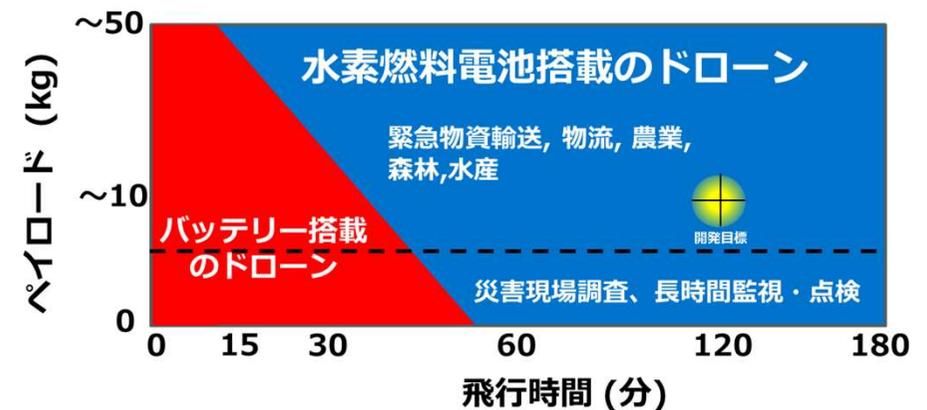
過酷環境下で、高ペイロードで長時間飛行が可能な高機能ドローンを実現する、燃料電池システムを開発する。

■ 目標仕様：

- 飛行時間：2時間
- ペイロード：10 kg
- 燃料電池出力：5 kW

■ 研究開発計画：

- ~2027：試作燃料電池システム搭載のドローンの飛行
- 2028～：産業化、性能向上、多用途検討



■ 研究開発項目：

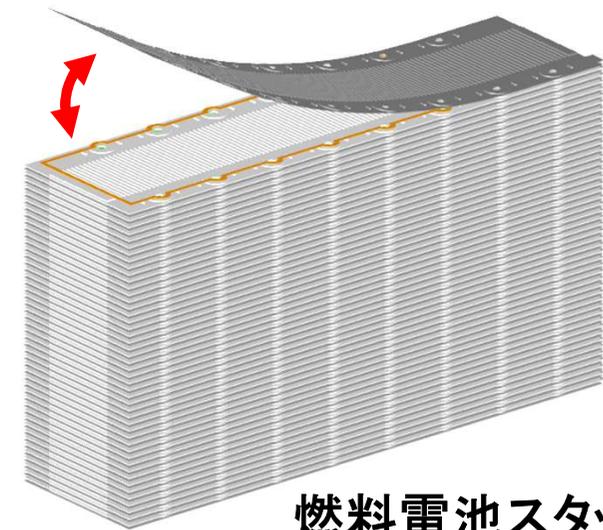
◆ 空冷燃料電池システムの軽量化

- スタック: はがせる接着剤の開発
 - 接着による締結力の低減と、保守メンテナンス性の両立へ
- 水素タンク: 軽量水素タンクの適用

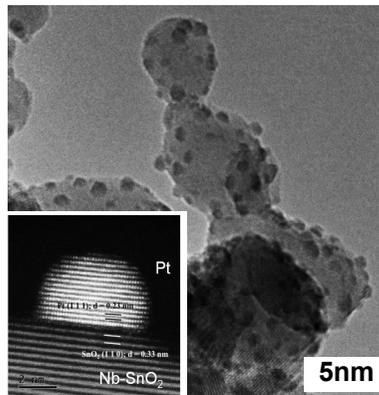
◆ 空冷燃料電池の高耐久化

- スタック: セラミックス担体触媒による、優れた燃料電池スタックの耐久性の実現

剥がせる接着剤により、締結力の低減と保守メンテナンス性を両立

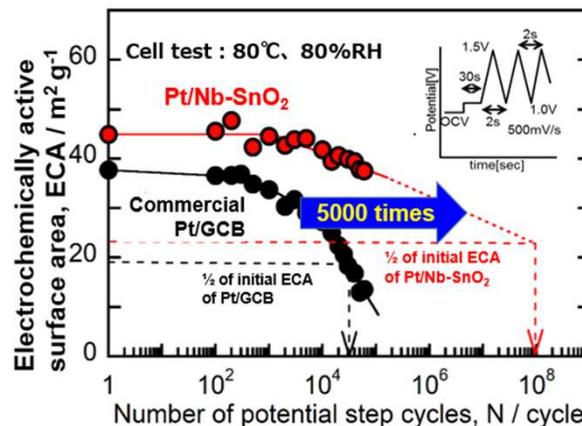


燃料電池スタック



研究開発中のセラミックス担体触媒

セラミックス担体触媒による起動停止耐久の大幅向上



金属ライナー CFRP 層



高圧水素タンク

ロボット

アクチュエータ

Actuator

パワーソフトロボティクスユニット

ユニットメンバー

鈴森 康一(ユニットリーダー) / 井手 穂 / 浦 大介

「アクチュエータ」の進化によって、
過酷環境に負けないロボットや
パワーサポートスーツの実現をめざす。

「アクチュエータ」とは、電気や空気圧、油圧などのエネルギーを「動き」に変換し、機械を動かす駆動装置のこと。現在のロボットや機械のほとんどは、電気モーターとギアを組み合わせたアクチュエータで動いています。しかし雨や埃、衝撃、振動、高温などといった過酷な環境でも動き続ける性能を実現するためには、新たなアクチュエータの開発が必要となります。当ユニットで進めているのは、過酷環境下ロボット用の新しいアクチュエータと、それを用いた災害対応ロボットの開発。過酷な環境下でも働くことができたり、非常に大きなパワーを発揮できたりする一方で、器用で優しく対象物を取り扱う、「心優しい力持ちロボット」の実現をめざしています。具体的にはそれを身につけた人が数百kgの重さ物を持ち上げられるような、パワーサポートスーツを検討中。災害時の救助活動など有事の際の対応はもちろん、森林整備や、物流、建築作業、工場など平常時にも社会に役立つロボットを生み出していくことが我々の目標です。



人工筋肉によって動作するパワーサポートスーツの一例

パワーソフトロボティクスユニット

ユニットリーダー

鈴森 康一 SUZUMORI Koichi

1984年、株式会社東芝に入社。検査用の高精度ロボットや配管内の検査ロボット開発などに従事する。1990年、横浜国立大学大学院工学研究科を修了。2001年に岡山大学教授に就任し、2014年からは東京工業大学(現 東京科学大学)の教授を務める。現在、岡大名誉教授。2025年にはF-R日のパワーソフトロボティクスユニットリーダーに就任。1992年日本ロボット学会技術賞、2000年日本機械学会賞(論文)、2020年日本機械学会賞(技術)など、受賞多数。



Q 研究を始めたきっかけは?

A 私がまだ、大学院生だったころ。世の中に「マイクロコンピュータ」が登場し、メカトロニクスの研究が大きく広がって始まりました。コンピュータとソフトウェアを使って、大きな機械やロボットを自由に制御してみたい。そう思った私は、研究開発員として東芝に就職。さまざまな産業ロボットの開発を手がけた後にアカデミアの世界に戻り、ロボットに加え、ロボットを動かすためのアクチュエータの研究に従事するようになりました。

Q 研究ポリシー、大切にしていることは?

A 「心優しい力持ち」は、誰かが憧れる人物像ですが、これはロボットにもあてはまります。例えば、災害現場では大きな「力」と被災者を救出する「優しさ」を持ったロボットが必要。研究者にとっても、同じことです。私たちは世界に役立つ「力」を工学で実現しようとしています。しかし、いくら知識や技術を身に付けても、優しい気持ちがあれば意味がありません。「優しさ」と「強さ」を兼ね備えること、これを日々の目標としています。

Q F-R日とともに描きたい未来について

A 緻密な作業をこなしたり、人助けをしたり、ロボットは「役に立つ機械」であると同時に、「知的な夢の実現」という2つの側面を持っています。「役に立つロボット」をつくるのが我々の第1のミッションですが、一方で私は生き物を模倣したロボットづくりを通して「生き物とはなにか」という課題にも興味を持っています。明るく正しい未来の実現には、この知的探究もとても大切。役立つ技術とともに、そのバックグラウンドとなる「知」も集結した、世界に誇れるロボット研究拠点をF-R日とともに構築していきたいです。

好きな言葉	Think globally, act locally タフでなければ生きていけない 優しくなければ生きていく資格がない
休日の過ごし方	今まではPC仕事。 これからは犬と遊んだり、ドライブをしたりしたい
子どもの頃の夢	航空機の設計者
あなたにとって研究とは	誰も見たことがない新しい人工物の創造

福島発ロボットイノベーション

災害対応

森林作業

ニーズに基づいた開発. ユーザとの試作評価改良プロセスの繰り返し

パワーソフトロボット

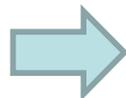
巨大, 大きな力, 頑強

優しく触れる, 形状適応, 衝撃吸収,

フルードパワー, アクチュエータ, ロボットメカニズム, ソフトロボティクス

挑戦する2つの分野(災害対応, 森林作業)と2つのロボット

パワーアバター



災害対応



森林作業

AI-generated

2025-2026 エグゾスケルトン型,
200kg可搬

~2030 不整地移動, 遠隔操作

パワーインフレーター



災害対応



森林作業

2026 1トン可搬(目標)

~2030 歩行, 大型化

委託研究 放射線性に優れたダイヤモンド半導体の要素技術開発 金子純一（北海道大学）

耐放射線性に優れたダイヤモンド半導体の要素技術開発 事業概要



募集課題名	ロボット分野 令和5年度「廃炉向け遠隔技術高度化及び宇宙分野への応用事業」委託事業
研究実施者	金子 純一（廃炉ロボット・宇宙用耐放射線ダイヤモンドデジタル集積回路の要素技術開発コンソーシアム（国立大学法人 北海道大学（代表機関）、国立研究開発法人 産業技術総合研究所、大熊ダイヤモンドデバイス株式会社、国立高等専門学校機構 福島工業高等専門学校）
実施予定期間	令和11年度まで（ただし実施期間中の各種評価等により変更があり得る）

【背景・目的】

耐放射線性に優れたダイヤモンド半導体技術により、将来的に廃炉や宇宙環境で使用可能な、ダイヤモンド半導体を用いたマイクロプロセッサやメモリの開発の基礎となる要素技術開発を行う。

【研究方法（手法・方法）】

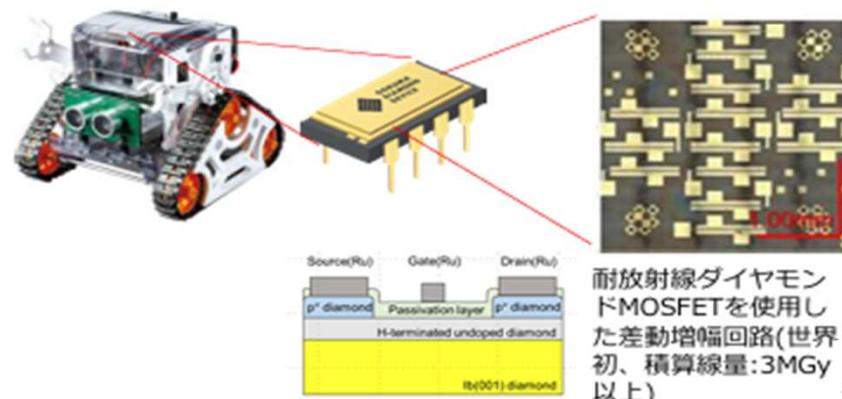
ダイヤモンド半導体による以下の要素技術開発を行う。

- ①ダイヤモンド半導体によるトランジスタの開発
- ②モノリシック抵抗・コンデンサの開発
- ③ダイヤモンドモジュールの開発
- ④イオン注入技術の開発
- ⑤各素子による電子回路の開発



【期待される研究成果】

- ・耐放射線が必要な廃炉環境、宇宙環境におけるロボットの制御等への応用
- ・高温下でも半導体の機能の発揮が必要とされる火力発電や宇宙環境等での応用。



耐放射線ダイヤモンドMOSFETを使用した差動増幅回路(世界初、積算線量:3MGy以上)

委託研究 高放射線(メガグレイ級)イメージセンサの研究開発 黒木伸一郎(広島大学)

高耐放射線(メガグレイ級)イメージセンサの研究開発 事業概要



募集課題名	ロボット分野 令和5年度「廃炉向け遠隔技術高度化及び宇宙分野への応用事業」委託事業
研究実施者	黒木 伸一郎(ラドハードSiC集積回路研究開発コンソーシアム(国立大学法人 広島大学(代表機関)、国立研究開発法人 産業技術総合研究所、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構))
実施予定期間	令和9年度まで(ただし実施期間中の各種評価等により変更があり得る)

【背景・目的】

高い耐放射線性を有するシリコンカーバイド半導体(SiC)によるイメージセンサの研究開発を行う。

【研究方法(手法・方法)】

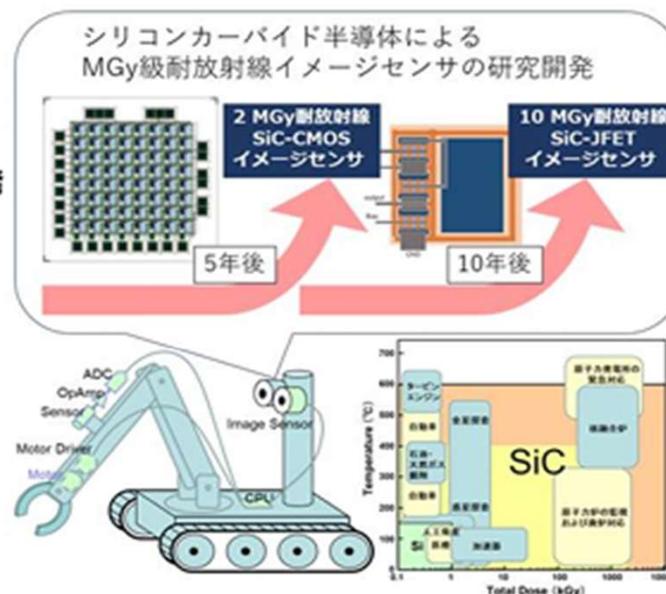
本研究チームでは小型・軽量の耐放射線SiCイメージセンサ開発に向け、以下の研究を実施する。

- ① 2MGy級耐放射線4H-SiC※ CMOSイメージセンサと周辺回路の開発(10万画素4H-SiC 耐放射線CMOSデジタルカメラの実現)
- ② 10MGy級耐放射線4H-SiC JFET型アクティブピクセルセンサ(APS)の研究開発
- ③ 4H-SiCイメージセンサの耐放射線性評価

【期待される研究成果】

- ・ 耐放射線性能が必要な廃炉環境における撮像素子への適用。
- ・ 高温下、高放射線環境下でも性能の発揮が期待できるため、宇宙等の極限環境での撮像素子としての適用。

※4H-SiC: シリコンカーバイド半導体で、4Hは結晶構造(ポリタイプ)型を示す。
高温、高電圧、高放射線環境などの厳しい条件下での利用に優れた特性を持つ。



SiC極限環境エレクトロニクスによる
廃炉向け遠隔技術高度化及び宇宙分野への応用



委託研究 困難環境の課題を解決する「空間エージェント網」の開発 田所諭(東北大学)

困難環境の課題を解決する「空間エージェント網」の研究 事業概要



募集課題名	ロボット分野 令和5年度「困難環境下でのロボット・ドローン活用促進に向けた研究開発事業」委託事業 テーマ(1) 災害現場など困難環境での活用が見込まれる強靱なロボット・ドローン技術の研究開発
研究実施者	田所諭(空間エージェント網研究コンソーシアム(東北大学(代表機関)、情報通信研究機構、広島大学、筑波大学、制御システムセキュリティセンター))
実施予定期間	令和11年度まで(ただし実施期間中の各種評価等により変更があり得る)

【背景・目的】

災害等の困難環境においては、単体のロボット・ドローンだけでは必要とされる機能を発揮できない場面が多い。様々な機能エージェントが多数で協力して困難課題を解決する「空間エージェント網(Spatial Agents Web)」という概念を実現し、多様なロボット・ドローンが困難環境下で機能を発揮できるための基盤を構築する方法を研究する。

※エージェント：人間の代理として働くAI。環境や状況の理解に基づいて最適な行動を行う知能体。

【研究方法(手法・方法)】

- 瓦礫等の災害環境の狭い空間等の移動困難な環境下でのロボットの高い運動性能の実現
移動面での物理的な障害を解決し、瓦礫内協調探査や狭い空間に進入することを可能にする、ロボットやドローンの改良研究
- 災害等の環境下での遠隔自律知能研究
センシング・作業を自律的に実施するための、空間での能動的情報検索を可能にする研究、デジタルツインの研究、及び被災プラント等の困難空間の理解・データ化の研究
- 通信と位置推定の課題克服
通信と位置推定の信頼性を確保するための、電波位相マッピング技術によるロボットの最適行動の研究

【期待される研究成果】

- 困難空間内で必要な救助等の災害対応活動を可能にする。



委託研究 環境放射能動態調査のための水中ロボットの開発と実証 高橋隆行(福島大学)

環境放射能動態調査のための水中ロボットの開発と実証 事業概要



募集課題名	ロボット分野 令和5年度「困難環境下でのロボット・ドローン活用促進に向けた研究開発事業」委託事業 テーマ(3) 湖沼、森林内などでの調査に対応するロボット・ドローンの研究開発
研究実施者	高橋隆行(国立大学法人 福島大学)
実施予定期間	令和11年度まで(ただし実施期間中の各種評価等により変更があり得る)

【背景・目的】

湖沼の環境放射能動態調査のための水中ロボットを開発することにより、環境放射能の動態把握の効率化を実現する。

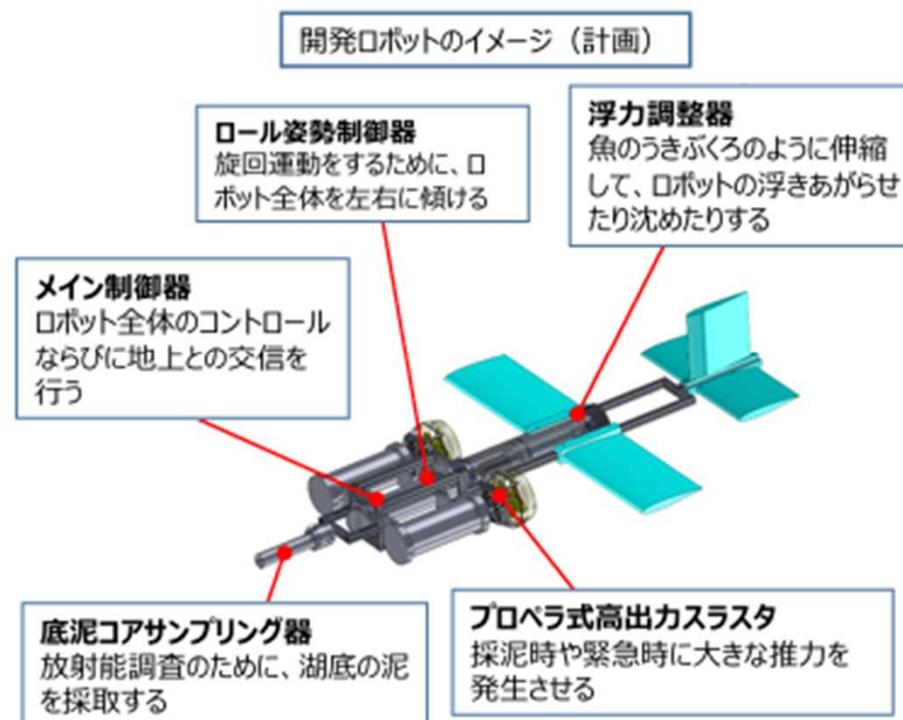
【研究方法(手法・方法)】

環境放射能動態調査のための水中ロボットに必要となる、次のような技術要素について検討・開発を行う。

- ① 水中ロボットの移動のための基本的なハードウェアの開発
- ② 水中ロボットの制御系の開発のための調査
- ③ 浮力調整器のキーデバイスに用いる材料の加工技術の検討
- ④ 水中高速通信システムの調査

【期待される研究成果】

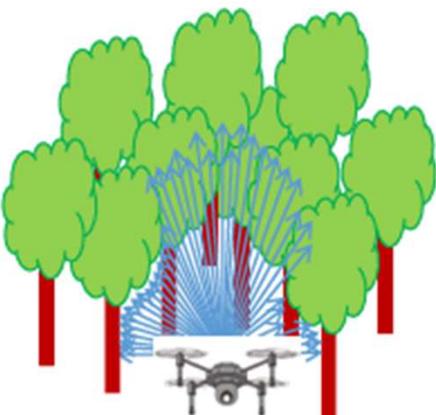
- ・水中ロボットによる湖沼の環境放射能測定の実用化
- ・湖岸から投入しての運用が可能な水中ロボットの実用化
- ・エネルギー効率の高い浅水域でのグライダー方式の確立



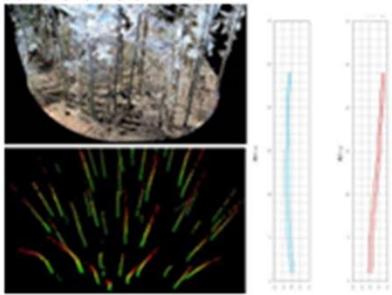
ドローンによる森林内環境の3次元マップ作成システムの構築 事業概要

目的	<ul style="list-style-type: none"> 急峻な傾斜地が多く林道なども整備が十分でない日本の森林環境では、森林環境での作業をロボット等の利用により自動化することに多くの課題がある。本事業では、障害物が多く、正確なGPS情報の取得も難しい森林内で飛行可能なドローンを開発するとともに、ドローンに木材資源量や放射線量の把握が可能な計測機器を搭載することで高効率で3次元マップを作成できるシステムを構築する。森林環境を3次元マップでデータ整備することで、森林環境でのデジタルツイン実現などDX化の推進により、森林環境での作業自動化に貢献することを目指す。
実施者等	<ul style="list-style-type: none"> 実施体制：DXを加速させる革新的森林内飛行と3次元解析技術の確立コンソーシアム (千葉大学 (代表機関)、日本分析センター) 実施予定期間：令和5年度末まで

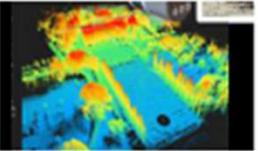
ドローンによる森林内環境の3次元マップ作成システムのイメージ



森林内飛行が可能なドローンの開発



木材資源量マップ(イメージ)



線量を付加した3Dマップ (イメージ)

森林内飛行が可能なドローンを開発し、森林内環境を計測して、効率的にマップを作る。

- ① 障害物が多く、なおかつ正確なGPS情報取得が困難な森林内でも飛行可能な、軽量化・小型化されたドローンを開発する。
- ② ドローンにレーザーを搭載して、森林の高精細な3次元マップを作成し、立木の直径などを誤差5%以内で計測する。
- ③ ドローンに線量計を搭載して、森林内の放射線量を測定し、線量分布マップを作成する。

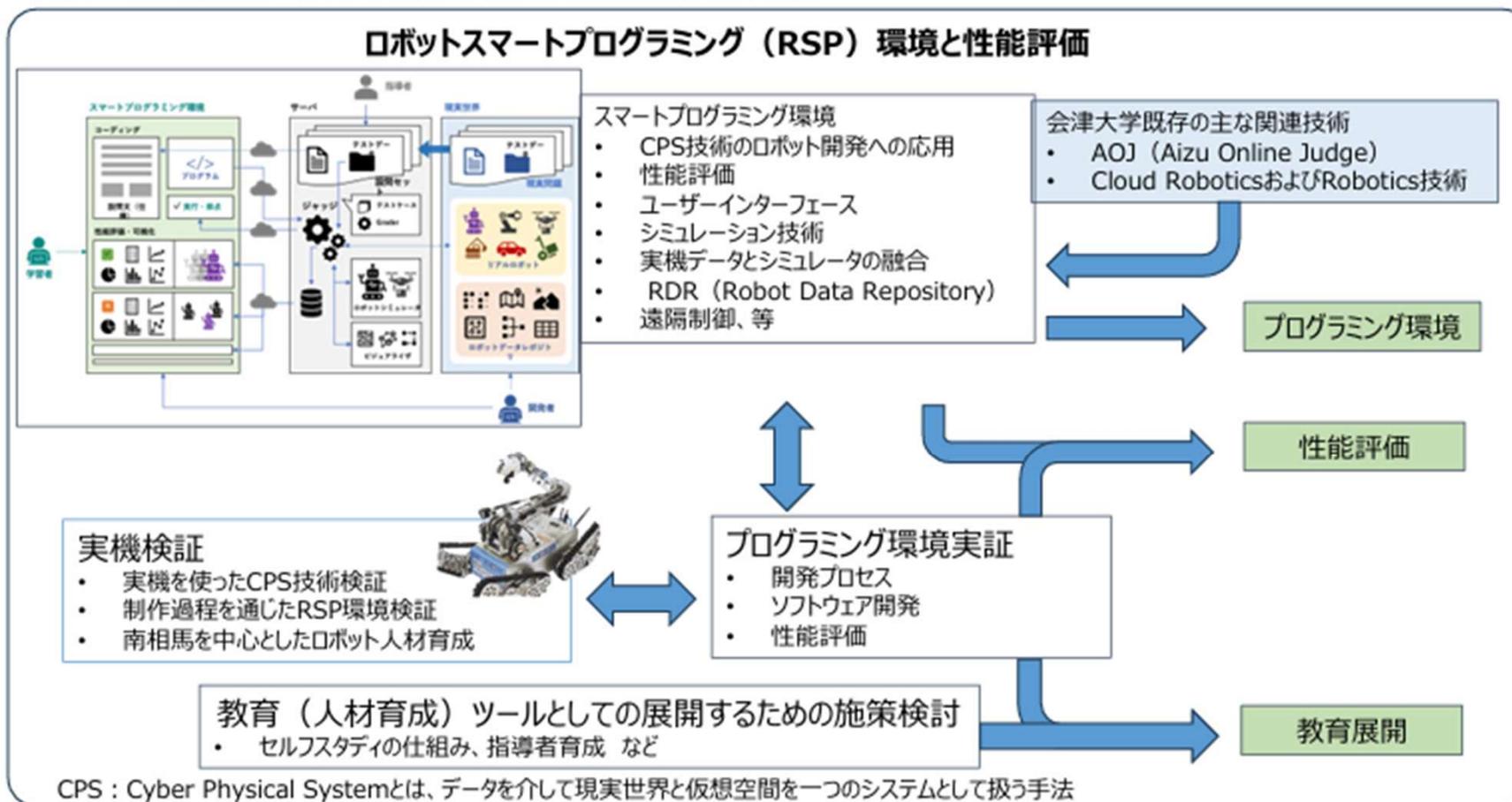
委託研究

ロボットスマートプログラミング環境を用いたロボット開発環境 と人材育成に向けた研究 大竹真紀子(会津大学)

事業課題名: ロボットスマートプログラミング環境を用いたロボット開発環境と人材育成に向けた研究

事業概要:

本事業では、ロボット開発のためのスマートプログラミング環境およびロボットの性能評価手法の研究を行い、実機での検証も含めたロボットスマートプログラミング環境を構築し、ロボットソフトウェア開発及び性能評価へ本手法が有効である事を実証するとともに、ロボット関連人材育成のために教育ツールとしても展開するため必要な施策検討を行う。



フィールドロボット等の市場化・産業化に向けた性能評価手法の標準化事業 事業概要

目的

- ・ 災害対応やインフラ点検などで活躍するフィールドロボットの社会実装と普及のため、市場化・産業化を意識した性能の評価手法の標準化や法制度整備に貢献する評価手法の検討・開発が必要
- ・ 2025年にフィールドロボットの国際競技会を福島で開催し、これらの評価手法を競技ルールなどに反映させることで、多くの参加者が使用することによるデファクトスタンダード化を図る

実施者等

- ・ 実施体制：日刊工業新聞社
- ・ 実施予定期間：最長3年間（ただし実施期間中の各種評価等により変更があり得る）

(令和5年度の実施と目標成果)

競技設計(ルール)の策定

前回競技会の再検証を行い、2025年の国際競技会に向けた競技ルールの検討を行う



トライアルの開催

競技設計の妥当性を確認し、2025年の国際競技会開催に必要な運用検証を実施する



広報・PR活動

本競技会及びF-REIの国際的な認知度の向上を図るため、HPや各種展示会等での広報活動を展開する



事業概要

2025年のフィールドロボットの国際競技会開催に向け、必要な技術検証(競技検証)と開催に必要な運用検証を実施し、課題を抽出

日本機械学会誌 解説記事 掲載予定

WRS2025 10月10-12日@福島RTF

WRS2025 過酷環境 F-REI チャレンジの報告

野波 健蔵

はじめに：過酷環境 F-REI チャレンジの目的と意義

WRS2025 過酷環境 F-REI チャレンジは、福島ロボットテストフィールドを舞台に、2025年10月10日から12日までの3日間にわたって開催された。本競技会は、大規模災害時の過酷環境下において、ロボットおよびドローン技術がいかに有効に機能しうるかを実証し、技術の発展を加速させることを主目的としている。

東日本大震災以降、日本は災害対応技術の重要性を痛感してきた。特に、人間が立ち入ることが困難な過酷環境下での情報収集や作業遂行は、ロボット技術に期待される重要な役割である。本競技会は、そうした社会的要請に応える技術革新の場として位置づけられている。さらに、こうした人が立ち入れないような過酷環境で作業するロボティクスの性能評価と標準化を目指している。

本競技会の特徴は、4つの異なる競技を通じて多角的に技術を評価する点にある。過酷環境ドローンチャレンジ、



図1 WRS2025 過酷環境 F-REI チャレンジ開会式

ールブックダウンロード数、エントリー数、書類提出数を示す。

表1 国内外からのエントリーおよび書類提出数

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】	書類提出 【うち海外】
--------	------------------	------------------	-----------------	----------------



過酷環境ロボティクス



廃炉ロボティクス

災害対応ロボティクス

森林作業ロボティクス

		応用研究(応用研究 基盤研究 ユニット) (基盤研究ユニット)	廃炉ロボティクス 国際連携・廃炉遠隔技術	災害対応ロボティクス 災害対応技術高度化	森林作業ロボティクス 第2・第5分野との連携
高機動化技術	耐放射線半導体 (委託研究)		●	●	●
	燃料電池システム研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
高度知能	パワーソフトロボティクスユニット (内製化研究)		●	●	●
	自律化・知能化・群制御研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
機能拡張技術	遠隔操作研究ユニット (内製化研究)		●	●	●
災害科学	空間把握 (広域・局所) プラニング (委託研究)		●	●	●
産業化 基盤研究	過酷環境ロボティクス(性能評価・標準化、WRSの方向性)		●	●	●

ご清聴ありがとうございました

ございました。