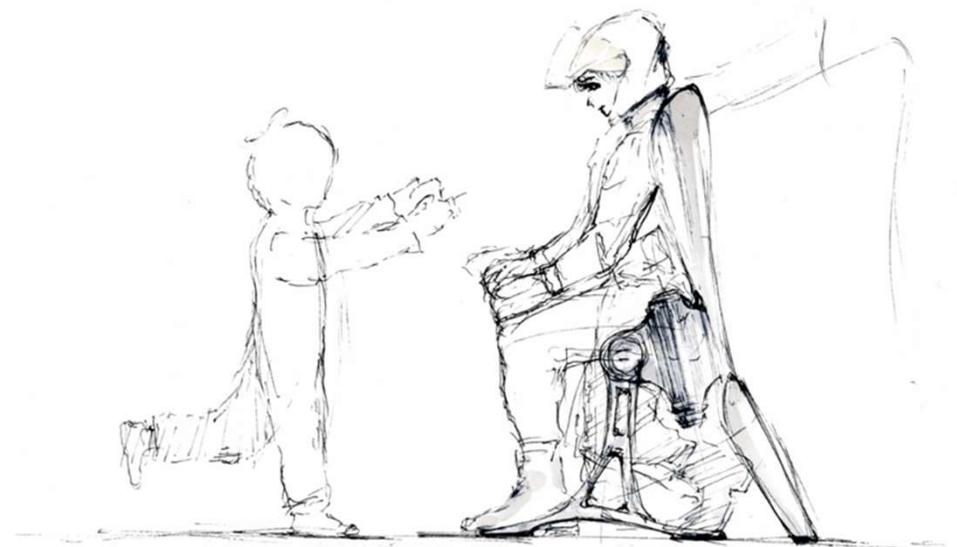


2023/06/22
NEDO先導研究プログラム ワークショップ (VIP)

救助・災害対応用ヒト飛行技術の開発



Sketch by S. Sakamoto

JAXA 航空技術部門 航空利用拡大イノベーションハブ
和田大地

本日の要旨

ヒト飛行技術のご紹介

- 開発テーマは、**着脱可能でヒトが飛行できるシステム**である。
- 本技術は、技術仕様・特性の違いから、**他のエアモビリティ（空飛ぶクルマ・バイク）と異なるユニークなユースケース**を想定できる。
- 本技術開発では、飛ぶことを目的化させず「**飛んで何をするか**」に主眼を置いている。先行プレイヤーのベンチマーク、潜在ユースケースの現場調査・インタビューを踏まえて、**要求仕様を明確化**して、開発に取り組んでいる。
- この要求仕様実現のカギは①横断的な要素技術の拡張・統合②先端的なAI活用による制御である。
 - ①要素技術群を拡張・統合して、初めて**システムとして実現可能**（制御・推力・駆動機構・身体性・人-マシンインタフェース・構造等）。
 - ②記憶層と不確かさを含んだ**深層強化学習**が、知能的・適応的な制御に大きく貢献。

ヒト飛行技術を通じて目指すべき社会像

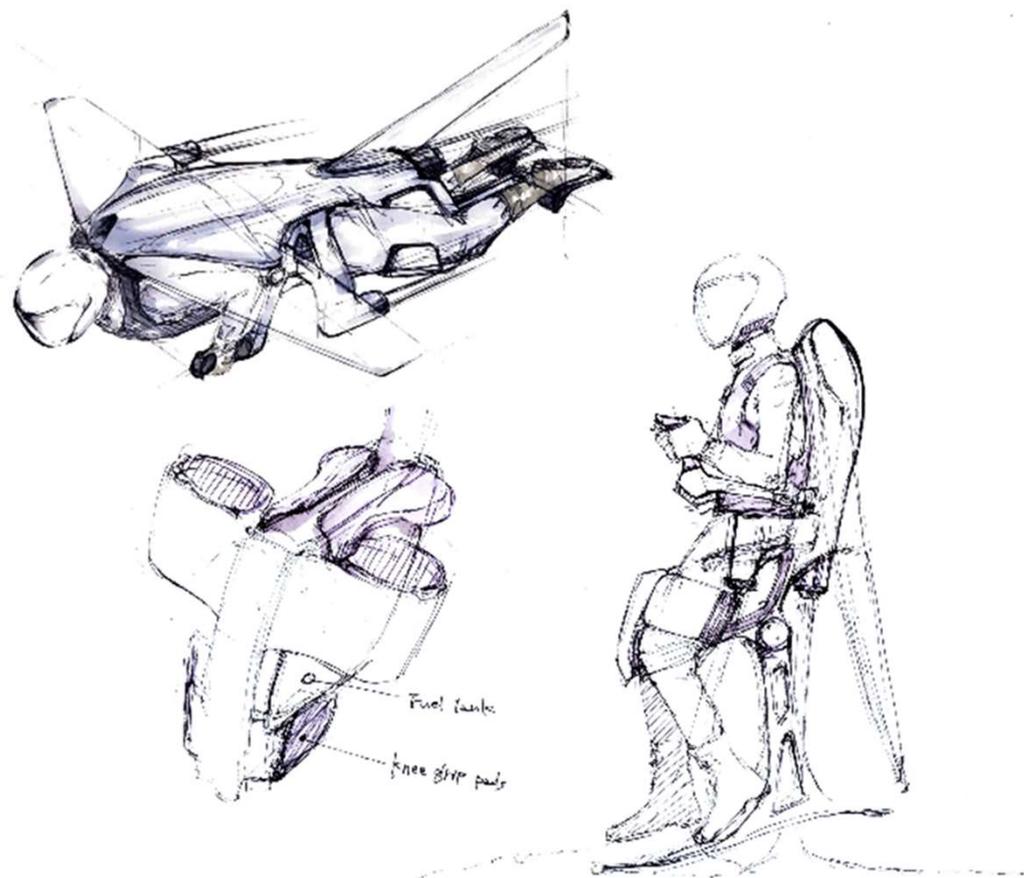
- 背景と課題意識：**世界レベルで気候変動問題への対処は最重要課題**であり、**日本でも非常に重要視**されている。
- 想定ユースケースとして、**気候変動等の要因で増加する自然災害発生時の救助・災害対応**に貢献する。**救助計画/隊編成における情報不足**が、救助全体の安全性・効果を限定している現状を踏まえて、本技術活用により**”First responder”導入によるオペレーション全体の効果・効率の引き上げ**。また、**経済性・使いやすさ**の観点でも、既存の他ソリューションを上回り、確実な社会実装を目指す。
- 同時に、気候変動問題の文脈で、作業員の安全確保・ダウンタイム削減・オペレーションコスト削減を通じて、**再生可能エネルギー（特に洋上風力）の導入加速**の一翼を担う。風力発電のO&M市場*は、今後急激に成長し、経済的にも重要なインパクトが見込める。
- 更に「**再生可能エネルギーの普及**」や「**ヒトの安全確保**」の観点で、**ドローンの上位互換として他のユースケースでも役立てるなどの波及効果**も想定される（例：太陽光発電・洋上/陸上インフラなど）。

目指すべき社会実現に向けて

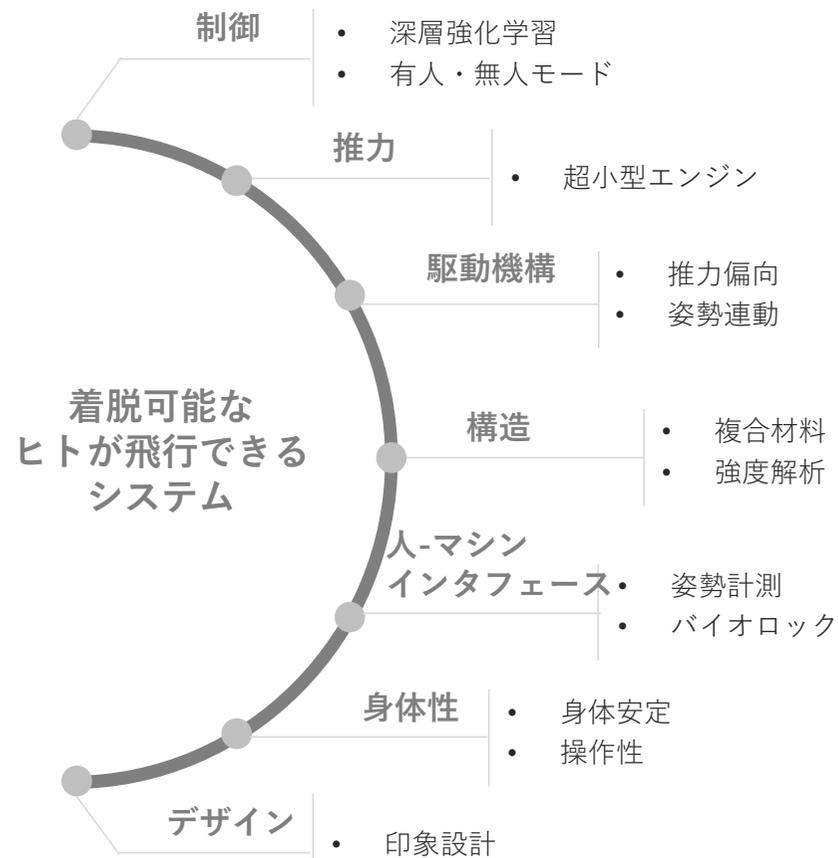
- 本技術は、**AIとヒトが融合する革新的なテーマ**であり、かつ、そのアウトプットには、**日本が最終インテグレータとして、新たなシステム性能を生み出し、国際的に優位な産業構造を創出しうる機会が存在**している。
- **今後の時間軸としては、FY28-30での社会実装を目標**としている。これに向けて、フルスケールでの実証実験、ユースケースと連携した実証実験へと進む段階にある。
- 体制面では、既にJAXA内・外で必要な専門分野を結集し、**分野ごとに個別に連携**してきた。今後は、NEDOの先導研究を通じて、**横断的な産学連携体制を確立し、フルスケールの完成機を製作、技術段階のステップアップ加速を実現**したい。
 - これまで、**各技術要素ごとに個別で**メーカーや大学等と共同研究・NDAを締結した上での連携を進めてきた。
 - 今後は、**TRL4-5レベルの産学連携体制**を構築し、各開発要素間で協調を強化。応用的な開発を推進し（TRL=4）、統合したシステムを実現していく（TRL=5）。

*O&Mとはオペレーション・メンテナンス。

概要：着脱可能なヒトが飛行できるシステムを開発



Sketch by S. Sakamoto



注：システムのデッサンは、あくまでイメージ。実際のシステムは、特許出願前のため非開示

エアモビリティ技術の全体像

ヒト飛行技術のご紹介

本技術を通じて目指すべき社会像

目指すべき社会実現に向けて

先行プレーヤー(類似機能を持つプレーヤーを含む)

Key Configs. (Examples)	Manned										Un-manned	
	ヒト飛行技術			空飛ぶバイク			空飛ぶクルマ				Drones	
	Jet-pack	Hoverboard	Fixed-wing	Bike-shaped (Open-air seat)	Bike-shaped (Canopied seat)	Drone shaped	Fin-cowled (Blade within body structure)	Fin-exposed (Blade outside of body structure)	Mini drones (Blade within/outside body)	Quad-copter (Blade within/outside body)		
	Jet-suit (Gravity)	JB10/11 (Jetpack A.)	EZ-FLY (ZAPATA)	JETWING (Jetman)	Speeder (Jetpack A.)	ONE (Jetson)	BLACKFLY (Opener)	HEXA (LIFT)	LEO Coupe (EJA)	S4 (Joby A.)	Matrice 300RTK (DJI)	MYMAN (Jetpack A.)

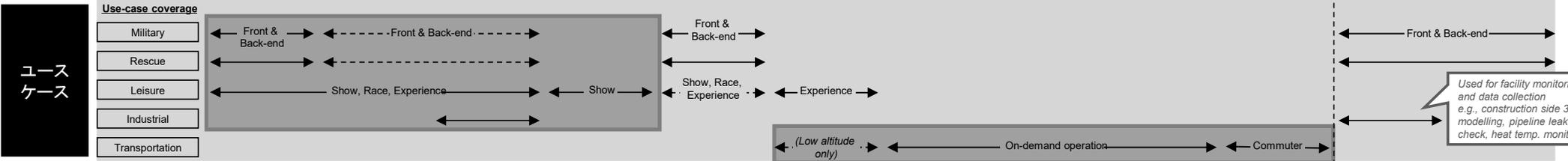
技術仕様	Performance	Key specs.													
		Flight duration	Flight distant	Max. altitude	Passenger (Max.)	Max. speed	Payload cap.*	Body weight	Drive-train (Units)	Power source	Footprint (in mm, Length, Width, Height)	Maneuverability	Port size	Ease of handling	Training req.
		~8min	~5km	~3,700m	1	~15km/h	~85-144kg	27kg	2 each on hands, 1 in backside	Same as body width (~900mm x 400)	Highly acrobatic	Anywhere	Intuitive handling	Self-training	Relatively expensive (~\$500,000)
		~10min	n/a (around ~10km)	~4,672m	1	~100km/h	~120kg	2 each on hands, 1 in backside	Same as body width (~1,000x900~1,200)	Highly acrobatic	Anywhere	Intuitive handling	Self-training	Relatively expensive (~\$340,000)	
		~10min	~50km	~6,100m	1	~40km/h	~55kg	2 each below wing	~2-3x of body width (~1,300, ~600)	Highly acrobatic	Anywhere	Intuitive handling	Self-training	Relatively expensive (~\$250,000)	
		~13min	~50km	~6,100m	1	~40km/h	~55kg	2 each below wing	~2-3x of body width (~1,300, ~600)	Highly acrobatic	Anywhere	Intuitive handling	Self-training	Relatively expensive (~\$600,000-)	
		~20min	~643km	~4,600m	1	~240km/h	~240kg	1 each on four end	~1-2x of body tall (3,700, 2,400, 1,500)	Relatively acrobatic	Anywhere	System-guided	2-weeks training	Relatively expensive (~\$380,000-)	
		~20min	n/a	~4,600m	1	~102km/h	~95kg	2-bladed unit on four end	Light-vehicle sized (2,900, 2,400, 1,000)	Relatively acrobatic	Anywhere	System-guided	2-weeks training	Relatively expensive (~\$32,000)	
		n/a	~38km	~1,130m	1	~30km/h	~66kg	1 each on four end	Light-vehicle sized (4,080, 4,100, 1,520)	Acrobatic	Anywhere	System-guided	2-weeks training	Relatively expensive (Not sold yet)	
		~10min	n/a	~1,130m	1	~30km/h	~66kg	1 each on four end	Light-vehicle sized (4,080, 4,100, 1,520)	Acrobatic	Anywhere	System-guided	2-weeks training	Relatively expensive (~\$450,000-)	
		~60min	483km	~1,130m	1	~30km/h	~66kg	1 each on four end, 6 each on backside	Light-truck sized (6,100, 3,000, 1,500)	Simple/linear motion	Simple docking port	Intuitive as cars	TBC	High installation cost (Not sold yet)	
		n/a	~241km	n/a	1	~30km/h	~66kg	2 each on front wings, 1 each on back wings	Mini-bus sized (7,300, 10,700, ~4,000)	Simple/linear motion	Simple docking port	Intuitive as cars	TBC	High installation cost (Not sold yet)	
		~55min	n/a	~7,000m	1	~61km/h	~2.7kg	1 each on four end	Half of body width (810, 670, 430)	Highly acrobatic	Anywhere	Very intuitive	Easy training offered	Accessible price (\$9,500-)	
		~10min	~643km	~4,600m	1	~804km/h	~450kg	2 each on four end	~1-2x of body tall (3,700, 2,400, 1,500)	Acrobatic	Anywhere flat/solid	Same as mini-drones	Easy training offered	Relatively expensive (~\$380,000-)	

短距離飛行、運搬重量僅少、単独での移動

長距離飛行、運搬重量が大きい、複数人数が移動可

フットプリントが小さく、機動性・操作性が高い

フットプリントが大きい、機動性・操作性は低い



技術仕様・特性の違いから、本技術は、他のエアモビリティ（空飛ぶクルマ・バイク）と異なるユニークなユースケースを想定できる

類似プレイヤーと、差別化の考え方

“飛行力学的な類型”による、ヒト飛行技術の変遷 (本開発チームが定義)

第1世代



- 「人が空を飛ぶ」の端緒。
- 高高度を大きく“スイング”するように飛行。

第2世代



- 背面・前面の推力偏向という戦略で、**安定性が大幅に向上。**
- 但し、「腕による操縦」「上半身に集中した負荷」が前提。**飛行中の操作性は低い。**

第3世代

特許出願前のため、システムは非開示。

- 安定飛行と共に、**身体の安定・自在性・操作性を作り込む。**
- 現場と協調し、研究開発段階から**ユースケースに根差した機能要求**を具現化。

“飛べる”が目的。社会実装に至らず

“飛んで何をする”
に価値観をシフト

機能要求：社会実装を念頭に、専門調査に基づいて機能要求を抽出

機能要求10アイテム：後述の現場視察・インタビュー・先行プレーヤーベンチマークから抽出

カテゴリ	機能	
ハードウェア	重量	1. 女性も装備できる
	サイズ	2. 小さなフットプリント（狭隘地飛行・風外乱耐性）
	モード	3. 有人・無人モードを有する （装置が自律飛行で飛行・帰還できる）
機能	離着陸	4. 不整地で離着陸できる
		5. 操作性がある（機動的&安定して、飛べる）
	飛行中	6. 空中で作業ができる（手を動かせる等）
		7. ホバリング・水平飛行の遷移ができる
	地上	8. 着脱が容易（一人で・すぐに着脱できる） 9. ポータブルである（装置を運べる）
	運用	10. 習熟が容易

- この機能要求10アイテムを全て満たす先行プレーヤーは存在しない。

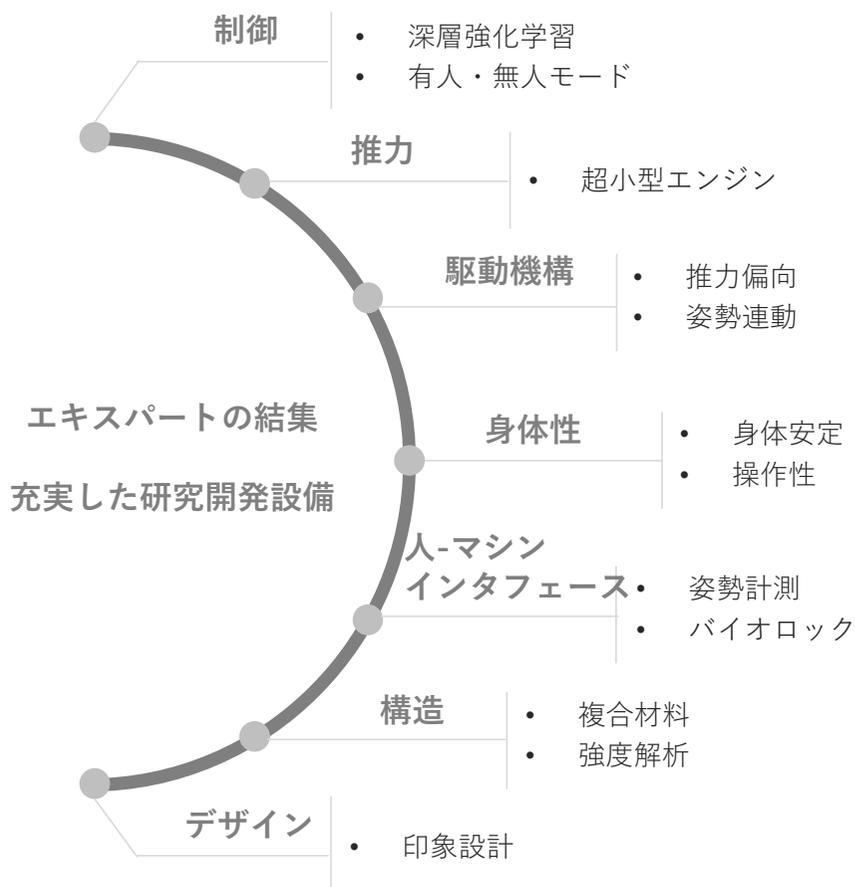
- 各ユースケースに対する現場視察や専門インタビューを実施。

→機能要求10アイテムを全て満たすことで、社会実装を大いに期待できる。

社会実装できるヒト飛行技術実現のカギを握る重点技術分野①

複合領域の技術統合によるシステムの創成

先行事例は個人発明家のエンジン実装(&制御) に依るもの。
我々は、**要素技術を拡張・統合**して、独自の付加価値を出す。

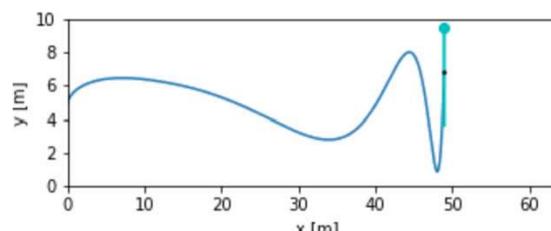
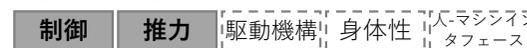


技術統合による“システムとしてのOutput”を検証・設計

ヒトの操作まで考慮し、シミュレーターを構築・計算。
“ヒトの飛行性”を理論的に解釈し、優位なシステム性能を設計する。

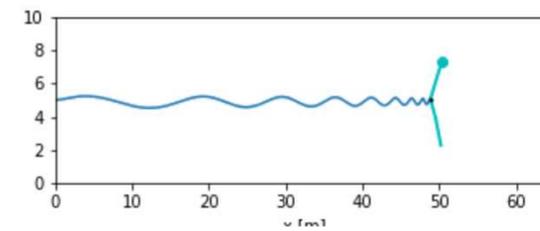
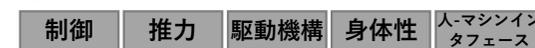
①先行プレーヤー

活用している領域：

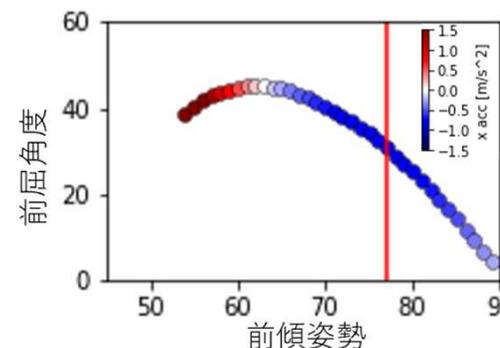


②JAXA

活用している領域：



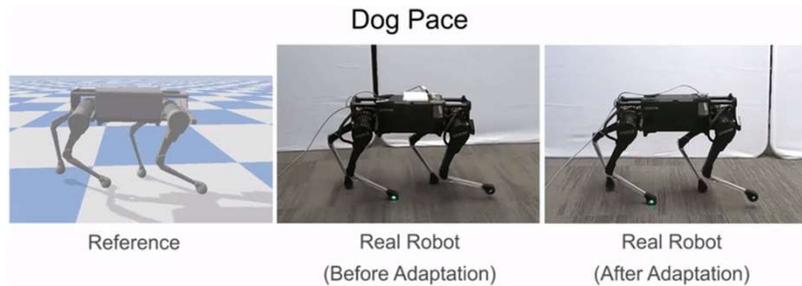
特に**ヒトの運動解析(身体性)**という異分野の知見を航空の文脈に応用。
“飛行力学の平衡”×“Domain map”の考察から、直感的操作を創出。



社会実装できるヒト飛行技術実現のカギを握る重点技術分野②

深層強化学習による知能的な制御

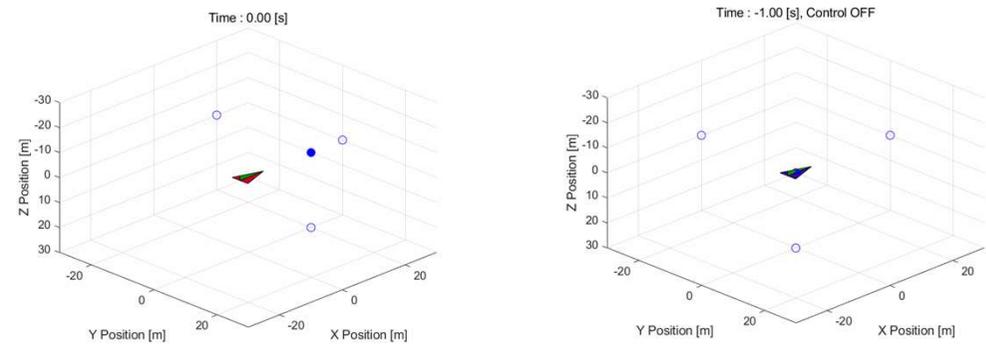
深層強化学習は優れた制御性の反面、実環境で破綻する課題があった。
2018年頃から、実環境への適応技術が報告され始めた。



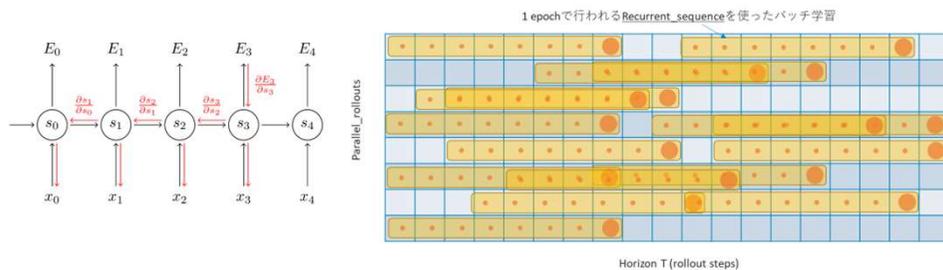
Google, UC Berkeley によるSim-to-Real克服 (2020)

ヒトならではの課題を解決⇒自在化の研究

従来航空機にない強い空力非線形が作用するヒトの動き
「ホバリング・水平飛行の遷移」や「きりもみ回復」でも制御を実現。

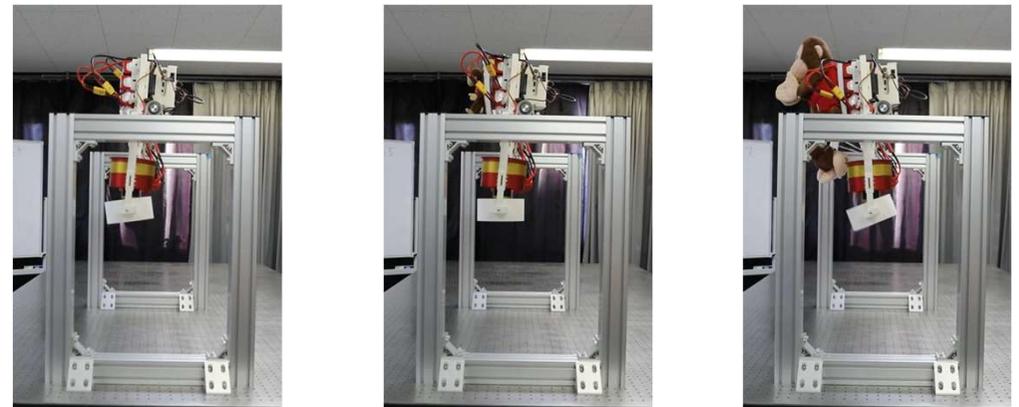


我々はDomain randomizationとBack-prop-through-timeを統合。
“現実での制御成立”以上の適応性を実現した。(⇒右ページ)



時系列を遡るデータ (左) を深層強化学習のバッチ学習 (右) に実装。

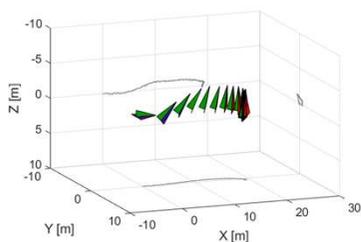
無人モードや“隊員の体格差”にも、AIが自律的に適応する。



これまでの研究開発の進捗

TRL = 1~2
アイデア提案

FY2021
Feasibility Study



- コア技術の概念実証
- ニーズの調査

TRL = 3
コンセプト提案

FY2022
Ideation 研究



- 要素技術の試験開始
- 連携体制の構築

TRL = 3 → 5
実環境で実証

FY2023-24
本格研究



- フルスケールの飛行実証
(実証サイトも確保済)
- ユースケースの抽出

- JAXAが主体となり、アイデア提案。各要素技術の試験開始までを推進してきた。
- **各技術要素ごとに個別で、メーカーや大学等と共同研究・NDAを締結。**
- 実績として、
 - ①ファミリー特許で技術を確立
 - ②ロボット学会優秀講演賞も受賞
 - ③英国ブリストル大学とAI研究をリード。
 業界屈指の国際学術誌”Robotics and Automation Letters”も含めて3本の論文を発表。

課題意識：日本・世界レベルで、気候変動問題への対処は最重要課題

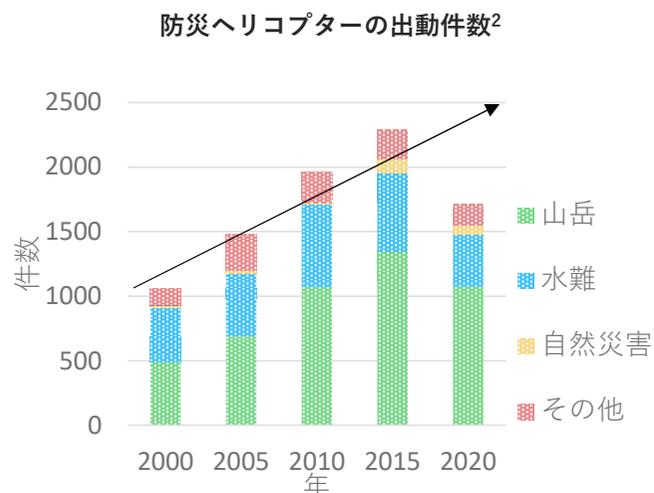
気候変動等に伴い、自然災害は増加。
その対応は、地球規模の最重要課題



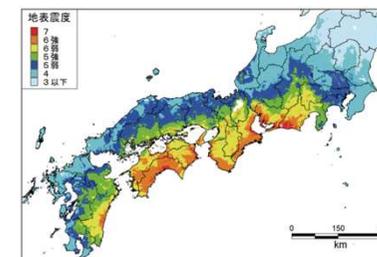
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

自然災害で発生した
経済損失が2.2倍¹に増加

日本でも、自然災害は増加傾向



今後も、地震や火山をはじめとする
自然災害を想定した準備が必須



南海トラフ地震：
マグニチュード8～9クラスの
地震の発生確率³が70～80%

日本の
方針

「安全・安心」の実現に向けた科学技術・イノベーションの方向性（令和2年1月21日 統合イノベーション戦略推進会議）

「自然災害に対応するためには、観測・予測・分析・評価や情報共有を充実しつつ、予防・応急対応や復旧・復興に係る対応能力を高め、レジリエントな社会を実現する必要がある。」

「安全・安心に係る技術の研究開発や社会実装を促進するため、…重要な技術領域(例えば、人工知能(AI)、…等)の中から、個別の重要研究課題を特定し、…明確な社会実装の目標設定を行い、それを達成する」

* 「AI戦略2022」「産業技術ビジョン2020」「統合イノベーション戦略2022」でも災害対応能力を課題として認識

1:UNISDRによると、98年からの20年間で自然災害で発生した経済損失は約3兆ドルに達し、前の20年間の約2.2倍に増加 2:警察庁の統計データを基に作成 3:国交省、国土交通白書 2020による30年以内の発生確率

社会実装イメージ①救助・災害対応

視察・インタビューを通じて得られた現場の声によると、
救助計画/隊編成における情報不足が、救助全体の安全性・効果を限定

- 地形・天候・要救助者（有無や容体）等、**実態を把握できないまま救助に向かう**ことが二次災害リスクを生む。（救助NPO、運輸安全委員会報告書）
- **警察消防が準備している間に現場状況を確認したい**。部隊の装備・オペレーションを効果的に計画できる。（救助NPO、医療救助機構）
- 災害発生時には、**通常の専門部署以外の隊員**が救助に加わる。経験・専門知識を全体に共有するのは難しい。（医療救助機構）
- トリートメントフリーインターバルを短縮したい。応急処置や素早い搬送準備が必要。（山岳医）
- 救助隊員が死んではいけない。**救助活動を安全にするところに、新しい技術が導入されて欲しい**（医療救助機構）
- 十分な情報がなく、現場での臨機応変な対応のために保守的に人員を配備する結果、ヘリの重量制限から必要な資材を諦める場合もある（航空機動隊）



「ヒトの3次元的移動動能力拡張」で「救助・災害対応時の初期情報収集」に貢献する

これまでも、政府・各自治体でも
 様々な取り組みを実施

- 2020年に、東京消防庁が**即応対処部隊を新設**
- 総務省は全国の消防本部に**被害状況確認ドローン**を配備する方針である(2022年3月情報)



社会実装イメージ①救助・災害対応

想定ユースケース：“First responder”

- 通報・救助要請 ⇒ +現場確認・現場対応
⇒ 救助計画 ⇒ 救助ミッション遂行
- 救助者・救助隊に対して、必要かつ十分な情報を早期に収集。結果として、救助・災害対応オペレーション全体の効果・効率を引き上げる



(左) 2017年九州北部豪雨。
緊急輸送道路が寸断され
孤立集落が発生



(右) 2010年埼玉県秩父市大滝の山中。
対地高度を下げた救助ヘリが
樹木と接触し墜落。

社会実装におけるメリット

より確実な
情報収集
(対ドローン)

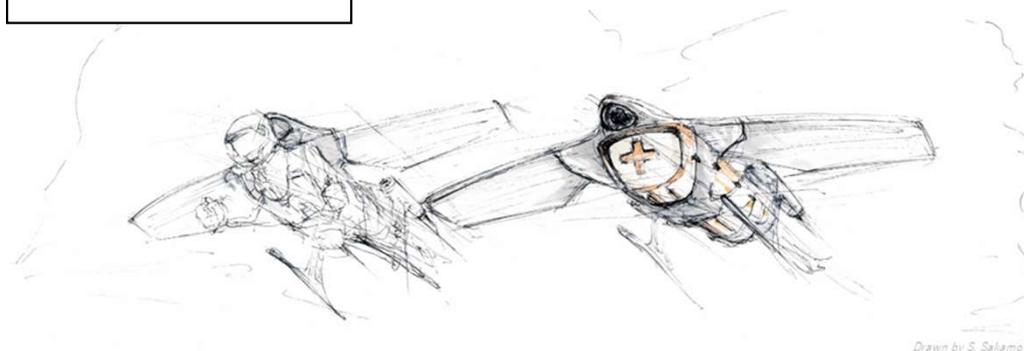
現地でのイレギュラー対応も含めて、人が現地に急行することで、**柔軟かつ機動的な情報収集が可能となる。**

より確実に
導入しやすい
経済性
(対大型重機)

救助用重機を所有しにくい自治体への導入ハードルを下げ、より幅広い自治体を対象に「安全確保」を促せる。

より確実に
現場に導入できる
使いやすさ

習熟の簡単な装置とすることで、**従来の災害対応プロトコルに組み込みやすく、即効性が高い。**



社会実装イメージ②再生可能エネルギー（特に洋上風力発電）

再生可能エネルギーの導入加速に向けて、
国際的に風力発電（特に洋上）は大幅な増加が目標となっている

一方、現場では、作業員の安全確保、安定的な電力供給に向けた
ダウンタイム削減やコスト効率改善に向けた課題が山積み

- 23年5月に広島で開催された主要7カ国（G7）の環境相会合の合意事項：2030年までの洋上風力発電の導入目標を**21年実績の7倍**
- ウクライナ危機を受けて新設スピードを加速が必須

- 日本政府は火力発電に代わる再生可能エネルギー主電源化の切り札として、洋上風力を推進。22年に、秋田・能代で初の大型風力サイトが運転開始
- 陸/洋上を合わせて風力発電の導入量を**6倍**まで拡大（30年時点：19年比）

作業員の安全確保

- 風車タワーの基礎部分での火災により、タワーに残された作業員2名が死亡（2013年オランダ）

- 落雷等による火災発生時にも、ナセル³内の**作業員の確実な脱出手段を確保**。また迅速な消火活動により、被害コスト最小化

気象条件等によるダウンタイム削減

- 高波等で**作業船が出艇できない、またはタワーへの乗り移りができない**等で作業が遅れるケースも存在

- 作業員の待機時間と発電設備のダウンタイム削減
- 天候要因による遅延縮小による作業総日数の短縮

オペレーションコストの効率化

- 点検時に作業員はヘリ・**作業船¹を乗り継ぎ、タワー間を移動**。大規模設備と移動時間が高コストの一因

- 船-タワー間の作業員乗り移り時の**挟まれ事故軽減**
- ヘリ使用時よりも**設備コストを削減**

風力発電のO&M市場は、今後急激な成長が見込まれる*

本技術が、安全で、安定的な再生可能エネルギーの供給に貢献し、エネルギー・地球環境問題に直接貢献することも視野に入れる

*O&Mとはオペレーション・メンテナンス。

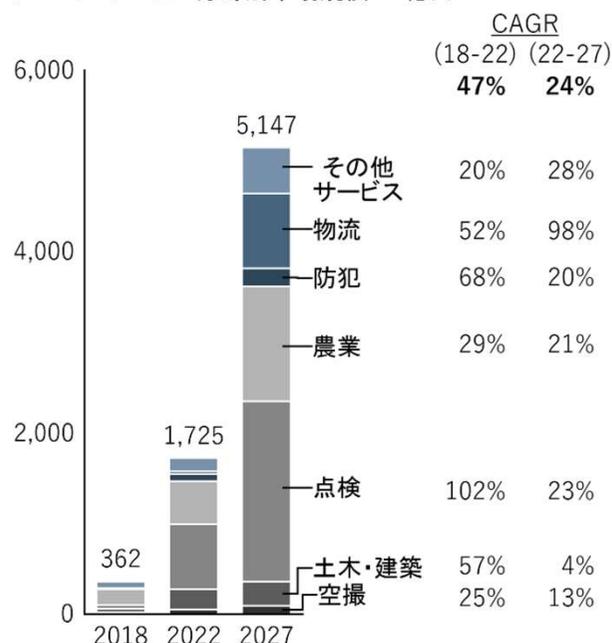


更なる波及効果：ドローンの上位互換としての役割への期待

拡大を続けるドローン市場。一方で、**ドローンでは充足されない課題も存在**

今後、更なる調査を予定している
ヒト飛行による互換ユースケース候補例

ドローン サービス分野別市場規模* (億円)



現状の活用状況

- 基本的には、カメラによる設備外装部分の破損検出

現場の声 (課題認識)

- カメラでの見落とし (現時点では、精度が低い)
- 補修に対応できない
- 基本的に、目視の範囲のみの飛行に限定
- 人が実際に目視判断、作業・修理することによる安心感

太陽光発電

- 超大型太陽光発電サイトの機動的な移動手段として提供。PVパネル上の異物除去、送電設備の即時補修により、ダウンタイム削減・安定供給

海洋インフラ (LNG船、VLCC等)

- 超大型船上で、異物衝突による船体破損確認や火災等による緊急対応時に、即時の状況把握、乗組員の安全確保

インフラ (橋梁・ダムなど)

- 高所作業が必要な場合の足場設置や特殊車両 (橋梁点検車) の作業補助
- クレーン車等の大規模設備を代替することで効率化

本技術がドローンの上位互換として「再生可能エネルギーの普及」や「ヒトの安全確保」等に役立つのではないかと期待されています。

*インプレス社調べ (2022年3月時点)

本テーマの革新性と意義

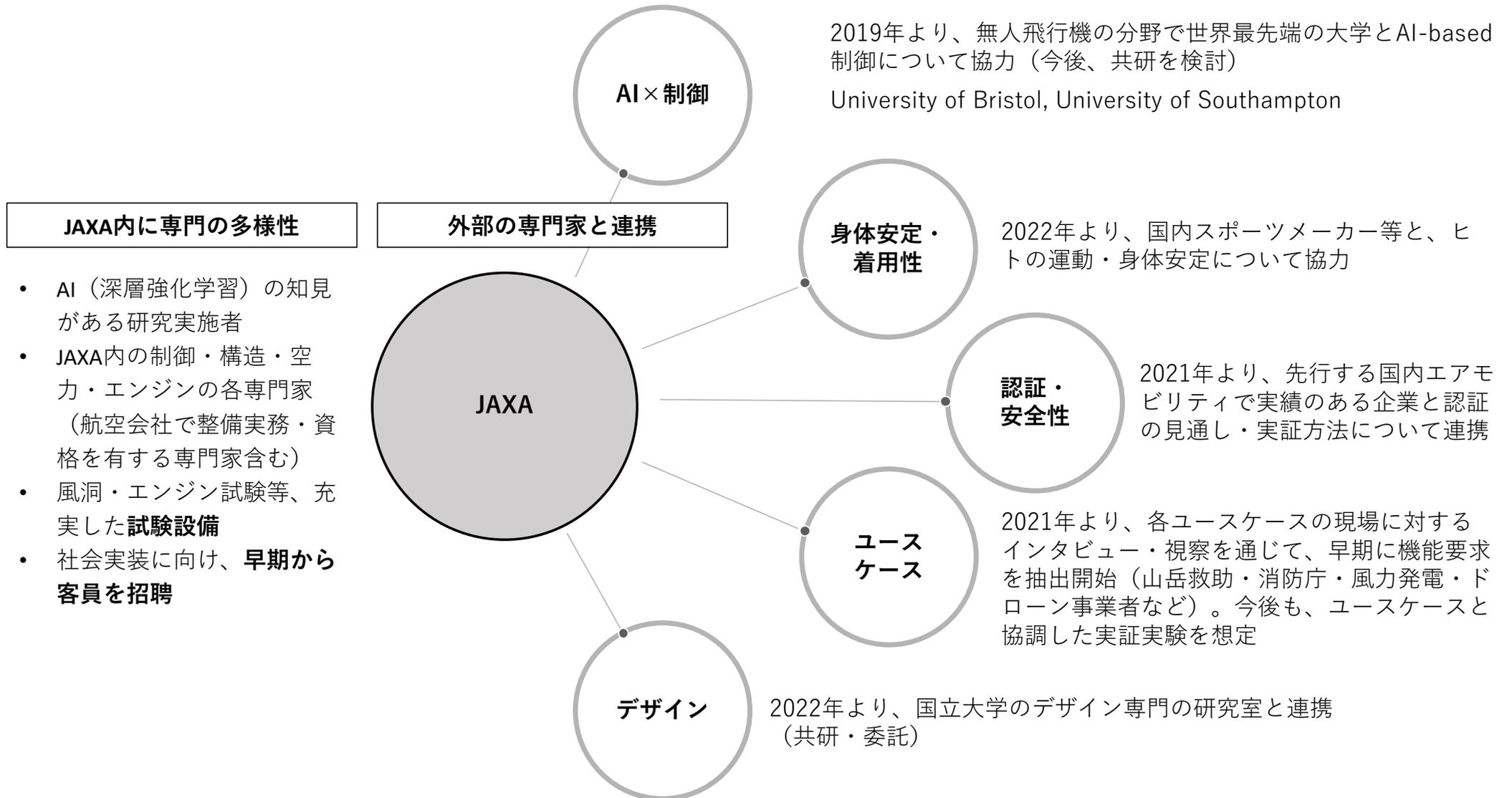
AIとヒトの融合領域

- 記憶層と不確かさを含んだ深層強化学習により、革新的な**知的制御システム**を実現。
 - 救助隊員の体格・重量の違いや飛行中の動きで破綻しない。
 - 事前チューニングが不要で、瞬時にヒトの個性に適応する。
 - 強い非線形性から、飛行中にきりもみ状態となっても回復できる。
- **客観的にも、その革新性が評価**されてきた。
 - ブリストル大学との研究をリード。2021年から3本の論文発表。ハイインパクトな国際学術誌”Robotics and Automation Letters”を含む。
 - 日本ロボット学会で優秀講演賞を受賞。（2022年）
- **国の産業・技術戦略とも、非常に親和性が高い。**
 - 「AI戦略2022」「産業技術ビジョン2020」「統合イノベーション戦略2022」で課題とされる災害対応能力と重なる。
 - AI（制御）技術の最先端を磨く点で、AI人材拡充の方向性にも沿う。

日本発の「システム創成」機会

- 飛行システムをプロトタイプし、飛行実証まで実施するテーマ設定。**システム性能の実現と追究**というテーマ。
- **日本が最終インテグレータとなる。**国際的に優位な産業構造を創出する機会となり得る。
 - 航空機業界：日本はTier1レベルの“サプライヤー”に留まる。
 - 風力発電業界：「日本メーカーが風車製造からも撤退し、どうしてもヨーロッパからの輸入ばかり。日本発信で新しい技術で世界に出ていく種が必要だ」
- NEDO先導研究を通じて、**より強固な産学連携体制を確立し、フルスケールの完成機を製作し、技術段階のステップアップ加速**を実現しうる。
 - 今年度より、フルスケールでの実証に向けた準備を開始した絶好のタイミング
 - 従来の個別に要素技術ごとの共同研究やNDAに基づく連携から、**一括横断的な産学連携体制**に移行すべきタイミング
 - 予算規模としても、先行海外プレーヤーのシステム販売価格が5000万円前後/機

研究開発体制：実現に向けて、各分野の専門家を結集



今後の研究開発ロードマップと体制強化に向けて

これまで

- JAXAが主体となり、アイデア提案。各要素技術の試験開始までを推進してきた。
- **各技術要素ごとに個別で、メーカーや大学等と共同研究・NDAを締結。**

今後

- TRL4-5レベルの、**分野横断的な産学連携体制**に移行する。
- 各開発要素間で連携を強化。応用的な開発を推進し（TRL=4）、統合したシステムを実現していく（TRL=5）。

TRL = 3 → 5
実環境で実証

FY2023-24
本格研究



- フルスケールの飛行実証（実証サイトも確保済）
- ユースケースの抽出と、次フェーズでの各ユースケースでの実証実験に向けた準備を並行

TRL = 6
実環境で実証

FY2025-27
事業研究



- 潜在ユーザーと連携したユースケース実証

TRL = 8
社会導入に向けた活動

FY2028-30
社会実装



- JAXA内・外を含めた体制、産業化に向けた広い枠組み
- 認可の取得・規制作り

“洋上風力の導入が本格化する2030年前後に新たな技術が開発できれば、非常によいタイミング”

大手風力発電点検業者の幹部

注：FY2023以降の写真はイメージ

本日の要旨（再掲）

ヒト飛行技術のご紹介

- 開発テーマは、**着脱可能でヒトが飛行できるシステム**である。
- 本技術は、技術仕様・特性の違いから、**他のエアモビリティ（空飛ぶクルマ・バイク）と異なるユニークなユースケース**を想定できる。
- 本技術開発では、飛ぶことを目的化させず「**飛んで何をするか**」に主眼を置いている。先行プレーヤーのベンチマーク、潜在ユースケースの現場調査・インタビューを踏まえて、**要求仕様を明確化**して、開発に取り組んでいる。
- この要求仕様実現のカギは①横断的な要素技術の拡張・統合②先端的なAI活用による制御である。
 - ①要素技術群を拡張・統合して、初めて**システムとして実現可能**（制御・推力・駆動機構・身体性・人-マシンインタフェース・構造等）。
 - ②記憶層と不確かさを含んだ**深層強化学習**が、知能的・適応的な制御に大きく貢献。

ヒト飛行技術を通じて目指すべき社会像

- 背景と課題意識：**世界レベルで気候変動問題への対処は最重要課題**であり、**日本でも非常に重要視**されている。
- 想定ユースケースとして、**気候変動等の要因で増加する自然災害発生時の救助・災害対応**に貢献する。**救助計画/隊編成における情報不足**が、救助全体の安全性・効果を限定している現状を踏まえて、本技術活用により**”First responder”導入によるオペレーション全体の効果・効率の引き上げ**。また、**経済性・使いやすさ**の観点でも、既存の他ソリューションを上回り、確実な社会実装を目指す。
- 同時に、気候変動問題の文脈で、作業員の安全確保・ダウンタイム削減・オペレーションコスト削減を通じて、**再生可能エネルギー（特に洋上風力）の導入加速**の一翼を担う。風力発電のO&M市場*は、今後急激に成長し、経済的にも重要なインパクトが見込める。
- 更に「**再生可能エネルギーの普及**」や「**ヒトの安全確保**」の観点で、**ドローンの上位互換として他のユースケースでも役立てるなどの波及効果**も想定される（例：太陽光発電・洋上/陸上インフラなど）。

目指すべき社会実現に向けて

- 本技術は、**AIとヒトが融合する革新的なテーマ**であり、かつ、そのアウトプットには、**日本が最終インテグレータとして、新たなシステム性能を生み出し、国際的に優位な産業構造を創出しうる機会が存在**している。
- **今後の時間軸としては、FY28-30での社会実装を目標**としている。これに向けて、フルスケールでの実証実験、ユースケースと連携した実証実験へと進む段階にある。
- 体制面では、既にJAXA内・外で必要な専門分野を結集し、**分野ごとに個別に連携**してきた。今後は、NEDOの先導研究を通じて、**横断的な産学連携体制を確立し、フルスケールの完成機を製作、技術段階のステップアップ加速を実現**したい。
 - これまで、**各技術要素ごとに個別で**メーカーや大学等と共同研究・NDAを締結した上での連携を進めてきた。
 - 今後は、**TRL4-5レベルの産学連携体制**を構築し、各開発要素間で協調を強化。応用的な開発を推進し（TRL=4）、統合したシステムを実現していく（TRL=5）。

*O&Mとはオペレーション・メンテナンス。

以上
