

# 「人工知能活用による革新的リモート技術開発」 (終了時評価)

2021年度～2024年度 4年間

## プロジェクトの説明 (公開版)

2025年11月27日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

AI・ロボット部

# 人工知能活用による革新的リモート技術開発

AI・ロボット部  
PMgr: 外村雅治・専調



## プロジェクトの概要

- 生産性の向上、働き方改革推進の観点からリモート化への期待は高く、**コロナ禍を受けてニーズが更に加速**。しかし、遠隔環境の情報取得手法が十分ではなく生産性向上効果は限定的。
- 遠隔環境の状態を現場にいる以上の認知が可能になる革新的リモート技術開発として、以下を実施する。

- 「状態推定AIシステム」の基盤技術開発**  
計測する情報を基に人間の感情や行動、周辺環境の状態を推定する。
- 「高度なXRIにより状態を提示するAIシステム」の基盤技術開発**  
視聴覚情報に加え力触覚等の情報も組み合わせた提示や、必要な情報をデフォルメした提示を行う。



関連する技術戦略: スマートテレオートノミー

プロジェクト類型: **基礎的・基盤的研究開発**

## 既存プロジェクトとの関係

- 2020～2024年度NEDOプロジェクト「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」は、産業用ロボットに特化。
- 2020年度AMEDプロジェクト「ウイルス等感染症対策技術開発事業」は、感染症対策に対する医療機器・システムに特化。

## 想定する出口イメージ等

アウトプット目標	<ul style="list-style-type: none"><li>各基盤技術が<b>実用化研究を開始できる水準</b>に達すること。</li><li>プロジェクト終了後25%以上の案件が<b>連続して実用化研究に移行</b>すること。</li><li>基盤技術の内容および得られる効果を、<b>デモンストレーション等を通じて公開</b>すること。</li></ul>
アウトカム目標	<ul style="list-style-type: none"><li>革新的リモート技術の基盤が形成されることにより、産業構造・社会基盤のデジタル化が進捗し、<b>2035年時点において8万人分の労働力に充当</b>され、リモート技術の国内市場の規模が3200億円に達する。</li></ul>
出口戦略 (実用化見込み)	<ul style="list-style-type: none"><li>本プロジェクトでは、開発するシステムの円滑な社会実装を推進するため、委員会等の活用により研究開発実施者と連携してユーザーに広く受け入れられる仕様について検討する。</li><li>国際標準化提案: 無 / 第三者提供データ: 無</li></ul>
グローバルポジション	<ul style="list-style-type: none"><li>プロジェクト開始時: 評価無し → プロジェクト終了時: LD</li><li>次世代のリモート技術を開発することで、我が国の社会課題解決に貢献し、世界をリードする新たなシステムやサービスの創出を目指す。</li></ul>

## 事業計画

期間: 2021～2024年度 (**4年間**)  
総事業費 (NEDO負担分): **16.7億円** (委託)  
政府予算額: 2024年度3.7億円 (一般)

### <研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模>

	2021	2022	2023	2024	2025
研究開発項目① 次世代 基盤技術開発 【委託】	先導研究		ステージ	本格研究	
評価時期	評価対象期間				終了時 評価
予算 (億円)	4.1	5.2	3.7	3.7	

## ページ構成

### 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋



### 2. 目標及び達成状況



### 3. マネジメント

※本事業の位置づけ・意義  
(1)アウトカム達成までの道筋  
(2)知的財産・標準化戦略

(1)アウトカム目標及び達成見込み  
(2)アウトプット目標及び達成状況

(1)実施体制  
※受益者負担の考え方  
(2)研究開発計画

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- 技術開発項目
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

- 実用化・事業化の考え方と  
アウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 特許出願及び論文発表

- NEDOマネジメントのまとめ
- NEDOが実施する意義
- 個別事業の採択プロセス
- 実施体制
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担 / 費用対効果
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 開発促進財源投入実績
- 動向・情勢変化への対応
- 成果普及への取り組み

## <評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （１）アウトカム達成までの道筋
- （２）知的財産・標準化戦略

## ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- 技術開発項目
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

### 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義  
(1)アウトカム達成までの道筋  
(2)知的財産・標準化戦略



### 2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み  
(2)アウトプット目標及び達成状況



### 3. マネジメント

(1)実施体制  
※受益者負担の考え方  
(2)研究開発計画

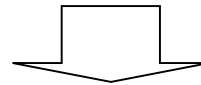
# 事業の背景・目的・将来像

## 社会的背景

- ・ 少子高齢化により**生産年齢人口が減少**しており、国内において**人手不足**を感じている企業の割合は増加している。
- ・ 場所や地域に縛られない、全員参加型の一億総活躍社会を実現していく中で、また事故現場や災害地などの極限状況において、人間が**空間的、時間的、距離的制約を受ける**ことがある。
- ・ **コロナ禍**において、遠隔・非接触・非密集の行動様式が、世界規模で求められている。

## 事業の目的

人間が遠隔地からより簡易的・直観的にシステムを操作する革新的な技術の基盤確立を目指す。



- ・ 労働生産人口の減少、災害などいろいろな制約下において遠隔より能力を発揮
- ・ コロナ禍により非接触、非密集の生活様式を実現

# 政策・施策における位置づけ

## 「経済財政運営と改革の基本方針2020（骨太方針2020）」（2020年7月閣議決定）

- 「新たな日常」構築の原動力となるデジタル化への集中投資・実装とその環境整備として、  
**AI、ロボットの導入推進、テレワーク定着、対面主義脱却**などが標榜

## 「統合イノベーション戦略2020」（2020年7月閣議決定）

- 産業構造や働き方などのライフスタイルも含めた社会基盤・ルールをデジタル化に対応させ、  
**経済社会活動のサイバー空間への移動**を最大限実現させる必要性

## 「産業技術ビジョン2020」（2020年5月経済産業省策定）

- ネットワーク接続とAIによってあらゆるデバイスが知性を宿すIntelligence of Things と人間能力の飛躍的拡張を支える技術群として、ロボティクス、**センシング**、**XR**、ブレイン・マシン・インターフェース、言語の壁を取り払うニューラル機械翻訳等の重要性が高まる



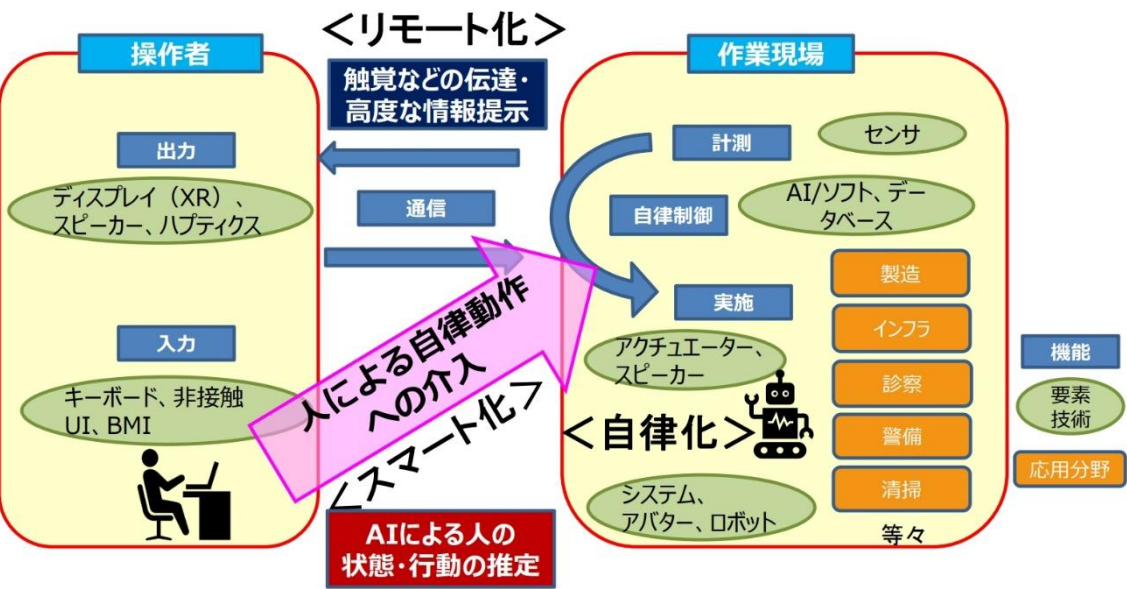
- 空間・時間の制約から解放された社会・経済活動を実現するリモート技術**により、あらゆる分野の産業構造を一変し生産性を飛躍的に高める。
- 生産年齢人口の減少下での産業競争力の維持向上、感染症の流行等による**行動制限下での社会活動の継続**、及び**多様な立場の人々の社会参加**を実現する。

# 技術戦略上の位置づけ

NEDO 技術戦略センター（TSC）立案の戦略のうち「リモート化」の部分について実施

## TSC Foresight「スマートテレオートノミー」

- コロナ禍を受けて人の密集を避けるため、ロボットなど自律して動く機械やリモート技術の活用が広く進んだ。
- 今後も人の行う様々な活動に自律化・リモート化の活用を広げ、社会実装を加速するためには人工知能技術（AI）との融合が不可欠
  - ⇒ スマートテレオートノミー：テレオペレーション（リモート化）とオートノミー（自律化）のスマートな融合
- リモート化技術および自律化技術がそれぞれ持つ課題を両技術を融合することで相補的に解決
- より高度に融合することで、実操作と学習の同時達成による高い作業効率、障害発生時の人の介入による高い信頼性も実現



アプローチ	提供したい価値			
	制限下の活動	多様な働き方	競争力の向上	QoLの向上
生産等のデジタルトランスフォーメーション			✓	
データ駆動型サービス				✓
リモート化	✓	✓		✓
自律化	✓		✓	
能力拡張技術				✓

# 外部環境の状況（市場動向）

## 自律・リモート分野の市場動向

NEDO TSCによる戦略分野STP分析結果  
スマートテレポートノミー（革新的自律・リモート）より

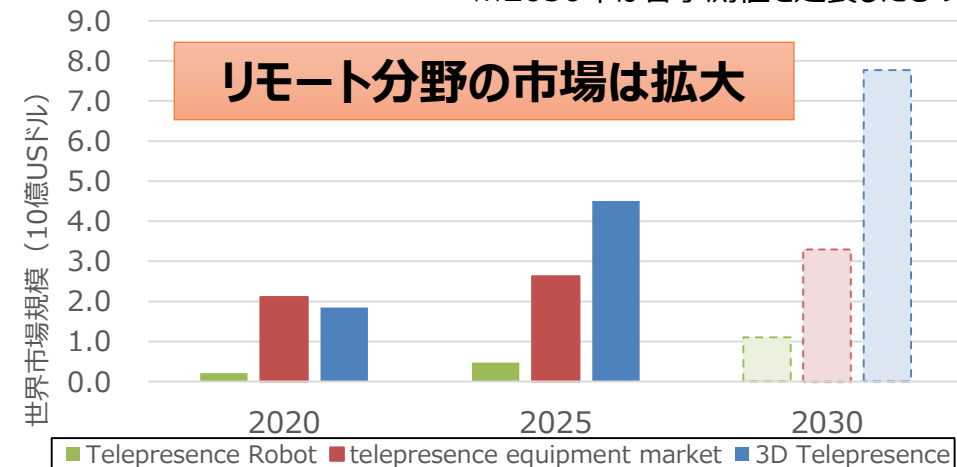
- 自律・リモート分野の市場は、テレプレゼンス市場として動向予測がされている。
- 市場年平均成長率はテレプレゼンスロボットで約18%、テレグジステンス装置で約5%、3Dテレプレゼンス市場は約20%と試算されている。
- より高度な自律・リモートの実現に必要な技術が占める市場の割合は大きいと推察。3Dテレプレゼンス市場のみでも、2035年には1兆円超を予想。他にも応用分野の市場への影響も予想。

### 各技術の対象範囲

項目	説明
3D Telepresence	立体映像に加えて触力覚や遠隔地の環境を再現し、高い臨場感にて双方向のコミュニケーションを実現する技術
Telepresence equipment	実際の人に現実感を与えるロボットやクラウド等、エンドポイントおよびインフラ技術
Telepresence robot	ディスプレイ、センサ、制御システム等、テレプレゼンス用ロボット実現に必要な技術

### テレプレゼンスに関する市場規模予測

※2030年は各予測値を延長したもの



出典：複数の市場規模予測を基にNEDO TSC作成(2020)

# 外部環境の状況（技術動向）

- 自律・リモート分野の技術動向

- AI、デジタル技術に強い米国が脅威。中国も追い上げ著しく市場も大きい。
- 日本は、ロボット技術、統合技術に強み。

NEDO TSCによる戦略分野STP分析結果  
スマートテレポートノミー（革新的自律・リモート）より

## 応用分野 特許件数の国籍別傾向

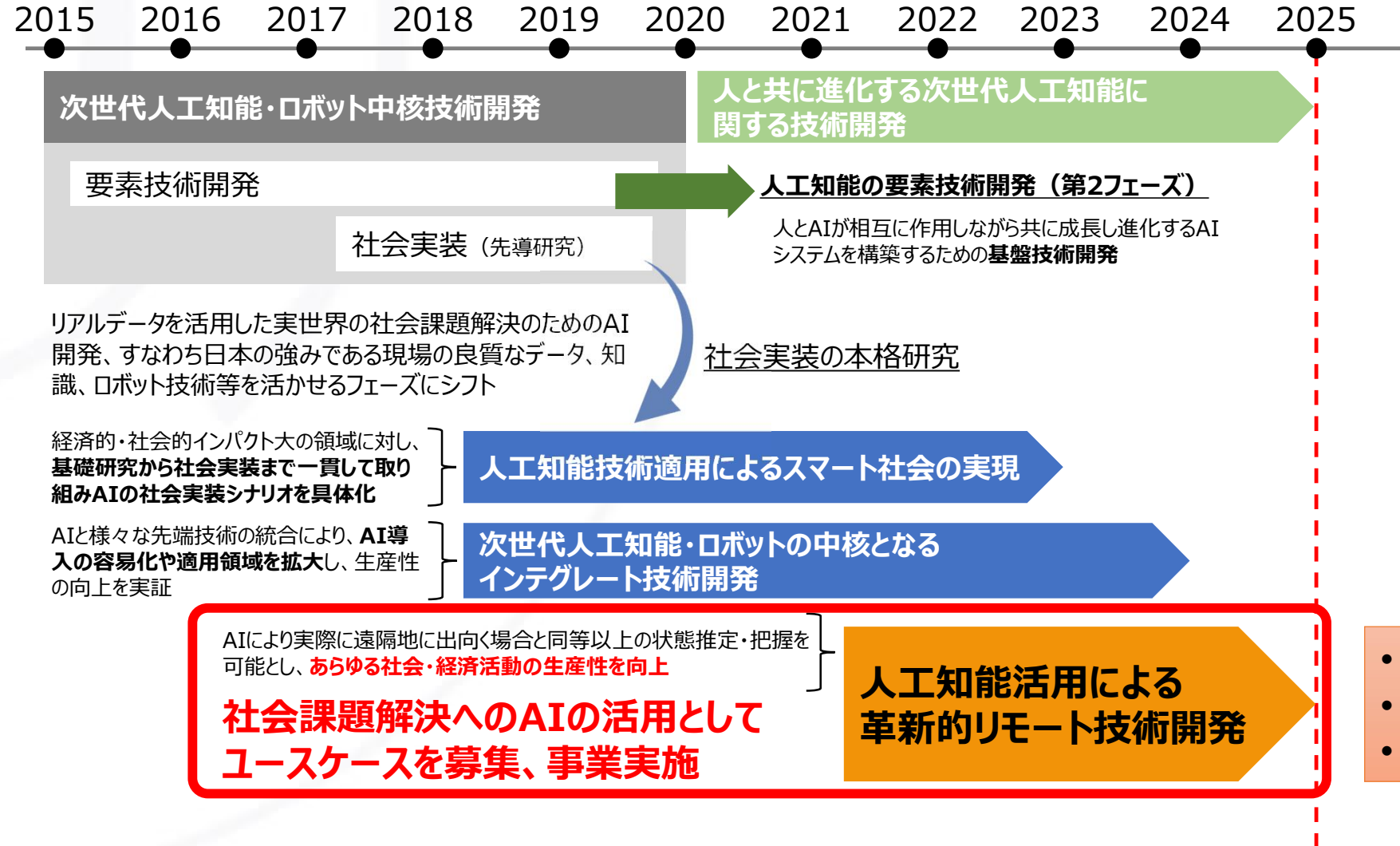
- **オンライン会議**は、米国(50%)、中国(31%)。
- **遠隔医療**は、米国(57%)が多い。INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS(da Vinciの製造元)が出願人としては1位。
- **建設**では、中国(42%)、米国(22%)に次ぐものの、日本(13%)も所定の出願数あり。
- **警備、ゲーム**は米国が多い。**インフラ**は、半数以上が中国。
- **清掃、インフラ**では、米国が少ない。

技術開発が望まれる分野を選定

## 要素技術 特許・論文 件数の国籍別傾向

- **AI**は、特許、論文ともに米国、中国が突出。日本は両国に比して、後れを取っている。
- **ロボット**は、中国・米国が特許・論文多いものの、技術的には日本のレベルは高い。
- **ハプティクス**は特許は中国、米国、日本、論文は米国1強+日本。しかし、特許数の国別の差は小さく、論文の所属機関の国籍も多彩。競争している最中の状況。
- **XR**は、特許、論文ともに米国、中国多い。論文は、総合すると欧州からの報告も多い。
- **通信**特許（遅延時間に関するもの）は、中国が多く、日本の出願数は米国とほぼ同率（11.9%）。

# 他事業との関係



# 研究開発項目

AIにより実際に遠隔地に出向く場合と同等以上の状態推定・把握を可能とし、社会・経済活動の生産性向上を目指す。



近傍者が遠隔環境の状態を認知し、的確な判断のもと必要に応じて操作・介入等を行うことを可能とする技術が必要



遠隔と近傍を結ぶループの中で研究開発項目として2項目、  
「**状態推定AIシステム**」と  
「**高度なXRにより状態を提示するAIシステム**」を設定

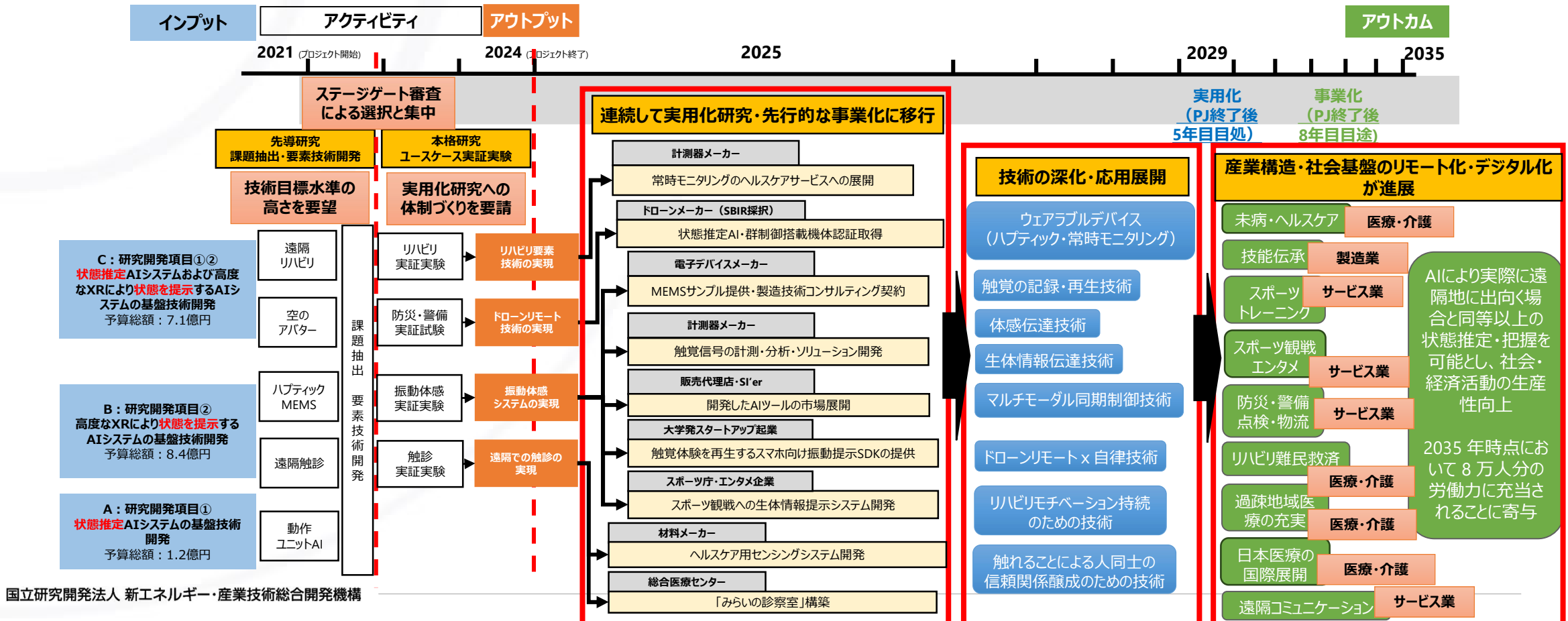
# 革新的リモート技術を実現するAIおよびXR技術

## 2つの研究開発項目両方の実施を含め幅広く基盤技術を開発

テーマ名（赤字は以降の略称）	研究開発項目① 状態推定AIシステム	研究開発項目② 高度なXRにより状態を提示するAIシステム
<b>動作ユニットAI</b> による人の感情推定とキャラクタの感情豊かな動作生成による遠隔コミュニケーション環境の構築 (代表機関：東北大学)	感情に基づいた身体動作データから感情を推定するAI技術	(非該当)
極薄 <b>ハプティックMEMS</b> による双方向リモート触覚伝達AIシステムの開発 (代表機関：産業技術総合研究所)	(非該当)	人間とAIが双方向に「ネゴシエーション」しながら信号抽出を行うソフトウェア「体感ネゴシエーション」機能
Contact Realityの実現による <b>遠隔触診</b> システム開発 (代表機関：名古屋大学)	(非該当)	触覚を含む複数モダリティの感覚入力が脳内での情報統合を助けるための「タイミング」「情報量」を調整するAI技術
<b>遠隔リハビリ</b> のための多感覚XR-AI技術基盤構築と保健指導との互惠ケア連携 (代表機関：産業技術総合研究所)	常時モニタリングデータからの心的状態推定AI技術	VRによる時間と空間を超えた内発的動機付け支援技術
AI・XR活用による <b>空のアバター</b> を実現する『革新的ドローンリモート技術』の研究開発 (代表機関：東京大学)	人物職業、人物行動推定のAI処理をクラウド上でリアルタイムに実現する技術	デジタルツイン内での視野拡張VRや俯瞰視点など、人間の感覚を拡張する高度XR提示技術

# アウトカム達成までの道筋

- 将来像から**事業イメージ**を策定、必要な技術と水準を定義し、技術開発を促進  
⇒ 基盤技術開発段階からユースケースの形が見えるところまでに至った。
- 事業の担い手となる**企業を含めた体制**構築を実現し、実用化研究、更なる技術の深化・応用展開、その先への道筋策定を意識いただいた。



# 知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

**課題：**  
アカデミアの参画が多い本プロジェクトにおいて、論文を優先するアカデミアに対してどのように知財マインドを醸成するか

- NEDOのアクション：**
- 事業化における知財の重要性を改めてINPIT資料を使用して説明
  - 特許出願等を考慮し公開レベル設定等を見直したデータマネジメントプランの再設定
  - 各機関の知財部門に知財化／オープン・クローズ戦略を相談するように働きかけ
  - 知財化の難しいソフトウェアに関しては、企業への試用提供に際し、事前のOSS化を働きかけ、権利を確保

ハプティックMEMSテーマの例

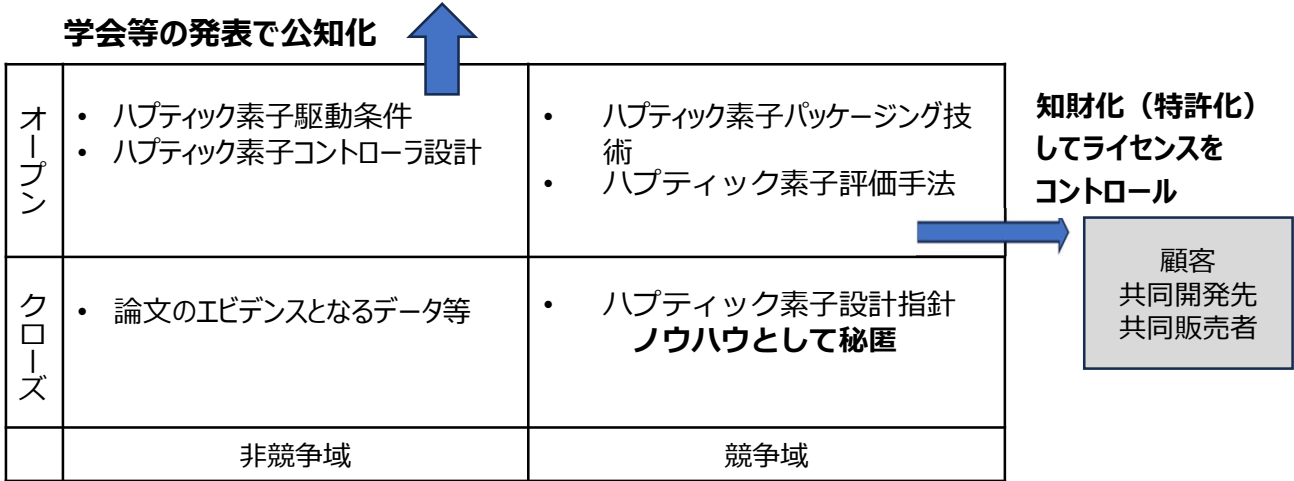


図1 ハードウェアの戦略（ハプティック素子の戦略）



図2 ソフトウェアの戦略（ISMの戦略）

# 知的財産管理

- **知的財産権の帰属**

産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権はすべて発明等をなした機関に帰属

- **知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項**

NEDO知財方針に則り、各テーマ毎に「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成

## ＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

## 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義  
(1)アウトカム達成までの道筋  
(2)知的財産・標準化戦略



## 2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み  
(2)アウトプット目標及び達成状況



## 3. マネジメント

(1)実施体制  
※受益者負担の考え方  
(2)研究開発計画

### ページ構成

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 特許出願及び論文発表

# 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

## 実用化・事業化の考え方

本事業は基礎的・基盤的研究開発として実施  
⇒ プロジェクト終了後5年を目処に（もしくはそれ以上の期間で）、実用化まで達することを目指す

アウトカム目標	根拠
産業構造・社会基盤のリモート化・デジタル化が進展し、2035 年時点において 8 万人分の労働力に充当され、リモート技術の国内市場の規模が 3200 億円に達することに寄与する。	<ul style="list-style-type: none"><li>高齢化が進み、生産人口が減少、数百万人規模で労働力不足の懸念</li><li>労働力不足が大きい、製造業、卸売・小売、医療・福祉、サービス業など約200万事業所（約2000万人）の2%、4万事業所（40万人）が、リモート化・デジタル化進展による生産性の向上により8割（32万人）の人員で対応可能</li><li>差分8万人分の労働力 = 3200億円に相当する効果が見込めると試算</li></ul>



図引用：労働市場の未来推計2030 パーソル総研(2018)

# アウトカム目標の達成見込み

各テーマ、実用化研究に移行。多くの人員が不足する業種にリモート技術が進展、達成が見込まれる。

テーマ名	実用化研究に移行している案件（社会実装に向けた現状）	見込まれるアウトカム
ハプティック MEMS (触覚伝達)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デバイスメーカーとの間で製造技術について<b>技術コンサルティング契約を締結</b>し、コンサルティングを実施。来年度以降実用化に向けた共同研究へ展開の見込み。</li> <li>・6企業に対して<b>成果技術の有償試用提供契約</b>済み。</li> <li>・触覚体験のための次世代振動提示技術提供等を行う<b>スタートアップを10月に創業</b>。</li> <li>・動画配信コンテンツ配信サービスの<b>協力先候補企業とのNDAを締結</b>。</li> <li>・スポーツ観戦事業への展開として<b>スポーツ庁「Sports Future Lab」大阪・関西万博</b>でアピール、パートナー候補企業との協議開始</li> </ul>	<p><b>【製造業、サービス業】</b>ハプティックセンシング、アクチュエーションデバイスが搭載された<b>ウェアラブルデバイス販売が躍進</b>、時間と空間を超え触覚によりつながるビジネスが幅広い分野に展開。</p> <p><b>【サービス業】</b>体感型展示やアーティストやスポーツ選手の体感付きコンテンツの配信など、新たな感動を呼ぶ価値感が普及。</p> <p><b>【製造業】</b>繊細な触感・体感が必要で、遠隔が難しい現場に技術導入することで、人の移動を伴わなくても<b>属人的な技能の普及・伝承</b>が可能。</p>
遠隔触診	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手根管症候群などの疾患を中心に大学病院で手術を受けた患者に対して、<b>術後再検査の遠隔触診システム導入実証試験</b>を開始</li> <li>・インソール型センサーによる歩容解析の社会実装に向け、自治体、企業と協議を開始、歩行（運動療法）を交えた<b>商業施設での生活習慣病予防体験会</b>を実施</li> </ul>	<p><b>【医療】</b>患者にとって、生活環境に<b>居ながら</b>に主治医による<b>診察</b>を受けられる安心感が得られる。医師にとって<b>より多くの患者と深い信頼関係</b>を築きつつ治療が行える。</p> <p><b>【医療・福祉】</b>歩容解析等による未病ビジネスにより<b>健康保険制度への依存を軽減</b>。</p>
遠隔リハビリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト実施企業による常時モニタリングを活用した<b>特定保健指導サービスを提供開始</b></li> <li>・産総研<b>柏の葉リビングラボでの遠隔VRリハのメニュー化</b></li> </ul>	<p><b>【医療・福祉】</b>いかにモチベーションを維持し、効果向上につなげるかという課題に対し、<b>メタバース空間での利用者互恵ケア</b>や<b>常時モニタリングによる状態推定</b>が効果的なソリューションとして提供されQoL向上を求める社会に浸透する。</p>
空のAvatar (ドローンリモート)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>JST K-Pro</b>「空域利用の安全性を高める複数の小型無人機等の自律制御・分散制御技術及び検知技術」に技術導入</li> <li>・<b>SBIR</b>「行政ニーズ等に対応したドローンの開発・実証」に技術導入</li> </ul>	<p><b>【サービス業】</b>自律制御・分散制御技術により、<b>ドローンオペレーターの安全が確保</b>できる。迅速・俯瞰的な状況把握により、現場<b>消防隊員、警備員等の効率的な活動</b>、被害の軽減が見込まれる。</p>

# 非連続ナショナルプロジェクトに該当する根拠

## ◆非連続ナショナルプロジェクトの考え方

観点	内容
非連続的な価値の創造	画期的で飛躍的な変化を伴う価値が創造され、提供されることにより、生活、環境、社会、働き方などを変える
技術の不確実性	難易度が高い技術的課題や、新領域へのチャレンジなどにより、目標とする特性値や技術は従来の延長上にはなく、リスクが特に高い

選定基準	該当	理由
①非連続的な価値の創造	該当	次世代基盤技術開発により、人間が空間に縛られずに能力を発揮する、全く新しい社会の実現に寄与する。
②技術の不確実性	該当	遠隔技術は、コロナ禍において人の密集を避けるために研究開発が加速しつつあるものの、従来にない新しいシステムとなることが想定されるため、開発リスクは高い。



**これまでの延長線上にない、新たな価値を生み出すことを目指す非連続ナショナルプロジェクトとして実施**

# 本事業における研究開発項目の位置づけ

- 遠隔と近傍を結ぶループの中で研究開発項目として2項目、「**状態推定AIシステム**」と「**高度なXRにより状態を提示するAIシステム**」を設定
- アウトプット：テーマ毎に**ユースケース**を想定して研究開発・実証実験を行い、**実用化を見据えた水準で基盤技術を開発**

## 研究開発項目①

### 状態推定AIシステムの基盤技術開発

#### AIを活用し、

- 先進的なデバイスによって取得した遠隔地の情報を人間の認知特性に基づいて意味づけること
- 複数の情報や時系列のデータ等を基に遠隔環境の状態を推定すること

## 研究開発項目②

### 高度なXRにより状態を提示するAIシステムの基盤技術開発

#### AI・XRを活用し、

- 人間の認知特性を利用して複数の感覚を組み合わせ提示すること
- 目的に応じて特定の感覚を誇張して提示すること

等を可能とする技術の基盤を開発する。

近傍者が遠隔環境の状態を認知し  
的確な判断のもと必要に応じて  
操作・介入等を行うことを可能とする技術



# アウトプット目標の設定及び根拠

研究開発項目① **状態推定** AIシステムの基盤技術開発  
研究開発項目② 高度なXRにより**状態を提示**するAIシステムの基盤技術開発

研究開発項目①②に共通した目標を設定

最終目標（2025年 3月）	根拠
本プロジェクトが対象とする基盤技術が、 <b>実用化研究</b> （実際の製品やサービスを開発するうえでの技術的な課題を解決するための研究） <b>を開始できる水準に達すること</b>	本プロジェクトは、実用化までに長期間を要するハイリスクな基盤技術開発を前提として実施する。ブレイクスルーを生み出す基盤技術を開発し、3年9か月の短期で成果をまとめ、実用化研究の方向性を見極めるまでを目標とする。
研究開発テーマのうち25%以上の案件がプロジェクト終了後、 <b>連続して実用化研究に移行</b> すること	本事業は基礎的・基盤的研究開発として実施するため、事業終了時点の実用化研究移行率を設定。NEDO中長期計画にて、事業終了後5年経過時に実用化達成率を25%以上を目標としている。本事業でも低い難易度のテーマによる組成になる懸念を避けるために同様の目標値を設定。
基盤技術の内容および得られる効果を、 <b>デモンストレーション等を通じて公開</b> すること	実用化研究、その先の社会実装に向け、共同研究者、事業の担い手候補に対するアプローチを重視。

プロジェクト類型	実用化・事業化の考え方
標準的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に、 <b>事業化</b> まで達することを目指す研究開発
基礎的・基盤的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に（もしくはそれ以上の期間で）、 <b>実用化</b> まで達することを目指す研究開発

# アウトプット目標の達成状況

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度	達成の根拠
本プロジェクトが対象とする基盤技術が、 <b>実用化研究</b> （実際の製品やサービスを開発するうえでの技術的な課題を解決するための研究） <b>を開始できる水準に達すること</b>	継続したテーマすべてで目標を達成	○	各テーマ、テーマ審査委員会にて認められる技術水準を達成
研究開発テーマのうち25%以上の案件がプロジェクト終了後、 <b>連続して実用化研究に移行すること</b>	採択された5テーマのうち継続した4テーマにて連続して実用化研究に移行する具体的案件がある	○	コンサルティング契約締結、スタートアップ創業、SBIR事業採択、など
基盤技術の内容および得られる効果を、 <b>デモンストレーション等を通じて公開すること</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローンリモート技術の公開実証実験</li> <li>・遠隔触診のシンガポール⇄名古屋間公開実証試験、国際シンポジウム</li> <li>・事業費を活用し、CES、CEATEC、AWE-EU、SXSW等国际的な展示会に出展、有用なリードを多数獲得</li> <li>・遠隔リハビリに向けたオープンデータセット公開</li> </ul>	○	各テーマ、それぞれ成果のアウトリーチ活動を展開



# 特許出願及び論文発表

各テーマの方針に基づき特許出願・論文発表

テーマ名	方針	特許出願 [うち外国出願]	論文	研究発表・講演	受賞実績	成果普及の努力 (プレス発表等)
ハプティック MEMS	実用化・事業化を具体的に想定、 <b>ノウハウとして秘匿</b> する技術、 <b>知財化したうえで公開</b> する技術、 <b>ライセンス</b> する技術による戦略を策定	4[2]	4	44	10	2
遠隔触診	プロトタイプ段階から広く展示会、学会等でアピールすることで、可能性を示し、遠隔触診 <b>普及に向けた仲間を増やす</b> 方針	2	5	5	0	2
遠隔リハビリ	遠隔リハビリ分野の <b>普及促進</b> のため、成果は論文、データセット、ガイドライン等でオープン化	0	25	29	3	15
空の-avatar	防災、警備ユースケースの <b>受容性を高める</b> ための使用ガイドライン等は公開、実施者による事業化の強みとなる <b>要素技術は秘匿化</b> 、早期の実用化を目指す	0	7	7	1	10
動作ユニットAI	再委託先によるビジネスを想定しつつ、学術的に有意義な <b>成果を論文等で発表</b> 、認知度を高める	0	8	11	0	0

## 特許出願（開示済のもの）

名称	番号	目的	テーマ
触覚検出装置、触覚検出システム、プログラム及び触覚検出方法	特開2024-108240	接触対象物の触覚情報（硬さ、重さ、表面の粗さなど）を高精度に推定する技術の提供 人間の触覚に近い認識を機械に持たせる	遠隔触診
装置、振動提示装置、方法、振動提示方法及びプログラム	特開2025-092028	振動子の大型化を抑えつつ、効果的な振動提示の実現	ハプティックMEMS

## ＜評価項目 3＞ マネジメント

(1) 実施体制

※ 受益者負担の考え方

(2) 研究開発計画

## 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義  
(1)アウトカム達成までの道筋  
(2)知的財産・標準化戦略



## 2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み  
(2)アウトプット目標及び達成状況



## 3. マネジメント

(1)実施体制  
※受益者負担の考え方  
(2)研究開発計画

### ページ構成

- NEDOマネジメントのまとめ
- NEDOが実施する意義
- 個別事業の採択プロセス
- 実施体制
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担 / 費用対効果
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 開発促進財源投入実績
- 動向・情勢変化への対応
- 成果普及への取り組み

# NEDOマネジメントのまとめ

項目	目的	内容
実施体制	新しいシステム・サービスを生むための 基礎的・基盤的技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>28件の応募からターゲットとなる広い技術領域における5テーマを採択・実施、<b>基盤技術として広く応用できる技術</b>を開発</li> </ul>
資金配賦	資金の効率的な活用	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ステージゲート審査</b>により効率最大化のための<b>選択と集中</b>を実施、ステージゲート通過テーマに対して審査結果に応じたメリハリのある資金配賦</li> <li>示達予算を有効活用し、2021年度、2022年度、2024年度に大きな効果を期待できる案件に対しPLと協議のうえ<b>追加配賦</b></li> </ul>
戦略・事業化に向けた意識付け	アカデミアに対する事業化意識の醸成	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>大学・国研が幹事機関</b>となるコンソーシアム体制に対し、事業化に向けて、研究開発段階から意識すべき<b>アウトリーチ活動、オープン・クローズ戦略の考え方を説明、戦略策定を促した</b></li> </ul>
テーマ審査委員会の活用	外部有識者による評価・アドバイス	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>審査色を強くした技術推進委員会</b>形式で実施。<b>事前書面審査</b>により、PL・委員の深い理解のもと的確な評価、アドバイスを実施</li> <li><b>サイトビジット</b>により、PL・委員に直接開発現場を把握、<b>成果物を体験</b>いただくことで、適切な指導、アドバイスを実施</li> </ul>
進捗把握とPL指導	定期的な進捗把握とPLからのタイムリーな技術指導	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>NEDO・PL・実施者間の報告・コメントスキーム</b>を月度で実施、PLからの技術的コメント、NEDOからのプロジェクト推進コメントを研究開発に反映</li> </ul>
企業との情報交流	社会実装に向けた企業とのマッチング	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>企業出身技術委員</b>、プロジェクトメンバーによる実施者への<b>企業紹介と情報交流会</b>のセッティング、<b>事業終了後も継続</b></li> <li>プロジェクト内の別テーマに参画する企業と大学との情報交流</li> </ul>
起業準備支援	事業期間中に起業準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>成果の一部を活用して早期に事業化できるように年度ごとの研究開発目標を明確にし、<b>研究開発の成果の利活用</b>を行うサポートを実施</li> </ul>

# NEDOが実施する意義

意義：

- ① 民間のみでは十分に実施されないハイリスクな研究開発
- ② 市場原理に基づく研究開発実施インセンティブがない
- ③ 科学技術的価値からみた卓越性、先導性があるなど、NEDOが主体的役割を果たす特段の理由がある

コロナ禍において各企業が苦境に立たされる中、民間企業のみでは十分な研究開発が困難と考えられる。

また次世代基盤技術開発はこれまでにない新しい自律・リモート技術によるシステムを設定するものであり、非常に難易度が高い。よって民間企業のみでは十分な研究開発が困難と考えられる。NEDOが実施することにより、実用化・事業化を見据えた支援を行うことができる。

# 個別事業の採択プロセス

幅広くユースケースを採択するために、2つの研究開発項目を設定しつつ、両項目に跨がるテーマも受付、

**【A】研究開発項目①「状態推定AIシステムの基盤技術開発」**

**【B】研究開発項目②「高度なXRにより状態を提示するAIシステムの基盤技術開発」**

**【C】研究開発項目① および ②**

に分類

## 【公募】

- 公募内容 事業の目的・内容：生産性の向上、働き方改革推進の観点からリモート化への期待は高く、コロナ禍を受けてニーズは更に加速している。しかし遠隔情報の取得取得手法が十分でなく生産性向上効果は限定的となっている。遠隔環境の状態を現場にいる以上の認知が可能になる革新的リモート技術開発として、「状態推定AIシステムの基盤技術開発」「高度なXRにより状態を提示するAIシステムの基盤技術開発」を実施する。
- 公募予告（2021年1月25日）⇒公募（3月18日）⇒公募〆切（5月6日）

## 【採択】

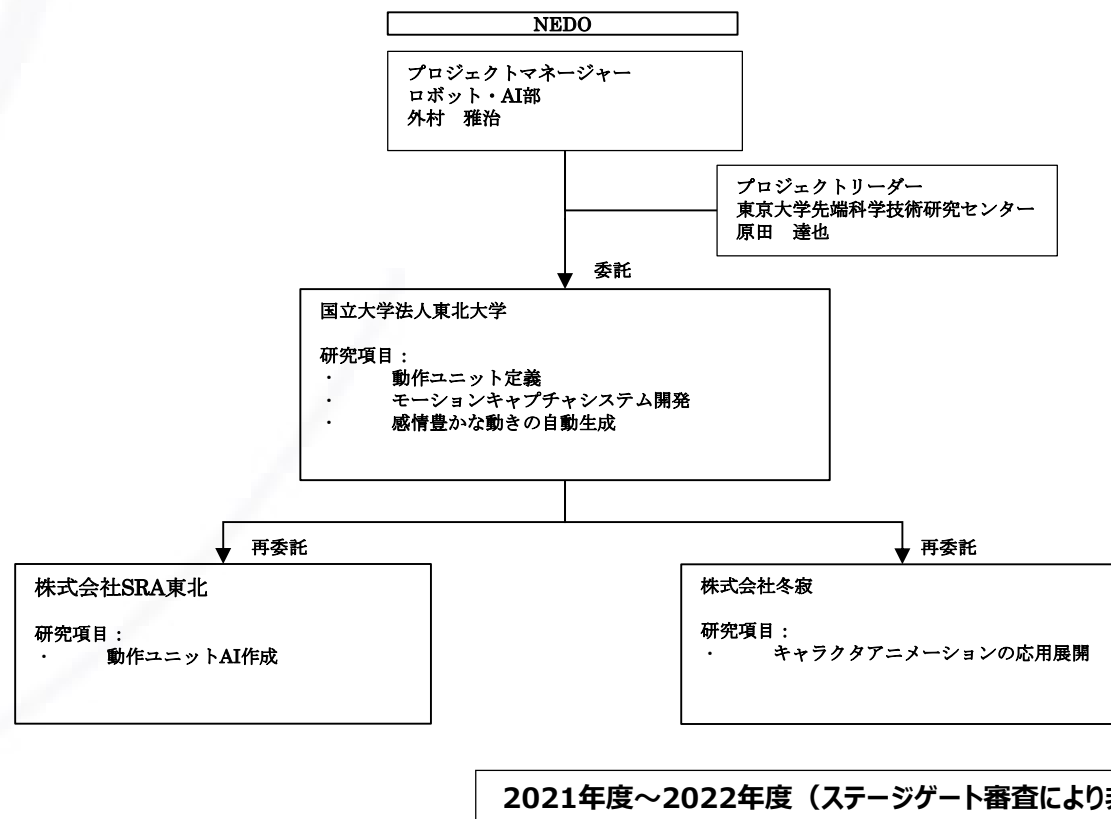
- 事前書面審査（5月11日～5月26日 **28件**）⇒採択審査委員会（6月4日 11件）⇒契約・助成審査委員会（6月29日 5件）⇒ **5件**
- 採択審査項目；（i）基本計画の目的、目標との合致、（ii）開発対象、（iii）研究開発目標、（iv）新規性・独創性、技術の用途、（v）（vi）社会経済への波及効果、（vii）公的資金投入の妥当性、（ix）（x）研究開発の実現性に対して5段階による採点を付けた後、平均値により評価点を算出した。さらに、「ワーク・ライフ・バランス等推進企業」「若手研究員及び女性研究員」の要素について加点し、総合評価点（5点満点）を算出した。なお、前述の要素の加点は、提案書に基づいてNEDOが機械的に算出した。また、各加点要素の割合は、総合評価点の1%とした。
- 総合評価点の全委員の平均値が3点以上、かつ、過半数の委員の総合評価点が3点以上の提案を採択候補とした。
- 採択条件；採択審査委員会では、2年間の複数年度契約とし、2022年度にテーマ審査ステージゲートを実施して、研究開発テーマの継続の可否を判断することを条件に採択審査を実施した。

# 実施体制

テーマ内の体制・役割を明確化し、  
プロジェクトリーダーから技術面での広い知見に基づいた指導をいただきつつ研究開発を推進

## 【A】研究開発項目①「**状態推定AIシステム**の基盤技術開発」（1テーマ）

**動作ユニットAI** による人の感情推定とキャラクタの感情豊かな動作生成による遠隔コミュニケーション環境の構築

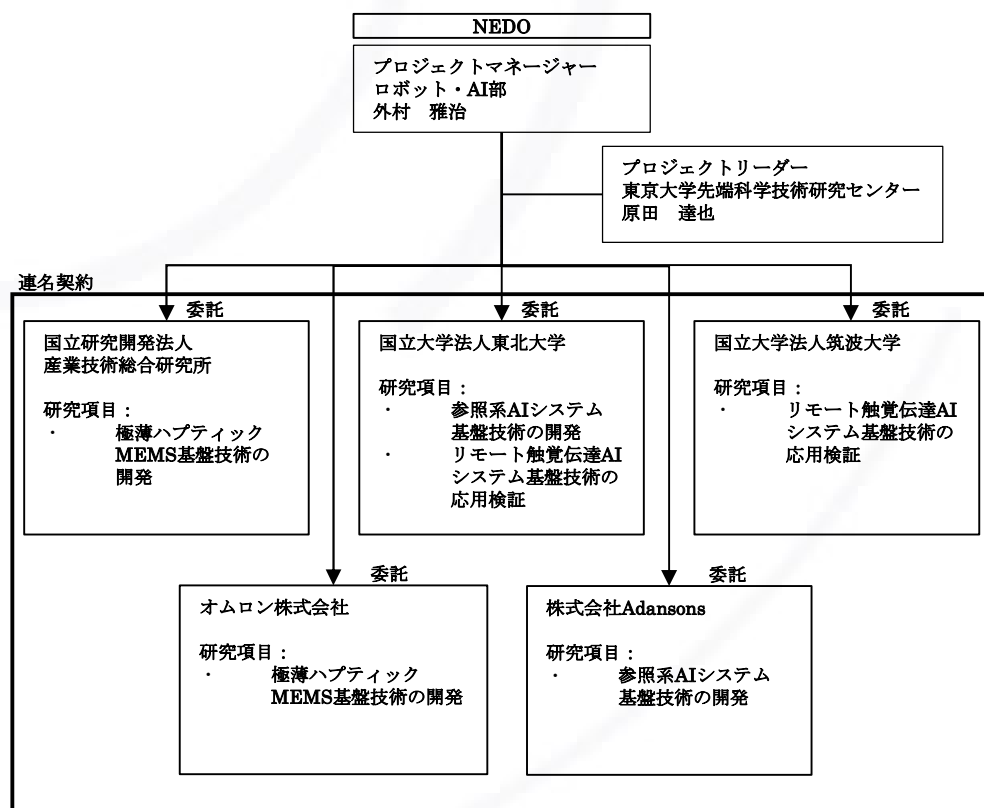


# 実施体制

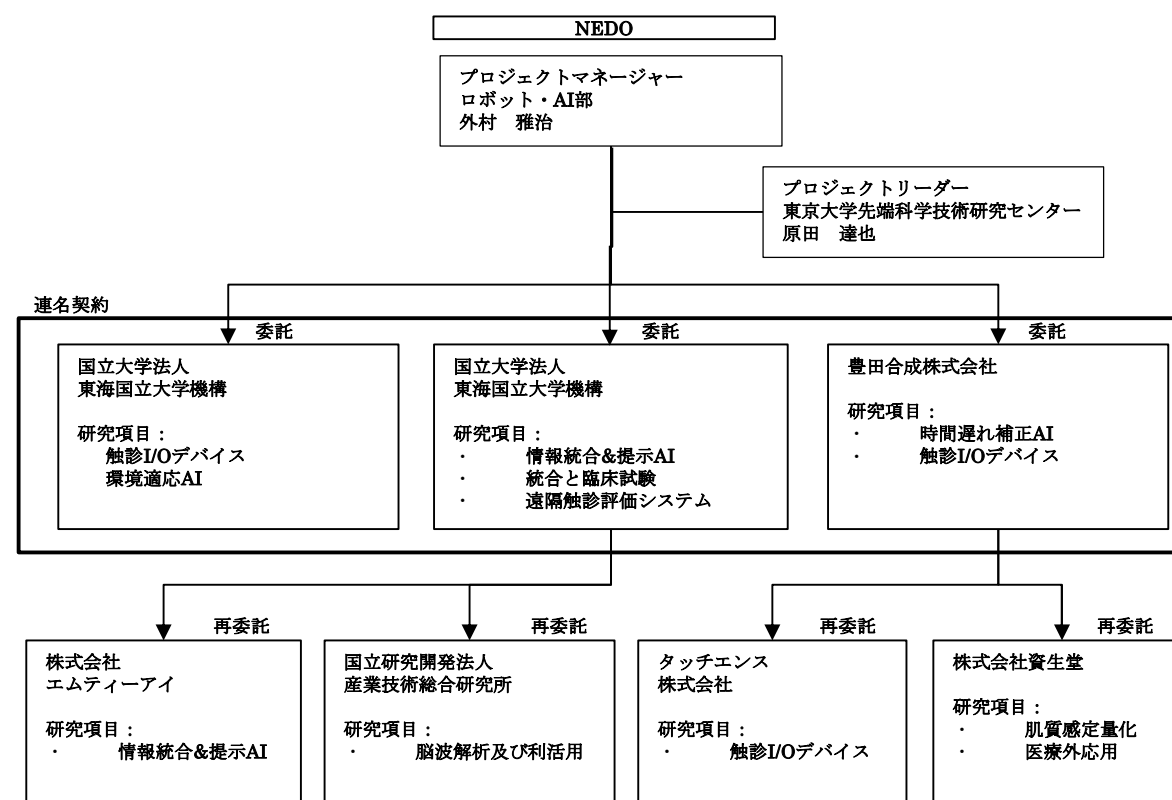
## 【B】研究開発項目②「高度なXRにより状態を提示するAIシステム」の基盤技術開発（2テーマ）

極薄ハプティックMEMSによる双方向リモート触覚伝達AIシステムの開発

Contact Realityの実現による遠隔触診システム開発



2021年度～2024年度



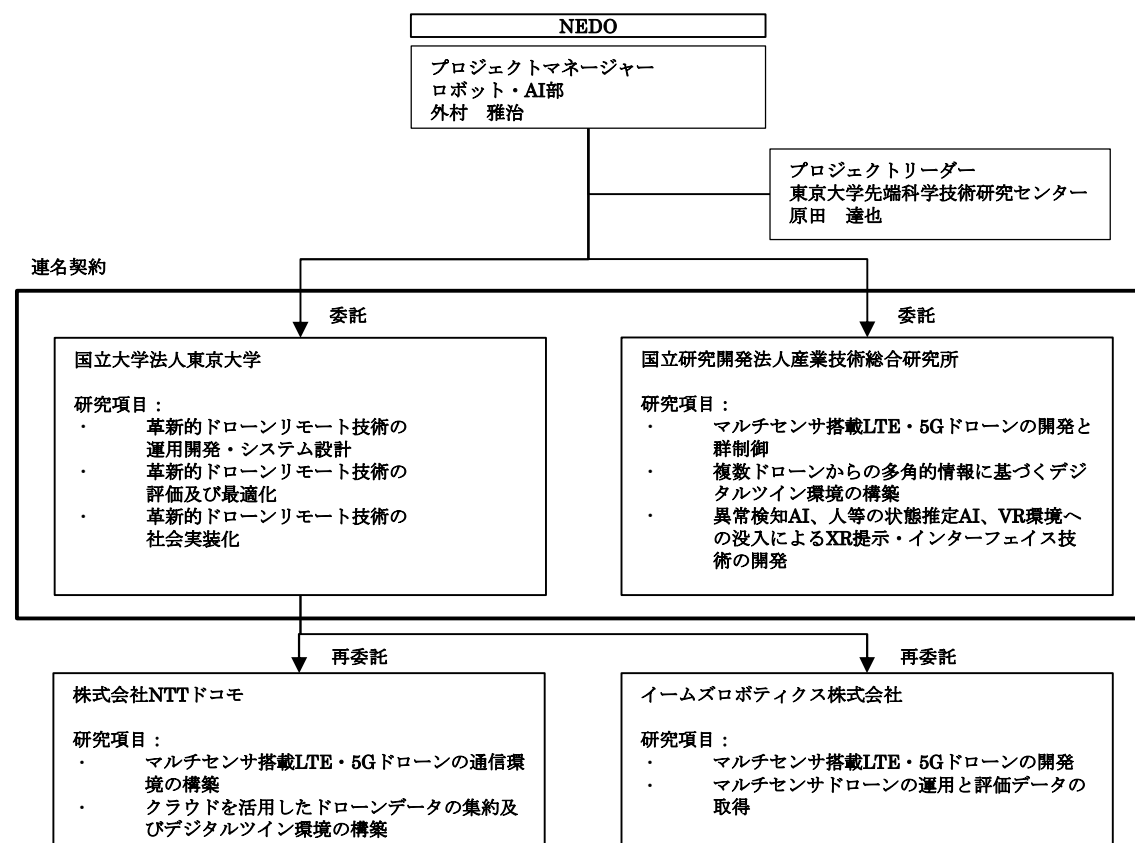
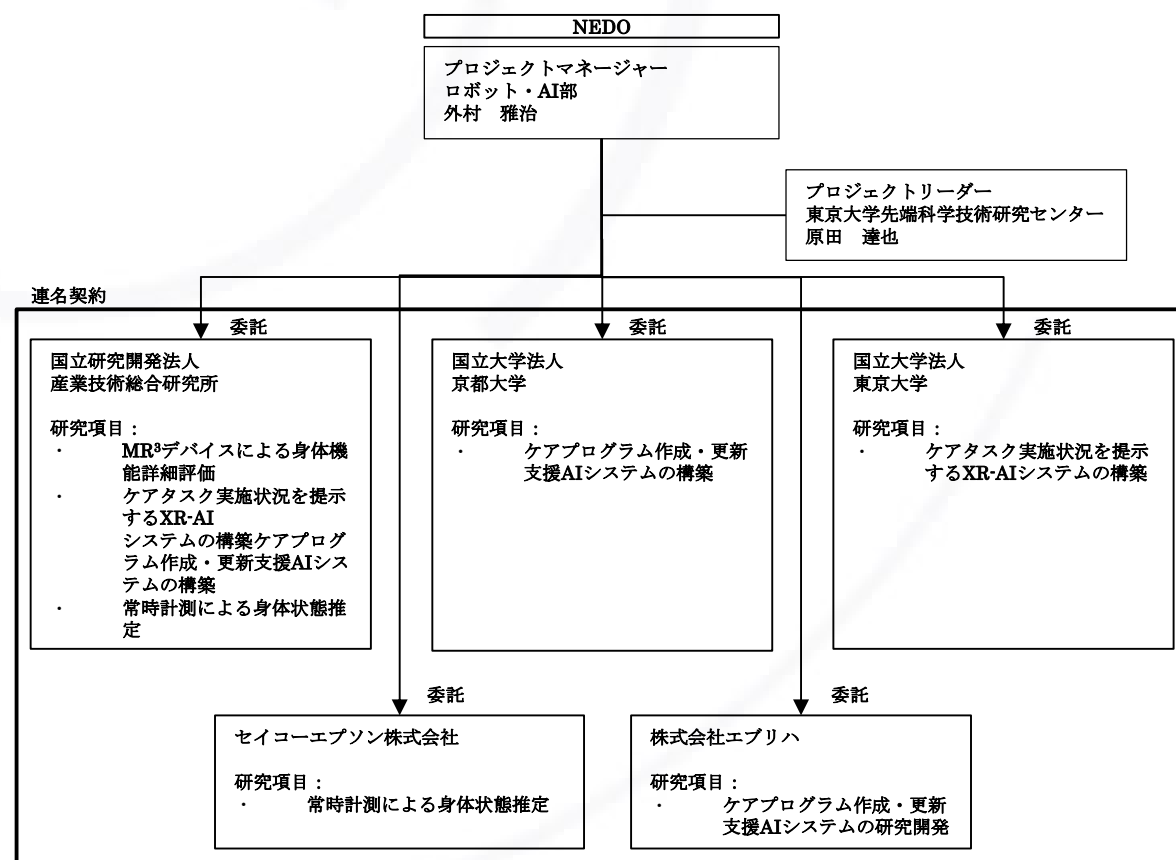
2021年度～2024年度

# 実施体制

## 【C】研究開発項目①②「**状態推定AIシステム**及び**高度なXRにより状態を提示するAIシステム**の基盤技術開発」（2テーマ）

**遠隔リハビリ**のための多感覚XR-AI技術基盤構築と保健指導との互惠ケア連携

AI・XR活用による**空のアバター**を実現する『革新的ドローンリモート技術』の研究開発



# 研究データの管理・利活用

- NEDOデータ方針に則り、「人工知能活用による革新的リモート技術開発」におけるデータマネジメント基本方針を策定
- 各テーマ毎に「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）を整備し、「データマネジメントプラン」を実施者から提出いただき、データの運用状況を確認

## データの活用例)

オープン・クローズ戦略に基づき、事業分野への技術の普及促進を目的として、選択的にデータセットを公開しつつ、先行者利益確保のため、選択的に非公開データとして管理するなど、適正なデータの管理を実施した。

### NEDO ニュースリリース

遠隔でリハビリテーションができる社会の実現に向けて

世界初の上肢・肩甲骨運動オープンデータセットを公開しました

—リハビリ事業者など民間企業のコミュニティー形成で市場開拓を目指す—

**仲間を増やすための戦略**

### 18種の上肢・肩甲骨運動

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1. 肩の屈曲、伸展（90度まで）   | 10. 前腕回内、回外（肘90度屈曲位）  |
| 2. 肩の屈曲、伸展（最大可動域まで） | 11. 前腕回内、回外（肘伸展位）     |
| 3. 肩の外転、内転（90度まで）   | 12. リーチング動作（内側）       |
| 4. 肩の外転、内転（最大可動域まで） | 13. リーチング動作（前方）       |
| 5. 肩の水平外転、内転        | 14. リーチング動作（外側）       |
| 6. 肩の外旋及び内旋（1st位）   | 15. 膝から耳の真横へ手を移動させる動作 |
| 7. 肩の外旋及び内旋（2nd位）   | 16. 手を腰の後ろに触れる動作      |
| 8. 肩の外旋及び内旋（3rd位）   | 17. 手を後頭部に触れる動作       |
| 9. 肘の屈曲、伸展          | 18. 机を布巾で拭く動作         |



# 予算及び受益者負担 / 費用対効果

## ◆実績

（単位：百万円）

研究開発項目分類		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
A: 研究開発項目① 状態推定AIシステム の基盤技術開発	委託 100%	54	67	—	—	121
B: 研究開発項目② 高度なXRにより状態 を提示するAIシステム の基盤技術開発	委託 100%	183	237	204	215	839
C: 研究開発項目① および②	委託 100%	177	214	161	157	708
合 計		414	518	365	372	1,668

次世代基盤技術開発はこれまで  
にない新しい自律・リモート技  
術によるシステムを設定するもの  
であり、非常に難易度が高いた  
め委託事業とした。

## ◆費用対効果

### 【インプット】

- 事業費用の総額 16.7億円（4年）

### 【アウトカム達成時】

- 経済効果（2035年） リモート技術の国内市場の規模が 3200 億円に達することに寄与

基礎的・基盤的研究開発での成果から実用化研究に継続しており  
実用化、事業化に進むことで大きな効果が期待できる

# 研究開発のスケジュール

ステージゲートにより費用対効果の高い効率的な研究開発を推進

テーマ名		2021	2022	2023	2024
動作ユニットAI		5件採択	5テーマ SG 中間目標	1件不通過	
ハプティックMEMS				4テーマ 最終目標	
遠隔触診					
遠隔リハビリ					
空のアバター					
予算 (億円)	委託	4.1	5.2	3.7	3.7

ステージゲート審査委員、実施者への事前説明

- ステージゲート審査の厳格化、公平性、俯瞰性
  - 選択と集中を強化する
  - 本プロジェクトの技術委員のみによる構成ではなく、より公平性、俯瞰性を高める観点から新委員を加える
- 予算額からの制約
  - 本プロジェクト全体の2023年度予算は、2022年度に比べて、8割程度になる可能性があり、判定基準に達していても順位にもとづいて、不通過と判定する場合がある

# 進捗管理（月度）

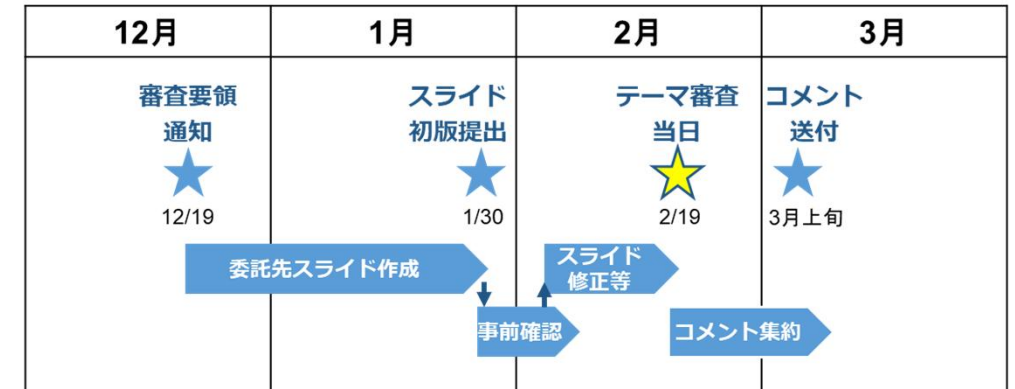
- NEDO・PL・実施者間の報告・コメントスキーム（1～2か月毎）
  - ・ オンライン進捗確認ミーティングをNEDOと実施者間で実施
  - ・ 委員会からのコメント・アドバイスの説明、対応状況確認、次回委員会の目的、審査事項の説明
  - ・ 進捗状況を確認・把握、要点をNEDOがまとめPLに報告
  - ・ PLからNEDOに対して質問・コメントをいただく
    - ・ 最終成果物の定義、何が革新的ですごい技術なのか
    - ・ 競合になり得る技術の紹介と差別ポイントの明確化
    - ・ 定量的目標と評価手法の明確化、定量化が難しくても明文化するべき
    - ・ 本当に使える技術として機能・性能、完成度の高さの追求
    - ・ 事業期間内の技術統合に向けての要素技術完成度とスケジュール管理の重要性
  - ・ NEDOから実施者に対してPLからの質問・コメント、運営面での依頼事項をフィードバック



# 進捗管理（テーマ審査委員会の運営）

進捗確認マイルストーンとして、テーマ審査委員会と称する外部有識者による**審査色を強くした技術推進委員会**を設定

- 事前書面審査により**理解を深めていただきつつ、委員からの質問事項**を実施者に提示
- 回答を用意いただいたうえで委員会で発表、質疑応答による直接指導
- PLにも参加**いただき、質疑応答による直接指導
- 委員間協議**により委員会コメントをまとめ、委員長承認を得て**後日実施者にフィードバック**
- NEDOは委員会コメントをよりどころに、**対応状況、進捗状況確認**を実施
- 評価事項
  - ステージゲートまで（**技術の高さ**を意識）
    - ✓ 研究開発成果がリモート技術の基盤となるか
    - ✓ 開発する技術・システムとその達成水準の明確化
  - ステージゲート後（**アウトプット目標**を意識）
    - ✓ 連続して実用化研究に移行するための体制づくり
  - 最終年度（**アウトプット目標 + アウトカム目標**を意識）
    - ✓ 連続して実用化研究に移行するための体制づくり
    - ✓ 社会実装（アウトカム目標）達成への道筋
- 第3回は**ステージゲート審査**



第7回テーマ審査委員会スケジュール

# 進捗管理（テーマ審査委員会の運営）

テーマ審査委員会	開催時期	委員構成	これまでの成果と今後の計画以外の評価事項
第1回	2022年2月	採択審査委員から2名、新規3名	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発成果がリモート技術の基盤となるか</li> </ul>
技術指導 見学会	2022年6月～9月	変更なし	
第2回	2022年9月	変更なし	
第3回 ステージゲート審査	2022年12月	テーマ審査委員から3名、新規3名 より公平性、俯瞰性を高める観点 から半数は新委員とする	
第4回	2023年7月	ステージゲート審査委員から5名	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト終了後の連続して実用化研究に移行するための方針</li> </ul>
技術指導 見学会	2023年11月～12月	変更なし	
第5回	2024年4月	変更なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト終了後の連続して実用化研究に移行するための対応計画</li> <li>提案時の「研究開発成果の事業化計画書」に対し研究開発進捗、社会情勢の変化を反映したアップデート</li> </ul>
第6回	2024年9月	変更なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト終了後の連続して実用化研究に移行するための対応状況</li> <li>将来像実現に向けた社会実装（アウトカム目標）達成への道筋策定状況</li> </ul>
第7回	2025年2月	変更なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクトの位置づけ・意義（基盤技術の定義、実用化研究を開始できる水準の定義）</li> <li>プロジェクトの成果</li> <li>アウトカム（社会実装）達成までの道筋策定状況</li> </ul>

# 開発促進財源投入実績

PLと協議のうえ未契約予算を成果最大化に向けて効果的に配賦

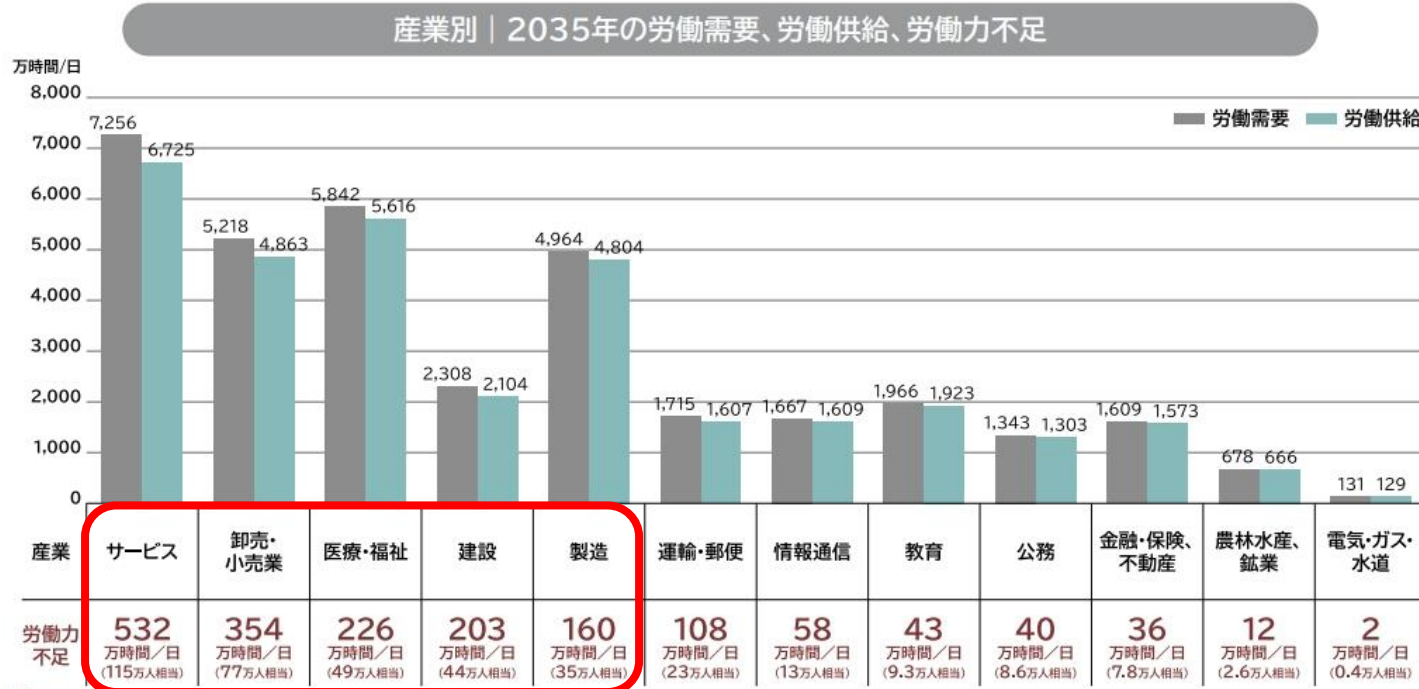
年度	件数	金額 (百万円)	目的
2021年度	1件	10.8	・ シミュレーション環境整備による研究開発加速のため
2022年度	4件	33.4	・ 計算資源増強による研究開発加速のため ・ 計測により定量化が必要とのテーマ審査委員会からのコメントへの対応のため計測環境の導入 ・ 定量的解析環境導入による構造体の最適設計加速のため ・ 5G通信環境の普及が想定より進まないという社会情勢の動向に対応するためLTE環境の導入
2024年度	2件	20.0	・ 短期間で投資効果が期待できる追加研究開発案件、（多チャンネルワイヤレス化による多人数同時触覚計測、展示会での情報収集から必要性を認識した超音波検査の組み込み）に投入

# 動向・情勢変化への対応

## ➤ 2035年における労働力不足予測はさらに深刻化

- 働き方改革等により労働時間は約91%に短縮
- 1日あたり約1,775万時間の労働力が不足との見込み

(パーソル総合研究所と中央大学による「労働市場の未来推計2035」より)



想定した、サービス業、卸売・小売、医療・福祉、製造業における労働力不足は、依然として大きい  
リモート技術活用の市場は拡大見込み

# 動向・情勢変化への対応

## ➤ コロナ禍の終息

- ・ リモート技術への期待は緊急対応で高まり、リモート会議等のコミュニケーションツールは浸透、LLM活用により言語による利便性は向上するも、非言語コミュニケーションにはブレークスルー技術が必要
- ・ 終息後も持続可能な働き方、暮らし方として、**ニーズは継続・拡大**  
大きな方針転換は行わず、4年の短期プロジェクトをやり切り、成果をもとに次のステップに進むとした

## ➤ LLM・生成AIの急速な実用化

導入により開発効率向上が見込めるか実施者に打診

- ・ 参照系AIのフレーム抽出にLLMを活用（ハプティックMEMS）

# 成果普及への取り組み（イベント）

## ➤ シンポジウム・フォーラム

- 国際ロボット展 ロボット・AIフォーラム 2022.3
  - 事業概要説明
- モノづくり日本会議シンポジウム 成果報告会 2022.6
  - 事業概要説明  
⇒Web記事化 遠隔触診を実現するAI デジタル空間を介する遠隔触診ならではの利点とは (ASCII STARTUP 特集 NEDO「AI NEXT FORUM 2023」)
- AI Next Forum 2022.2
  - NEDO AI関係4プロジェクトの紹介の場に4テーマが参加
  - ポスター展示ではプロジェクト毎ではなく領域の近いテーマを集め、出展者間での情報交流を促進  
⇒後日、異なるプロジェクトのテーマとの間でオンライン情報交流会を実施
- モノづくり日本会議シンポジウム 2024.8
  - NEDOが事業概要説明
  - 講演とデモ（ハプティックMEMS、遠隔触診）  
⇒新聞記事化 遠隔触診支援システム（日刊工業新聞 2024.8.28）
- ロボット学会オープンフォーラム 2025.9
  - 講演（遠隔触診）
- モノづくり日本会議ロボットシンポジウム 2025.3
  - 講演とポスター展示（遠隔触診）



モノづくり日本会議シンポジウム 2024.8



モノづくり日本会議シンポジウム 2025.3

# 成果普及への取り組み（企業紹介）

## ➤ 技術委員による企業紹介

- 企業出身委員に事業視点でのアクションを依頼
- 技術の素性、完成度に手ごたえを感じた委員による企業と実施者の情報交流会
- 委員長承認のもとテーマ審査委員会の技術指導として実施
- **実施者・企業それぞれの技術・取り組みを把握**している立場で、紹介したいと思ったポイントを説明いただき、スムーズな情報交流に導いていただいた：4件
  - 触覚技術開発フェーズ、事業化目標時期が似ているため共同研究につながる可能性（電機系メーカーとハプティックMEMS）
  - 加工系技能の技術伝承、教育に技術が活用できないか、AR・VR＋ハプティクス（機械系メーカーとハプティックMEMS）
  - 大型部品納入時の品質検査にトラックに積んだままドローンで俯瞰、状態把握（機械系メーカーと空のアバター）
  - 道路保守に対するドローン利活用促進のための法規制対応の可能性（道路保全管理企業と空のアバター）
- 実施後の動き
  - 実施者の技術デモンストレーションおよびデータ測定を実施し、学術指導に向けた**NDAを締結**
  - 実施者の別組織の技術が応用できる可能性があるとのことで、関係者による情報交換に発展

# 成果普及への取り組み（企業紹介）

- NEDOのプロジェクト担当者による企業紹介（事業終了後も継続）
  - NEDOのプロジェクト担当者が意義があると感じたテーマ間での情報交流会：1件
    - 事業化に向けた課題意識を高めていただく狙い（DTSU採択ヘルステック企業と遠隔リハビリ）
  - 各種展示会でのブース訪問をもとに、実施者と企業との情報交流会を実施：3件
    - 新規事業に向けた学術指導の相談（電機系メーカーとハプティックMEMS）
    - 遠隔医療への取り組みでの協業ができないか（通信系企業・医科大学と遠隔触診）
    - 災害現場状況把握のためのドローン制御技術の活用（電気部品メーカーと空のアバター）
  - NEDOへの出向元社に公開されている事業紹介パンフレットの内容を説明、興味がある部門と実施者の情報交流会を実施：2件
    - 職人技能の計測、伝承への活用（建設系企業とハプティックMEMS）
    - 触覚センシングのロボットへの活用（機械系メーカーとハプティックMEMS）
  - 実施後の動き
    - 実施者を訪問してデモを体験

# 成果普及への取り組み（起業準備支援）

## ➤ 起業準備支援

課題：

スタートアップは、早期の事業化が必須であるが、NEDO事業期間中の事業化は仕組みとして、整理が必要。

アクション：

先例を調査し、事業期間中の収益化を可能とする方法を明確にし、早期の事業化を可能とした。これらの課題提議により、NEDO内部でルールが整理され、2025年1月にNEDOの対応方針の統一化が図られた。

成果：

2024年にユーザー企業へのサンプル提供、2025年10月に創業に貢献。

# 成果普及への取り組み（広報）

## ➤ 刊行物

- [広報誌「Focus NEDO」No.88 2023.2](#)
- [プロジェクト紹介パンフレット 2025.4](#)

## ➤ YouTube NEDOチャンネル

- [AI・XR活用により空のアバターを実現する『革新的ドローンリモート技術』の研究開発 消防・防災分野編](#)（空のアバター：2025.3.28）
- [AI・XR活用により空のアバターを実現する『革新的ドローンリモート技術』の研究開発 警備分野編](#)（空のアバター：2025.3.28）
- [Contact Realityの実現による遠隔触診システム開発](#)（遠隔触診：2025.4.7）
- [メタバース遠隔リハビリテーションシステムにおけるMR<sup>3</sup>デバイスの開発と実装](#)（遠隔リハビリ：2025.10.1）



## ➤ ニュースリリース

- [リモートでオペレーターが安全かつ迅速に現場の状況把握ができる革新的なドローン運用技術を開発しました | ニュース | NEDO](#)（空のアバター：2024.12.16）
- [Contact Realityの実現による世界初の遠隔触診システムを公開します | ニュース | NEDO](#)（遠隔触診：2025.2.21）
- [遠隔でリハビリテーションができる社会の実現に向けて世界初の上肢・肩甲骨運動オープンデータセットを公開しました | ニュース | NEDO](#)（遠隔リハビリ：2025.3.25）  
⇒ 8件の利用問い合わせ
- [リアルな触覚再現技術による、技能教育システム、心拍数共有アプリを開発しました | ニュース | NEDO](#)（ハプティックMEMS：2025.3.31）  
⇒ 中学生の教材に一部引用掲載、部品メーカーから紹介依頼

# 実施者へのアンケートから

「NEDO事業を通して得られた事、または良かった点」 から抜粋

- ～多くの企業に技術を紹介する機会を得ることができ、CEATEC2023, SXSW2024, CES2025の展示会でも**国内外の企業にアプローチすることができた**～
- ～異分野の研究者や企業との交流が進み、新しい応用分野の可能性について具体的な議論を交わす機会にも恵まれた。これにより、触覚技術の社会実装に向けた連携の重要性を実感～
- ～これまで築いてこなかった多様なネットワークを構築でき、**専門領域を越えた連携の可能性を広げられた**～
- ～共同研究の推進体制や社会実装に向けた**具体的手法を学べた**～
- ～複数のチームやパートナーと連携する場面では、全体の進捗を見ながら適切に調整を行うことの難しさを実感しつつも、**実務を通じてその対応力を高めることができた**～
- ～**社会実装を見据えた研究ビジョンを明確に意識**しながら研究を進めることができた～

# プロジェクトの補足説明

## テーマごとの実施内容とアウトプット目標達成状況

- 動作ユニットAI
- ハプティックMEMS
- 遠隔触診
- 遠隔リハビリ
- 空のAvatar

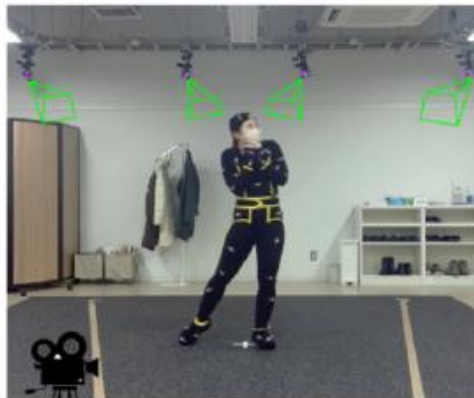
## 動作ユニットAI による人の感情推定とキャラクタの感情豊かな動作生成による 遠隔コミュニケーション環境の構築

東北大学

- 対人コミュニケーションの中では、非言語情報が重要な役割を果たしているが、オンラインコミュニケーションで、非言語情報がうまく伝達できないことによる様々な不具合やもどかしさが露見。
- 顔表情研究における分析単位として特定の顔部位の動きを「アクションユニット」と定義したことで客観的な検証が可能になったように、**身体動作の分析単位として「動作ユニット」**を定義。
- **「動作ユニット」と人の感情や意図とを関係付けたAI**を構築して、何らかのセンサ情報から推定された結果からキャラクタの感情豊かな動きを生成できるようにする研究を、文理融合・産学連携・国際共同研究の体制で進める。

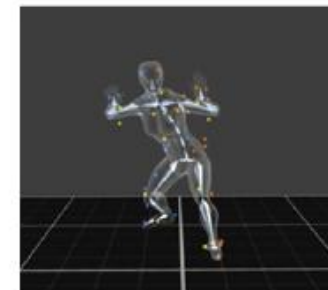
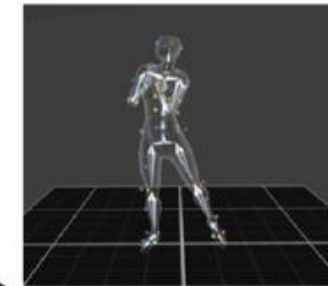
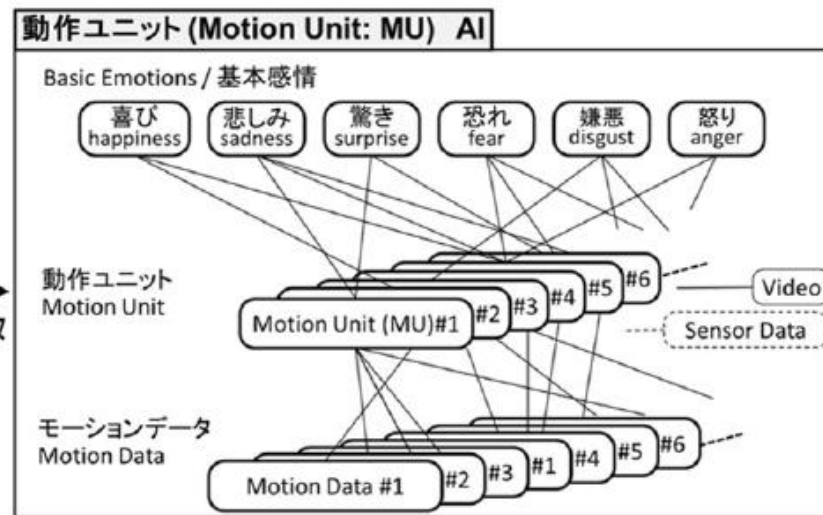
### 【学習時】

#### モーションキャプチャ装置



実写映像撮影用 カメラ

学習  
データ



# 「動作ユニットAI」の成果 (アウトプット目標達成度) と意義

アウトプット目標 (2025年3月)	動作ユニットAIの開発と感情推定結果に基づくキャラクタの感情豊かなモーションの自動生成	達成度	△
達成状況の根拠	中間目標を達成、動作ユニット間の連結に周期オートエンコーダをシステムに取り込むことは革新的で、トランスフォーマモデルを用いたモーション自動生成も評価に値する。ステージゲート審査にて非継続となった。2022年度で終了。		

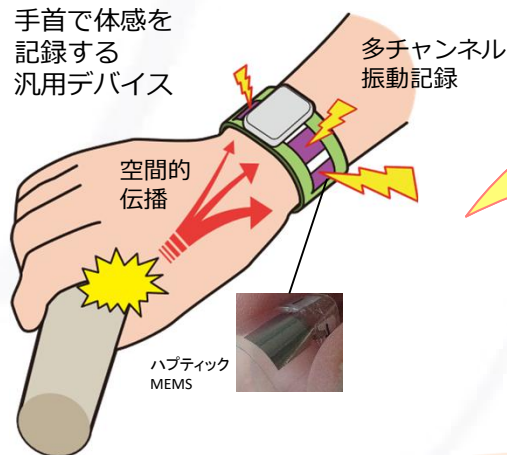
実施項目	主な成果	意義 (優位性・差別化ポイント)
動作ユニット定義	<ul style="list-style-type: none"><li>関節位置点群により表現した身体モデルを用いた提示実験から、人の感情に基づく動きのデータベースは標準的な身体感情を分類するコーディングシステムとなること等を示した。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>顔表情分析でよく使われるAction Unitに倣い、身体動作の分析単位として動作ユニット(Motion Unit)を新たに定義してAI化することは学術的にも挑戦的。</li></ul>
キャラクタの感情豊かな動きの自動生成	<ul style="list-style-type: none"><li>以下の技術を開発、新規性、革新性を論文発表した。<ul style="list-style-type: none"><li>音声データとテキストを入力することによる表情豊かなアニメーションを生成</li><li>トランスフォーマを用いた自己回帰型モデルを用いて音声データから顔の動作</li><li>連続的なベクトルを用いた様々なスタイルの歩行動作の生成</li><li>周期自動符号下器(Periodic Autoencoder)を用いた動作生成</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>動作ユニットAIは、キャラクタが単純に人の動作を模した表現を出力するに留まっていた従来手法を超えて、より豊かな感情の表現を実現するという付加価値を提供する。学会誌などの解説記事、招待講演等にて、学術的成果をアピール。</li></ul>

# 極薄ハプティックMEMSによる双方向リモート触覚伝達AIシステムの開発

産業技術総合研究所 東北大学 株式会社Adansons 筑波大学 (オムロン株式会社 ~FY22)

- 振動の記録と再生が可能なハプティックMEMSデバイスに、AI・ISMを実装したリモート伝達システムを開発し、体感および情動を動画に載せて伝える技術を実現する。

## 体感記録デバイス



## 体感再生デバイス



振動による  
体感・情動の  
リモート伝達

ISM (Intensity Segment Modulation)  
・東北大学の信号強調・変換技術



生み出す価値

心情の演出・共感

体感の識別・学習

存在(=体)の実感



# 「ハプティックMEMS」の成果 (アウトプット目標達成度) と意義

アウトプット目標 (2025年3月)	極薄ハプティックMEMS技術と参照系AIを統合した双方向リモート触覚伝達プラットフォームの開発	達成度	◎
達成状況の根拠	極薄ハプティックMEMS、ISM (Intensity Segment Modulation)、参照系AIを融合し、技能伝達から感情共有まで世界的に先駆的なリモート触覚基盤を実証し、社会実装に直結する成果をあげた。		

実施項目	主な成果	意義 (優位性、差別化ポイント 等)
極薄ハプティックMEMS 基盤技術の確立	<ul style="list-style-type: none"><li>世界最薄クラス (2.5-10μm厚) のPZT-MEMSアクチュエータを高歩留まりで実現。</li><li>最大変位55μm、発生力0.18Nを達成し、従来のモーターや共振型アクチュエータに比べて圧倒的に小型・高効率。</li><li>信頼性試験 (耐湿・耐熱・耐寒・衝撃・振動) に合格し、リストバンド型モジュールとして実用水準の耐久性を実証。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>「超薄・軽量・高効率」という三拍子を兼ね備え、既存の振動モーターを置き換える新世代標準技術として位置づけ可能。</li><li>高精細な触覚表現を可能とし、ウェアラブルやフレキシブルデバイスへの応用展開に優位。</li><li>日本発のMEMS技術に基づく独自性により、国際的競争力を持つ差別化ポイントを確立。</li></ul>
ISMと参照系AIによる 触覚信号処理とネゴシエーション技術	<ul style="list-style-type: none"><li>東北大学のISM (Intensity Segment Modulation) 技術を拡張し、触覚信号のリアルタイム処理 (遅延8ms程度) を実現。</li><li>多点振動の統合・個人差調整・双方向伝達のハウリング抑制などを可能にし、AIを介した高精度触覚編集を確立。</li><li>言語指示や開発者向けGUIによる「体感ネゴシエーション」機能を開発し、CES2025に出展。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>音声・映像では不十分な非言語的信号を「触覚」で補完できる新しい通信手段。</li><li>ユーザーが自然言語で触覚表現を編集できる点は世界的にも独創的。</li><li>AR/VRや映像配信と親和性が高く、エンタメ・スポーツ・教育分野での国際的市場開拓に直結。</li><li>ISMによる触覚配信技術を事業化するスタートアップを2025年10月に創業。CEATEC 2025にてネクストジェネレーション部門賞受賞。</li></ul>
双方向リモート触覚伝達システムの応用検証	<ul style="list-style-type: none"><li>リストバンド型やツール貼付型デバイスを用いたリモート技能伝達システムを開発し、各種タスクにて熟練者と初心者の違いを触覚で伝達可能であることを実証。</li><li>力触覚の可視化やARを用いた技能教育支援を実現し、学習者が「触覚+視覚」の統合情報で効率的な技能習得を実証。</li><li>疑似心拍振動を用いた感情共有システムを構築し、心拍をリアルタイムで共有するアプリ「Hear2Gether」をApp Storeで公開。オンラインゲームや遠隔交流の場で、相手の存在感・情動を触覚で体感できることを実証</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>熟練技能の継承やスポーツトレーニング、遠隔医療支援といった社会的課題に直結し、リモート教育・ケアの新しい方法論を提示。</li><li>視覚・聴覚に偏らず、触覚を介して「技能」「感情」「存在感」を同時に伝えられる点が従来技術との大きな差別化要素。</li><li>「技能共有」と「感情共有」を一体化した実証は世界的にも先駆的であり、次世代コミュニケーション基盤としての社会的波及効果が期待される。</li></ul>

## Contact Realityの実現による遠隔触診システム開発

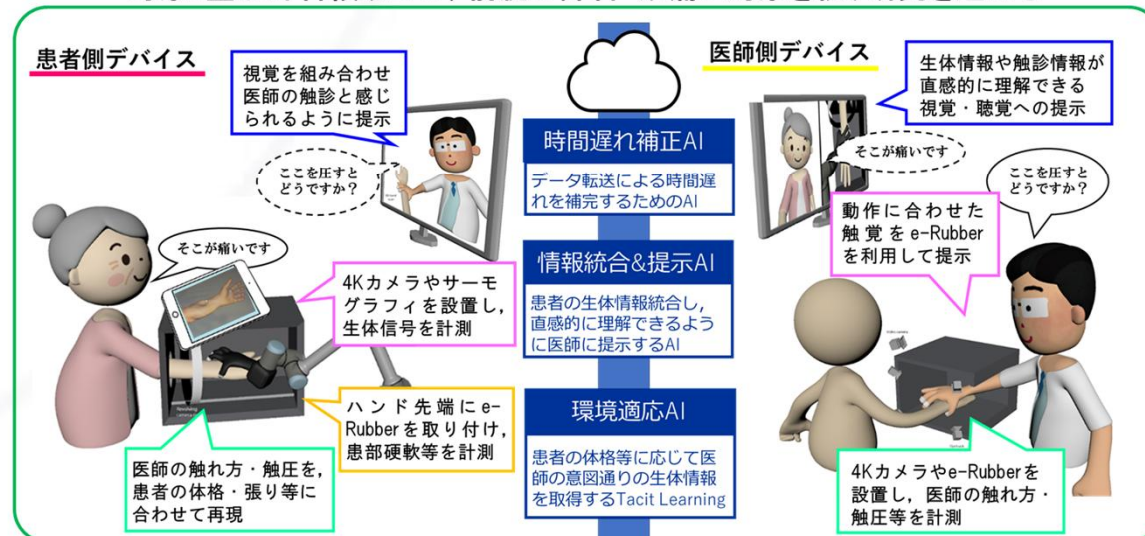
理化学研究所 (FY23より名古屋大学に事業承継) 名古屋大学 豊田合成株式会社

- 遠隔であっても、対面と同様に「医師が診断に確信」を持って、患者が「医師を信頼」できる遠隔触診システムが必要。
- 触覚は、感覚の時間のずれに非常に敏感。遠隔で触った感覚が遅れて伝わると、何を触っているのか全く理解できない。触覚に限らず、視覚や聴覚の助けも借りて、**対面診断と同等以上の患者の病状理解と、信頼関係の向上**が可能なシステムを目指す。

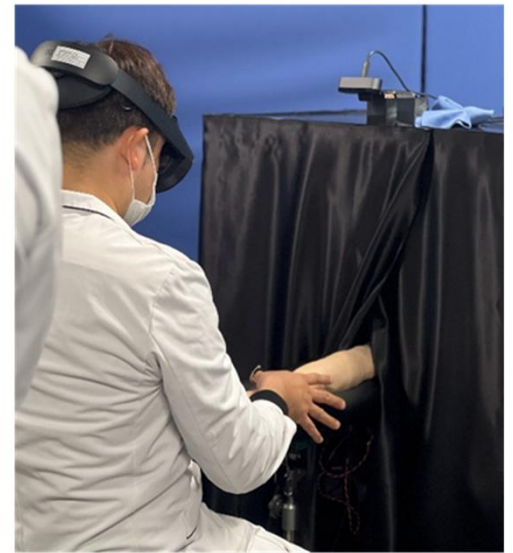
3種のAIを用い、複数モダリティを刺激する遠隔触診システム:4次元Box

**Real** ではなく **Reality** : 触覚・視覚・聴覚を利用し、転送遅れがあっても直感的に病状を理解しあえるシステム  
**Contact Reality**

対象: 整形外科領域での、前腕の障害・疼痛に対象を絞り研究を進める



紹介ビデオ



# 「遠隔触診」の成果（アウトプット目標達成度）と意義

アウトプット目標 （2025年3月）	医師と患者の間で触覚を双方向に伝送可能な遠隔触診システムの開発		達成度	○
達成状況の根拠	遠隔触診システムを構築し、シンガポール国立大学病院と名古屋大学病院を結んで患者の診察実験に成功したため			
実施項目	主な成果	意義（優位性、差別化ポイント 等）		
遠隔触診デバイス開発	<ul style="list-style-type: none"><li>医師側は、Virtual空間を利用し触診を利用した診察に必要な、患者の表情・バイタルデータ・患部近影・触覚情報を医師に提示し、かつ医師の触診意図を正確に読むHaptic I/O Dollを実装</li><li>患者側は、ディスプレイ提示・触診マニピュレータの組み合わせにより、医師とのリアリティのあるコミュニケーションが可能となり、<b>テニス肘の診察</b>が可能となった。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>触診という“非言語的医療行為”を実際の患者の診察に利用</b> 単なる力覚伝送ではなく、医師の触診意図（触診位置・強さ）を同定し、患者側に伝達する双方向触覚ループを実現。従来の遠隔診療では不可能であった「触れながら診る」行為を<b>現実同等の信頼感と臨場感で再構築</b>した。</li><li><b>患者の“存在感”と医師の“臨場感”を同期させる独自UX</b> 透明ディスプレイ上のアバターと実空間触診マニピュレータを同期させ、患者が「医師に触れられている」と感じるリアルな遠隔体験を実現。実証実験ではテニス肘患者を診察し、遠隔でも患部圧痛の特定・会話・表情観察を伴う医療コミュニケーションが成立。</li><li><b>既存技術との差別化</b> 既存の遠隔診療システムが映像・音声情報の伝送に留まるのに対し、本技術は触覚・感情・意図の三層的データ伝送を実装。“Contact Reality”の概念に基づく統合設計により、<b>触診を通じた「共に在る」感覚を創出</b>する唯一のシステムとなった。</li></ul>		
臨床試験	<ul style="list-style-type: none"><li>医師側・患者側とも、専門医が務める試験により、手首のような繊細な部分で、手根管・橈骨動脈・橈骨茎状突起といった硬さや特徴の異なる部位を正確に適切な触圧で触診可能であることを示した。</li><li>テニス肘の診察を<b>日本—シンガポール間で可能</b>であることを実証した。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>医療的信頼性を科学的に検証した初の遠隔触診臨床試験</b> 医師・患者とも専門医が参加した試験では、主観評価（平均9/10点）と物理計測（位置誤差σ=0.5cm以内）が一致し、実臨床レベルでの再現性と信頼性を実証した。</li><li><b>国際遠隔医療への展開可能性を実証</b> 日本—シンガポール間（約5,000km）のネットワーク遅延（約200ms）下でも、触診精度・主観評価ともに国内試験と統計的有意差なしで診察が可能。これにより、<b>国際連携医療・災害医療・僻地支援</b>などでの<b>グローバル・テレメディスン基盤技術としての有効性</b>を示した。</li></ul>		
遠隔エコー・遠隔神経伝達速度検査  国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	<ul style="list-style-type: none"><li>触診と組み合わせることで、対象疾患を大幅に増やすことのできる遠隔エコーと遠隔神経伝達速度検査システムを構築。テニス肘の診察に利用することで、確定診断を可能とした。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>「見る」「触れる」「測る」を統合した新しい遠隔診断体系の確立</b> 従来の遠隔診療では得られなかったエコー（超音波）による視覚情報と、触診による感覚情報、神経伝達速度の定量データを同一プラットフォーム上で統合。これにより、構造・機能・感覚の三層を同時に把握する“統合診断型リモート医療”を可能とした。</li><li><b>対象疾患を拡大する診療インフラ</b> 触診のみでは評価困難な末梢神経障害・腱鞘炎などの機能性疾患に対して、エコー画像および神経伝達速度データを併用することで、確定診断を遠隔で実施可能にした。特にテニス肘症例では、触診＋エコー＋伝達速度測定との組み合わせにより、炎症部位の特定と重症度判定を非対面で完遂可能。</li></ul>		

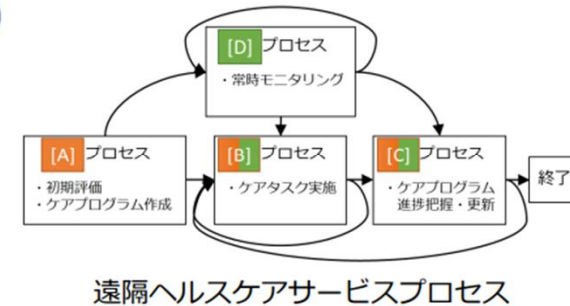
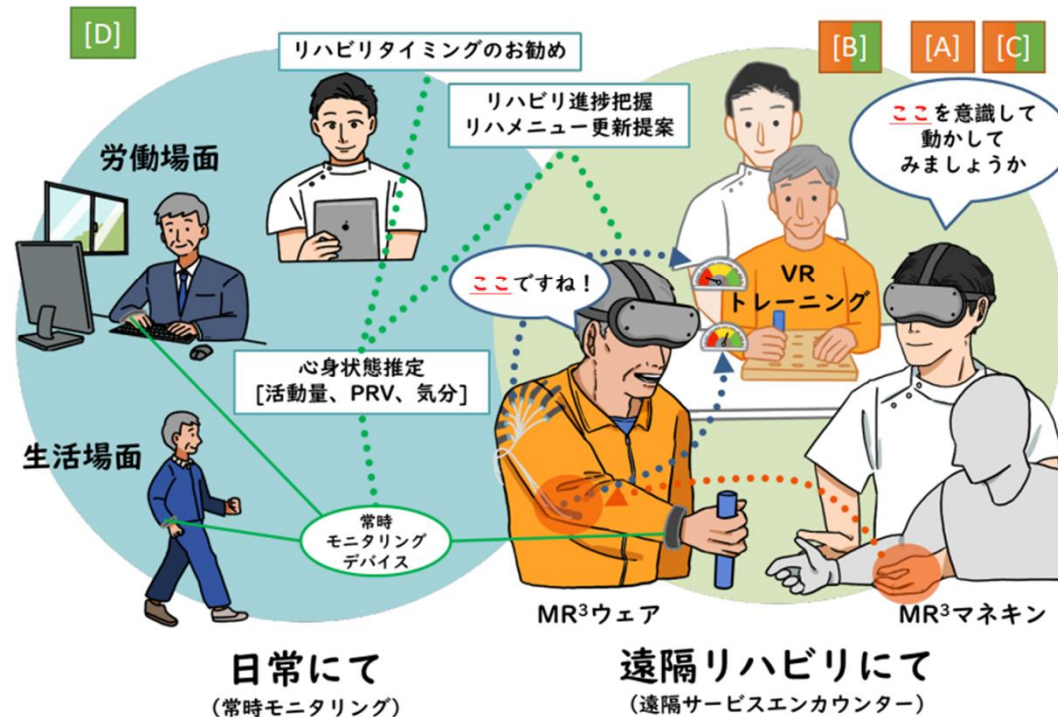
## 遠隔リハビリのための多感覚XR-AI技術基盤構築と保健指導との互恵ケア連携

産業技術総合研究所 京都大学 東京大学 セイコーエプソン株式会社 株式会社エブリハ

- リハビリテーションと特定保健指導を対象とし、**サービスプロセスの遠隔化**を実現するためのリモート技術基盤（多感覚XR-AI技術基盤モジュール群）を構築・適用して**時空間的、経済的、並びに認知的制約を緩和**することで、問題群を効果的に解決・軽減する。

### 遠隔VRリハビリと常時モニタリング

- ▶ MR<sup>3</sup>デバイスによる生活・運動機能評価と触力覚インタラクション
- ▶ VRリハビリ（ハンドリダイレクション、融合身体）による動機付け支援
- ▶ メタバース環境での同種・異種互恵ケアによる動機付け支援
- ▶ 常時モニタリングによる心身状態推定（動機付け見守り）



紹介ビデオ

MR<sup>3</sup>: MultiModal Mixed Reality for Remote Rehab, エムアールキューブ

# 「遠隔リハビリ」の成果（アウトプット目標達成度）と意義

アウトプット目標 （2025年3月）	遠隔ヘルスケアサービスにおける種々の困難を緩和する多感覚XR-AI（XR powered by AI）技術基盤の構築	達成度	○
達成状況の根拠	リハビリ現場での実証実験を通じて、実用化研究開始のための性能面等の目標および運用面の水準の達成を確認		

実施項目	主な成果	意義（優位性・差別化ポイント等）
VRリハビリプロトタイプシステム	<ul style="list-style-type: none"><li>ノイズの影響を排除でき、洗濯耐性を有するウェアラブルな肩関節や肘関節角度の計測デバイスを開発。</li><li>デバイスに関する使用ガイドラインを作成。</li><li>計測データは上肢・肩甲骨運動オープンデータセットとして公開。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>海外事例と比較して、高いS/N比を実現。肩関節や肘関節角度を高い精度で推定可能であることに加え、微小な形状変化を捉えることができる点で、他の計測手法よりも優れている。ガイドラインでは、デバイス利用に際しての個人差の影響にも対応。</li><li>上肢・肩甲骨運動オープンデータセットの公開は世界初。</li></ul>
VRリハビリ手法	<ul style="list-style-type: none"><li>リダイレクション：VR技術の各調整パラメータと効果の関係を調査、ガイドラインを作成。</li><li>互惠ケア：タスク実施支援技術を開発し、3種類以上の異なるサービス利用者により動機付け効果を実証、使用ガイドラインを作成。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>リダイレクション：VRリハビリの先行事例では、リダイレクションなどの介入機能は搭載されておらず、新規性あり。</li><li>互惠ケア：VR空間での継続時間を対象にした介入要素に関するものは、おそらく初。</li></ul>
常時モニタリング	<ul style="list-style-type: none"><li>経皮的動脈血酸素飽和度（SpO2）、PRV、基本行動種別、メンタルバランスを新たに計測・測定可能とした。</li><li>非歩行系モニタリング（座位から立位の動作）のアルゴリズムおよび心的状態推定AIを開発。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>既存のウェアラブル機器で用いられている既存センサに比べて電力効率で2倍以上優位であり、精度確保と実用性を両立。</li><li>絵文字を用いた経験サンプリングの採用により、即時性の高い主観情報を対象とした推定モデルの構築を可能とした。</li></ul>

# AI・XR活用による空のアバターを実現する『革新的ドローンリモート技術』の研究開発

東京大学 産業技術総合研究所

- 有人地帯での防災、警備等においてAI 及びXR 技術を活用することにより、ドローンを活用した「空のアバター」を実現し、ドローンの社会実装加速を目指す。
- 複数のドローンに分散して搭載するマルチセンサ情報を遅延なく高速に操作者に伝送・提示。
- クラウド上のデジタルツイン（シミュレーション環境）上のAI が人の状態を推定するとともに、予測検知した異常等の情報を高度な没入型XR 技術で操作者に伝える技術を開発する。



紹介ビデオ  
消防・防災分野編



紹介ビデオ  
警備分野編

# 「空のAvatar」の成果（アウトプット目標達成度）と意義

アウトプット目標 （2025年3月）	防災、警備、点検といった危険性・緊急性を有する現場状況を遠隔から把握するドローンリモート技術の開発	達成度	○
達成状況の根拠	福島ロボットテストフィールドでの公開実証を通じて、機能・性能面の目標の達成を確認		

実施項目	主な成果	意義（優位性・差別化ポイント等）
社会実装	<ul style="list-style-type: none"><li>防災利用・警備利用の業務フロー、サービス要件、機能要件等を含む分野別運用コンセプト（ConOps）、ガイドラインを作成。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>警備利用においては、想定した複数回の実証実験を警備会社と共同で実施し、各シーンにおける想定課題、対策案をアンケートにより収集。</li><li>他社で同レベルのシステム・機体を開発している情報はなし。</li></ul>
運用及び評価	<ul style="list-style-type: none"><li>自律飛行技術、遠隔操作技術等を実装可能なマルチセンサ搭載ドローンを開発し、センサの最適配置を確立。</li><li>LTEによる低遅延画像伝送を確認。</li></ul>	
ネットワーク構築・クラウド活用	<ul style="list-style-type: none"><li>5G基地局電波からLAN通信を接続する通信手法にて低遅延な通信を達成。</li><li>クラウド型AI・XRサービスの安定した運用を実現。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>将来的な、<b>空中5G通信の提供に備えた取り組み</b>として実施し、上空における閉域通信の実現は<b>国内初</b>の試み。</li></ul>
状態推定AI・XR提示技術	<ul style="list-style-type: none"><li>複数ドローンセンサ情報に基づく<b>デジタルツイン環境構築、状態推定AI、高度XR提示技術、複数ドローンの遠隔操作および群協調飛行制御技術</b>を開発。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>関連する2件の国際会議論文（ICRA2022, ICRA2023）に関して、それぞれ<b>被引用数40件、108件</b>、オープンソース<b>GitHub 1100スター</b>を達成。</li></ul>