

戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発) 研究開発実施終了報告書

「人と情報のエコシステム」

研究開発領域

「人間とシステムが心理的に『なじんだ』状態
での主体の帰属の研究」

研究開発期間 平成 29 年 10 月～令和 3 年 3 月

研究代表者 葭田貴子
東京工業大学 准教授

目次

1. プロジェクトの達成目標	3
1－1. プロジェクトの背景	3
1－2. プロジェクトの達成目標	3
2. 研究開発の実施内容	4
2－1. 実施項目およびその全体像	4
2－2. 実施内容	6
3. 研究開発成果	9
3－1. 目標の達成状況	9
3－2. 研究開発成果	10
3－3. 今後の成果の活用・展開に向けた状況	16
4. 領域目標達成への貢献	17
5. 研究開発の実施体制	20
5－1. 研究開発実施体制の構成図	20
5－2. 研究開発実施者	20
5－3. 研究開発の協力者	21
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	21
6－1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	21
6－2. 論文発表	27
6－3. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	27
6－4. 新聞報道・投稿、受賞など	29
6－5. 特許出願	29

1. プロジェクトの達成目標

1-1. プロジェクトの背景

ヒトと協調してある程度自律的に動作可能な機器やシステムが、事件や事故など社会的に思わしくない行為を引き起こした際に、それはユーザであるヒトが主体的に引き起こした行為であってヒトが責任を負うという考え方と、機械やシステム側が主体的に起こした行為であってそれらの製造者側が責任を負うという考え方のどちらを採用すべきか、判定が難しい場合が想定しうる。このような場合の科学的な考え方や解釈について、心理学や脳科学の立場から提案する。特に、ユーザであるヒトからみて、その事件や事故が機械やシステムではなく自分自身が引き起こした行為と錯覚されてしまい、不必要に責任を負いかねない状況の存在を指摘する。そのような錯覚や思い込みの背後にある心理学的・脳科学的仕組みの解明や、そのような錯覚を逆手に取った機器の開発とデモを実施しながら、そもそも我々人間自身ですらどこまで自律的・主体的に行動する存在といえるのか考察する。

1-2. プロジェクトの達成目標

- ・新素材のやわらかいアクチュエータによるウェアラブルロボットがヒトの身体感覚に及ぼす影響を脳機能イメージングと心理物理学的測定方法で科学的に検証。工学系の学生と心理系・人文社会系の指導教員の共同研究実施体制を確立。

- ・作成したウェアラブルロボットを着用したまま健康成人の脳機能を推定。これにより、ロボットがヒトの意思や意図の通りに動き、自分自身の身体とまさに人馬一体となり馴染んでいる感覚の脳科学的計測と可視化、モデル化を実施。それらを通じて「筋の良い」ウェアラブルロボット開発方法の提案や、ロボット暴走時の動作主体や責任の所在の科学的特定に寄与。

- ・パラグライダー・ハンググライダーといったスカイスポーツを、初心者には郊外に行かずに都心の室内で体験してもらうバーチャルリアリティ(VR)をアスリートと開発。機器が自身の身体や視野と馴染んでしまい、どちらがどちらを操作しているか分からない没入感や臨場感を生成する過程で、そのような感覚を設計する心理量と設計上必要な物理量の対応を計測。

- ・パラグライダー・ハンググライダーの普及イベントで開発された VR を利活用することで、都市部で室内であっても安定したスカイスポーツの普及活動が実施できる体制を整えると同時に、アスリートとハードやコンテンツを共同開発する体制を整え、ゲームではなく、VRの体験者を将来的に郊外のフライトエリアに誘致し、リアル世界で飛ぶ体験に誘導するための社会デザインを構築する。それら一連のデザインを、社会的な意味で VR 技術を「馴染ませ」、筋の良い VR 設計・活用の方法論を残すための実験場とする。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目およびその全体像

目標及び成果

・新素材のやわらかいアクチュエータによるウェアラブルロボットがヒトの身体感覚に及ぼす影響を脳機能イメージングと心理物理学的測定方法で科学的に検証。工学系の学生と心理系・人文社会系の指導教員の共同研究実施体制を確立。

・作成したウェアラブルロボットを着用したまま健常成人の脳機能を推定。これにより、ロボットがヒトの意思や意図の通りに動き、自分自身の身体とまさに人馬一体となり馴染んでいる感覚の脳科学的計測と可視化、モデル化を実施。それらを通じて「筋の良い」ウェアラブルロボット開発方法の提案や、ロボット暴走時の動作主体や責任の所在の科学的特定に寄与。

・パラグライダー・ハンググライダーといったスカイスポーツを、初心者に郊外に行かずに都心の室内で体験してもらうバーチャルリアリティ(VR)をアスリートと開発。機器が自身の身体や視野と馴染んでしまい、どちらがどちらを操作しているか分からない没入感や臨場感を生成する過程で、そのような感覚を設計する心理量と設計上必要な物理量の対応を計測。

・パラグライダー・ハンググライダーの普及イベントで開発された VR を利活用することで、都市部で室内であっても安定したスカイスポーツの普及活動が実施できる体制を整えると同時に、アスリートとハードやコンテンツを共同開発する体制を整え、ゲームではなく、VR の体験者を将来的に郊外のフライトエリアに誘致し、リアル世界で飛ぶ体験に誘導するための社会デザインを構築する。それら一連のデザインを、社会的な意味で VR 技術を「馴染ませ」、筋の良い VR 設計・活用の方法論を残すための実験場とする。

実施内容、マイルストーン

ウェアラブルロボットグループ

1. 新素材のやわらかいアクチュエータによるウェアラブルロボットがヒトの身体感覚に及ぼす影響を脳機能イメージングと心理物理学的測定方法で科学的に検証。工学系の学生と心理系・人文社会系の指導教員の共同研究実施体制を確立。
2. fMRI を用いて、作成したウェアラブルロボットを着用した健常成人の脳機能を推定。
3. ロボットがヒトの意思や意図の通りに動き、自分自身の身体とまさに人馬一体となり馴染んでいる感覚の脳科学的計測と可視化、モデル化。
4. 「筋の良い」ウェアラブルロボット開発方法の提案やロボット暴走時の動作主体や責任の所在の科学的特定方法を心理学・脳科学の立場から提案。

VR グループ

5. パラグライダー・ハンググライダーといったスカイスポーツを、初心者に郊外に行か

ずに都心の室内で体験してもらうバーチャルリアリティ(VR)をアスリートと開発。

6. 開発した VR を使ったスカイスポーツ啓蒙イベントを実施。
7. 体験者の意見徴収をアンケート等により実施。
8. 一連の普及活動により、実際に VR を抜け出て郊外のリアルなフライトエリアに進出した人の調査方法を確立・調査実施。
9. 「筋の良い」VR 開発方法の提案、特に社会システムの一部としてそれを「馴染ませる」ためのヒト中心設計技法を、認知心理学や脳科学の言葉で提案。

研究統括(研究代表者)

10. ウェアラブルロボットスーツグループと、VR グループから得られた知見を統括し、心理学的・脳科学的な言葉を用いて、人文社会・自然社会双方の研究者から理解できる形で技術とヒトを「心理的に」馴染ませる方法・考え方を提案。
11. ウェアラブルロボットスーツグループと、VR グループから得られた知見を統括し、心理学的・脳科学的な言葉を用いて、人文社会・自然社会双方の研究者から理解できる形で技術とヒトを「社会的に」馴染ませる方法・考え方を提案。

スケジュール

項目	平成29年度	平成30年度	令和1年度	令和2年度
新素材のやわらかいアクチュエータによるウェアラブルロボットがヒトの身体感覚に及ぼす影響を脳機能イメージングと心理物理学的測定方法で科学的に検証。工学系の学生と心理系・人文社会系の指導教員の共同研究実施体制を確立。				
fMRI を用いて、作成したウェアラブルロボットを着用した健常成人の脳機能を推定。				
ロボットがヒトの意思や意図の通りに動き、自分自身の身体とまさに人馬				

一体となり馴染んでいる 感覚の脳科学的計測と可 視化、モデル化.				
「筋の良い」ウェアラブル ロボット開発方法の提 案やロボット暴走時の動 作主体や責任の所在の科 学的特定方法を心理学・ 脳科学の立場から提案.				←→
パラグライダー・ハング グライダーといったスカ イスポーツを、初心者 に郊外に行かずに都心の室 内で体験してもらうバー チャルリアリティ (VR) を アスリートと開発.	←→			
開発した VR を使ったス カイスポーツ啓蒙イベン トを実施.	←→			
体験者の意見徴収をアン ケート等により実施.	←→			
他研究拠点（京都大学、 大阪大学）と連携するた めのテレプレゼンスロボ ットシステム活用プラッ トフォーム構築、および ロボット試作.	←→			

2-2. 実施内容

実施項目 1.

- (1) 目的：新素材のやわらかいアクチュエータによるウェアラブルロボットがヒトの身体感覚に及ぼす影響を脳機能イメージングと心理物理学的測定方法で科学的に検証。工学系の学生と心理系・人文社会系の指導教員の共同研究実施体制を確立。
- (2) 内容・方法・活動：指導教員が心理学系で人間の感覚・感性の脳機能計測に詳しい一方、学生が機械系でモノづくりに詳しい特徴を生かし、脳機能イメージング機器内

と外で利用可能なウェアラブルロボットを製作し、ユーザがそれを着用しているときの身体との一体感や馴染み感を計測・可視化できる研究実施体制を整える。

- (3) 結果：装置の試作と MRI スキャナと人体への安全性評価，研究実施体制の整備は順調に進んだ。
- (4) 特記事項：

実施項目 2.

- (1) 目的：fMRI を用いて，作成したウェアラブルロボットを着用した健常成人の脳機能を推定。
- (2) 内容・方法・活動：fMRI と呼ばれる脳機能イメージング手法を用いて，スキャナ内の被験者が着用したウェアラブルロボットが自身の身体に馴染んで一体化しているときと，そうでないときの脳活動を計測。
- (3) 結果：予備実験完了。
- (4) 特記事項：データ処理や本実験の一部がコロナ禍で完了せず。

実施項目 3.

- (1) 目的：ロボットがヒトの意思や意図の通りに動き，自分自身の身体とまさに人馬一体となり馴染んでいる感覚の脳科学的計測と可視化，モデル化。
- (2) 内容・方法・活動：実験項目 2 で得られた結果をもとに可視化・モデル化。
- (3) 結果：研究期間中にデータ処理完了せず，現在もモデル化は進行中。
- (4) 特記事項：

実施項目 4.

- (1) 目的：「筋の良い」ウェアラブルロボット開発方法の提案やロボット暴走時の動作主体や責任の所在の科学的特定方法を心理学・脳科学の立場から提案。
- (2) 内容・方法・活動：(本文)
- (3) 結果：ウェアラブルロボットに限らず，ヒトと自律システムが協調動作中に事件や事故などの社会的に思わしくない状況を引き起こした際に，ヒト側と自律システムのどちらが主体となってその状況を引き起こしたかを脳科学的に検証することは，科学的には意味があるが，哲学や法学領域における近年の知見と合わせると，社会制度設計上必ずしも筋が良くはないとの結論に達しつつあり，代案を模索中。
- (4) 特記事項：一方で，「筋の良い」ユーザと馴染む機器の設計原理に関して，機器が人間のユーザの身体の一部となっているような感覚 (Ownership) や，ユーザ自身がそれを操作しており，機器に操作されているわけではないという感覚 (Sense of Agency) で頻繁に引用される身体運動時のフィードフォワードやフィードバックの簡便なモデルが，ウェアラブルロボット一般に限らず，他の人と協調動作する自律機械一般に

適応できるのではというアイデアを RISETEX の他の研究グループとの議論から得た。このアイデアの下では、ヒトが機器を操作する際に、どのような感覚フィードバックが返ってくるかを過去経験や記憶に基づき予測しながら操作しているというこれらのモデルに基づくと、その際の予測が国籍などの文化的背景や経験によって変化するという仮説が成り立つ。言い換えると、過去経験や文化的背景が異なると、機械や AI に対する期待や予測が異なることから、自ずとそれらに対する接し方や感じ方も変わってくることが予想される。このようなアイデアは稲谷 PJ グループの新しい研究内容として、日英の自動運転に対する感覚の比較研究として、今後継続実施される模様である。

実施項目 5, 6.

- (1) 目的：パラグライダー・ハンググライダーといったスカイスポーツを、初心者に郊外に行かずに都心の室内で体験してもらうバーチャルリアリティ (VR) をアスリートと開発。開発した VR を使ったスカイスポーツ啓蒙イベントを実施。
- (2) 内容・方法・活動：プロのハンググライダー選手と共同開発で、パラグライダーやハンググライダーの実物の器具でユーザを宙づりにした状態で、全天周カメラで空撮したコンテンツをヘッドマウントディスプレイで視覚提示し、同時に空調機器で前方から風を当てるような機器を製作した。
- (3) 結果：製作した機器を用いたパラグライダーやハンググライダーのバーチャルイベントが国内外で好評で、共同開発したプロ選手の新規ビジネスに発展した。また、一連の開発とイベントの様子を記載した論文が実業界で好評となり、招待論文の執筆に繋がり、当初予想していなかった複数の研究成果に繋がった。
- (4) 特記事項：研究実施最終年度は、コロナ禍で事実上イベントの開催が不可能となった。

実施項目 7.

- (1) 目的：体験者の意見徴収をアンケート等により実施。
- (2) 内容・方法・活動：実施項目 5, 6 で実施したバーチャルイベントの際に、参加者の意見を徴収するためのアンケート調査等を実施し、最終年度にアプリ等によってデジタルデータとしてこれらを収集するための開発を実施。
- (3) 結果：デジタル機器を用いてこれを実施するためのシステムを実装する前に、コロナ禍が始まったため、一般的な紙面によるアンケート調査しか実施していない。言語報告が多く、解析は完了していないが、実施したイベントが概ね好評との感触を得た。
- (4) 特記事項：イベント参加者の大半が子供の場合、体験者の声を客観的に収取することが難しい点を今後カバーしていく必要がある。

実施項目 8.

- (1) 目的：一連の普及活動により，実際に VR を抜け出て郊外のリアルなフライトエリアに進出した人の調査方法を確立・調査実施.
- (2) 内容・方法・活動：VR イベントに参加した人がその後実社会のフライトエリアにどの程度やってくるか追跡調査を実施.
- (3) 結果：コロナ禍でフライト自体の実施が難しくなり，当面追跡調査の実施不可能につき研究開発中断.
- (4) 特記事項：

実施項目 9.

- (1) 目的：「筋の良い」VR 開発方法の提案，特に社会システムの一部としてそれを「馴染ませる」ためのヒト中心設計技法を，認知心理学や脳科学の言葉で提案.
- (2) 内容・方法・活動：目的に記載のとおり.
- (3) 結果：実施項目 4 に準じる.
- (4) 特記事項：

実施項目 11.

- (1) 目的：ウェアラブルロボットスーツグループと，VR グループから得られた知見を統括し，心理学的・脳科学的な言葉を用いて，人文社会・自然社会双方の研究者から理解できる形で技術とヒトを「社会的に」馴染ませる方法・考え方を提案.
- (2) 内容・方法・活動：実施項目 4 に準じる.
- (3) 結果：実施項目 4 に準じる.
- (4) 特記事項：結局，「機器がヒトに馴染む」状態とは，既存の人間の自己身体制御過程や，道具使用過程の脳内機構モデルと類似したフィードフォワードのモデルに帰着するとの結論に達しつつあり，機器が過去経験や記憶に照らして自己身体の一部と同等の時空間的特性で制御フィードバックを返すように設計されたものに関しては，脳がそれを自己の身体や思考の一部であると誤認ないし錯覚する結果，あたかも道具が自己（身体）の一部となるかのようにユーザの身体にとって心理的に馴染むという考え方に至りつつある．これは社会科学的提案としては新規性があるのかも知れないが，サイエンスの研究としての新規性に関してはより詳細な検証が必要といえる.

3. 研究開発成果

3-1. 目標の達成状況

- ・研究開発に関しては，中断したハンググライダーVR一関係のユーザ調査以外は概ね達成した．しかし，「筋の良い」研究開発に関しては，他分野との意見交換や相互理解が完

了した段階で議論の途中であり、多様な考え方に触れたことでかえって再考を繰り返しており、新たな提案を確信をもってできる状態にはまだ時間が必要である。

3-2. 研究開発成果

成果 fMRI コンパチブルな外骨格型ウェアラブルロボットの制作とユーザの身体との馴染み感（自己身体所有感，身体所有感）の計測。

(1) 内容

- ・ 成果の具体的内容

ロボットがユーザの意思や意図通りに動作しており，自己の身体の一部として新理事的に馴染んでいる場合と比較して，それらの感覚が損なわれている場合は，右脳の角回を中心とした領域に脳活動が認められることが示された．これは自己と他者の認識など，自己身体認知に関連していると考えられている部位であることから，ウェアラブルロボット着用時の脳活動が，自己と非自己（ないしロボットや AI）のどちらが主体となって身体を操作しているかという自己・他者の認識過程に関連していることが示唆される．

- ・ 受益者（担い手から便益を受ける人）

将来外骨格型ロボットを着用する予定のユーザ，特にロボットが着用者の意思や意図とは反する動作をして，事件や事故などの社会的不利益を得た結果，ロボットに身体を操られたと主張したい人が，その際の右角回の脳活動を示すことができれば，自分自身の身体感覚の測定結果を通してある程度客観的にロボットと自己のどちらが主体となって自己身体を操作していたか示すことができる．

- ・ 担い手（ユーザー、得られた成果を使う人）

外骨格型ロボット着用者．あるいは，外骨格ロボットのように，一つの身体に人間と AI やロボットといった複数の主体が相乗りしてそれぞれ操作主体となりうる状況における人間一般．

- ・ 新規性や有効性（得られた学術的知見や方法論が、関連する国内外の研究開発や類似の取組と比べて、どのような点で新規性や有効性があるのか等）

fMRI を用いた外骨格パワーサポート着用者の脳活動の計測で，「天使の輪」と呼ばれるリング状のアーティファクトが映りこむことなしに，世界で初めて明確な外骨格ロボットユーザの身体感覚に関わる脳活動の計測に成功した．

- ・ 研究開発に参画した実証フィールドや実装の担い手からの意見

学会発表を通じた感想としては，一般的なロボット関係者は fMRI の意味や価値

がわからず、fMRI に通じた心理学者は用いたロフトロボット技術の新規性や、ロボット着用者の身体性という問題が理解できず、二つの研究領域における新規性の組み合わせを追求した結果学会では理解されにくいものになった。しかし、科研費新領域ソフトロボティクスでは RISTEX HITE の一連の研究成果を評価され、RISTEX HITE の研究の後継として提案した研究を採択されたことから、ソフトロボティクス分野においては、MRI スキャナ内の高磁場といった特殊環境においてロボットを操作する「特殊環境ロボティクス」の萌芽的研究として高く評価され、今後この路線での研究の展開が決定している。

将来的には、右角回の脳活動をモニタリングすることにより、外骨格ロボットのユーザの身体への馴染み感を測定したり、フィードバックしたり、操作したりする技術に発展できると、産業界の要請に答える技術として期待できると考えている。

- ・ 第三者が利用可能な状態であれば、成果物の入手・利用方法等

MRI 用外骨格ロボット本体は、カスタムメイドのため現時点においては入手不可。研究成果は、原著論文の形で将来的に閲覧可能になる予定。

現時点においては、使用されたソフトアクチュエータの強度が1時間程度のfMRI実験に十分耐えないため、第三者に成果物を提供するには、現在他研究室で開発中の高強度のアクチュエータに置き換える必要がある。

(2)活用・展開

- ・ 実証フィールドや実装の担い手において継続的に使われていくための基盤等の整備状況（人材の確保、利用可能な施設・設備、ノウハウなどの情報の整理、活動資金の目処など）

研究自体は他の複数の競争的外部資金により、本研究提案終了後も継続・展開の予定がある。実証フィールドや実装の担い手として、直近に想定されうるのは、片麻痺など身体制御過程の障害により、自己身体制御感覚に問題が発生している患者のリハビリテーション時の脳機能の変化の調査に、本研究提案で制作したウェアラブルロボットを活用することである。が、急性期の患者の脳活動や心身の状態が変化しやすいなど、脳活動撮像上の問題があり、直近の市場投入にはこれらに対する対策と工夫と考えられる。

- ・ 他の地域や組織等への展開の可能性（具体的な根拠等を含めて記載）

以上のような医療的な理由により、直近の展開可能性は高くはない。一方で、本研究提案で用いた自己身体と外部機器が一体となって自分自身の身体の一部であるかのように馴染み（自己身体所有感）、機械やその背後にあるコンピュータではなく人間のユーザ自身がそれを操作しているという感覚が失われない（操作主体感）という

感覚の測定・評価方法に関して、今後他の競争的外部資金により、インターネット越しに遠隔操作で産業用ロボットアームを操作する際の研究に応用・展開されることが決定している。従って、本研究提案で議論したような、人と機械ないし AI が協調動作する際の事件や事故の責任は誰が負うのかという議論も、これら産業用ロボットアームの操作時の問題に拡張されることで、事実上継続されることが決定している。さらに、これら産業用ロボットの遠隔操作に際して、操作者のいる場所とロボットが設置されている場所の時差を克服する目的で、操作者がロボット設置場所のメタバース上でいったん操作をし、時間差を置いてメタバース上で実施されたものと同じ動作を現実世界において実際のロボットが実施する可能性が出てきている。このようなバーチャルリアリティや CG 世界を二つの現実世界の間に挟んだ状況における事件や事故の所在に関しても、追々議論していくことになると思われるが、そもそも本稿執筆時点においてはまだ、インターネット越しに産業用ロボットを遠隔操作する安全性や技術上等の問題提案がなされた段階であり、議論は尽きない。さらに、今後、遠隔操作ロボットを IIL などの大規模言語学習モデルを用いて、ユーザが自然言語によって「あれ取って」「それにそれをはめて」などとアーム型ロボットを遠隔操作することの技術的可能性に関する議論が始まっており、それらに関してもユーザの操作意思や意図との関係で馴染み感（に類似した「思い通り感」）や責任の所在に関する議論が見込まれるが、こちらはまだ問題提起も始まっていない。

- ・制度等の立案のエビデンスとなり得る可能性（有効性・効率性等について具体的な根拠等を含めて記載）

RISTEX HITE の他 PJ との話し合いの中で、本研究提案のように機器と人間が協調動作する際の主体の同定や、それに伴う責任の所在の特定は、本研究提案のような科学的手法を用いて実施することはある程度の精度で可能であろうという結論に達している。しかし、浅田 PJ や松浦 PJ と合意した点では、社会制度としては、むしろ責任の所在を、事件や事故の内容を問わず AI やロボットそのものに負わせるような法の立て付けにすることで、AI やロボット産業の萎縮を防ぎつつ、再発防止につながる情報の収集と既存機器の改善に開発者や企業の意識を向けさせる方が筋が良いのではないかという方向性である。このような考え方の行く先として、AI やロボットを法人格のように人格を持った対象として扱い、社会的責任を負わせることに関しては、現時点では社会的受容性が年代によって違いそうであるという知見を得ており、浅田 PJ、松浦 PJ と共著として発表済である (Kawai, Inatani, Yoshida, and Matsuura, 2019)。このような一般社会の AI 法やロボット法に対する社会的受容性に関しては、AI やロボットに関する教育、特に、それらが何ができる何ができないかという能力の限界に対するある程度の理解が必要であるというのが我々複数 PJ の考えで、特に高齢者に関しては、AI やロボットの能力を過大視した結果、社会的に

望ましくない事件や事故に巻き込まれる可能性があるのではないかというのが我々の仮設であったが、これに関しては本研究提案の期間内では検証の機会を逃したため、他の研究成果が待たれる。

- ・活用・展開に向けて今後取り組む内容

本研究提案で得られた知見が、産業用ロボットの遠隔操作や、視線によるヒューマンコンピュータインタラクション時にも適応可能かどうかの検証実験の実施を、心理実験とfMRIによる脳機能イメージング実験の両方で実施。

(3) その他

- ・副次的効果（意図しなかった想定外の成果や目標達成に向けた直接の成果以外の成果）

繰り返しになるが、AI やロボットと人間が協調作業している際に、社会的に思わしくない事件や事故が起こった時の対応方法としては、科学的に主体や責任の所在を特定することばかりが筋のよい社会制度設計につながるわけではないという発想に複数触れ、ある程度理解することができた。また、このような考え方に基づく体験的なアウトリーチ活動を積極的に複数回数実施することができた。

- ・プロジェクト間連携による特筆すべき事項・成果があれば記載してください。
同上。

- ・その他、上記に記載できなかった事項があれば

アウトリーチ活動の実施にあたり、日本科学未来館の協力を得た。サイエンスコミュニケーター以外にも、科学的知見を一般社会に発信するために、デザイナーやカメラマンなど複数のプロフェッショナルが連携しており、非常に仕事が進めやすく、このような科学と社会の間をつなぐ職業の層が今後より一層厚くなり、経済的にも社会的にも安定することが望まれるように感じる。

成果 ハンググライダー・パラグライダーバーチャル体験機器の開発と体験イベントの実施

(1) 内容

- ・成果の具体的内容

バーチャルリアリティ技術を用いて、実機のハンググライダーに搭載したカメラによる空撮映像を用い、ハンググライダーやパラグライダーに試乗する体験を都市部で天候に影響されずに同時に複数人数実施する試みに成功した。

- ・受益者（担い手から便益を受ける人）

飛行体験イベントに興味はあるが、何らかの理由で好天時に郊外に出かけて飛行体験をすることが難しい都市生活者や小さな子供。高所に抵抗があり、地上数センチの高さで飛行イベントを体験したい人。まだ珍しい（研究開発開始時）という理由だけで、バーチャルリアリティを試してみたい人。

- ・担い手（ユーザー、得られた成果を使う人）

本研究提案に限っていえば、プロハンンググライダー鈴木由路。

<https://valeur3.com/vr-hanglider/>

- ・新規性や有効性（得られた学術的知見や方法論が、関連する国内外の研究開発や類似の取組と比べて、どのような点で新規性や有効性があるのか等）

技術的な新規性はインターフェース研究の研究室としては必ずしも高くはないのだが、選ばれたコンテンツ（ハンンググライダー）とVR機器の相性の良さ、VRイベントの目新しさなど社会的な価値・インパクトが活動開始時は高かった。これらの詳細に関しては、中山・鈴木・葭田（2017）で原著学術論文として報告されている。

- ・研究開発に参画した実証フィールドや実装の担い手からの意見

意見徴収できたイベント参加者の97.4%から「楽しめた」というアンケート調査結果を得た。

- ・第三者が利用可能な状態であれば、成果物の入手・利用方法等

株式会社バルールのウェブサイトから詳細な情報の入手都問い合わせが可能。

<https://valeur3.com/vr-hanglider/>

(2)活用・展開

- ・実証フィールドや実装の担い手において継続的に使われていくための基盤等の整備状況（人材の確保、利用可能な施設・設備、ノウハウなどの情報の整理、活動資金の目処など）

ハンンググライダー選手鈴木が今後もハンンググライダー・パラグライダーを都市部において広めるビジネスとして、研究開発した機材と、使用ノウハウを継承していくことが決定している。将来的には、都市部でこれらを用いたイベントで獲得した初心者フライヤーを、都市部で平日に他のバーチャル機器でトレーニングしたのちに、週末に旅行代理店と組んで郊外に連れ出し、実地の飛行体験に誘導するビジネスモデルを構想中であり、これを実現するための研究開発や資金調達も始まっている。単にバーチャルな体験を提供するだけのVRアミューズメントがコロナ禍前後に閉店相

次ぐ中、バーチャルな体験をリアルな体験につなぐビジネスとして、今後が期待される。

- ・他の地域や組織等への展開の可能性（具体的な根拠等を含めて記載）

車いすマラソン体験、熱気球バーチャル体験ツアーなど複数のビジネスに類似技術を展開し、一部撮影に葭田も同行した。熱気球は郊外に行かなければ体験できないのに加えて、上昇気流の関係で体験できる時間も限られていたのが、VR技術により体験できる時間も場所も選ばなくなる魅力があり、着陸時の安全性も確保されている。都市計画の時代の変遷を示すような写真コンテンツや、Google Mapのようなある種の都市型メタバースとの相性も良いことから、今後期待のコンテンツといえる。

- ・制度等の立案のエビデンスとなり得る可能性（有効性・効率性等について具体的な根拠等を含めて記載）

エビデンスとなりそうなユーザ調査や、それに関連したデータ収集アプリ等の開発がコロナ禍で停止したため、ここまでの進捗で制度等の立案につながるようなエビデンスが得られているのかどうか不明。

- ・活用・展開に向けて今後取り組む内容

ハンググライダー操縦方法のトレーニング用バーチャルリアリティ機器を開発し、イベントを通じてハンググライダーに興味を持った参加者を徐々に実機のフライト体験に誘導していく仕組みを整備しビジネスとして展開する。

(3) その他

- ・副次的効果（意図しなかった想定外の成果や目標達成に向けた直接の成果以外の成果）

当初予定していなかったが、研究成果が学術論文につながった。これが日本の自動車を中心とした産業界からは、バーチャルリアリティの産業応用の先駆けとして広く評価された模様で、論文の続編の執筆依頼が来た。

イベント利用という関係上、持ち運び可能な機材を選んだため、ヨーロッパ視覚科学学会でデモンストレーションする目的でイタリアに機材一式を持ち込み、1か月前に鈴木がアルプス山脈を飛行して撮影してきたばかりの映像を公開した。結果、体験の順番待ちの学会員で1時間待ちの行列ができる人気展示となり、研究室の存在を国際的にアピールする好機となった。

- ・プロジェクト間連携による特筆すべき事項・成果があれば記載してください。

バーチャルリアリティ技術の一種であるテレプレゼンス技術を用いて、浅田 PJ

の一部研究者や松浦 PJ リーダーと拠点間をインターネットを用いたテレプレゼンスロボット技術で繋ぎ、ロボットの身体に憑依し互いの存在感を感じながら相互理解を深め、互いの研究室を歩き回る機材を準備した。が、コロナ禍で Zoom 等のビデオ会議システムの方が利便性が上がった結果、これらのロボット技術はそれほど活用されずに終わった。

・その他、上記に記載できなかった事項があれば

バーチャルリアリティ内で生じた事件や事故の責任の所在に関する議論は、始まったばかりである。その内容は必ずしもアバター等の身体性に関連した話題に限らず、各種ハラスメント等多義に渡る模様であり、ロボット法や AI 法と比較すると技術の進歩が速いことも相まってなかなか整備が追い付かない段階である。本研究提案では、既存の VR 機器にハンググライダーの本物の部品などいくつかのハードウェアを組み合わせた仕様を用いたが、没入感が強すぎてユーザの気分が悪くなるなどの危険を感じた場合は、没入感ないし VR との一体感を強制的に下げることが想定していた。今のところそのような機能の必要性は発生していない。このような機能は、RISTEX HITE の議論を通じて必要性を示唆され採用したものである。乗用車の半自動運転など、幾つかの人と機械の協調作業用機器においては、事件や事故が発生しうる場面において、制御や操作の責任の所在を明確にするために、機械から人間に制御意思や意図の移譲を突然行う場合があるが、運転中などに急に移譲された運転動作や注意状態の切り替えに人間は数 100 ms から数秒もの時間がかかることが報告されており、高速で運転する機器に対する危機管理の方法としてはあまり筋が良い方法とはいえないことが判明している。航空機の自動運転においては、自動運転と手動運転の切り替え時に事故が起こる可能性も指摘され続けていることから、これら機器と人間の協調作業における責任の移譲に関する問題は、今後も注意して様々なインターフェース設計時に問題の抽出と対応を実施していきたいと考えている。

3-3. 今後の成果の活用・展開に向けた状況

- ・中長期的な観点でのプロジェクトの効果や展開の可能性などを記載してください。

本研究提案では、人文社会系研究者の工学系研究への貢献として、新たに心理学者・脳科学の基礎研究社を予め技術研究開発の初期段階からヒューマンファクターの研究目的で研究チームに入れておくという新しい流れを作りかかっている。AI やコミュニケーションロボット分野においては、RISTEX HITE のように主に ELSI 研究の名目で倫理哲学や法学等の人文社会科学領域の研究者を初期段階から議論に入れる流れが広がりつつある。一方、脳科学者、特に文学部や教育学部出身の心理学者は、日本ではいまだ研究成果の社会貢献に関して明快な方法論が確立しておらず、一部、錯覚の展示をデパートの催事場などで実施す

る試みが始まった段階である。「脳科学の産業応用」を標ぼうする組織は国内にも少数存在するものの、例えば遠隔操作ロボットや産業用多関節ロボットなど多くのロボットのヒューマンファクター部分の研究開発現場では、心理学者よりも工学系出身の研究者にヒューマンインターフェース部分の研究協力を仰ぐことが多い結果、必ずしも心理学や脳科学領域で提案される再現性の高い理論や先端の計測方法を採用している場合ばかりとはいえない。応用心理学の研究者ではなく基礎心理の研究者に研究協力を上げれば、この点が満たされる場合があり、研究者と研究テーマのマッチングがよければ、社会的応用研究の目的を満たしつつ高度な基礎研究を両立することが可能である。内閣府ムーンショット型研究開発制度では、脳科学に関する技術提案が多数認められるため、脳科学の基礎研究者の参画が多数認められるが、工学系出身者に限らず技術に比較的明るい研究者も心理学者や脳科学者には多数含まれており、センサ技術や統計学など科学的測定方法に明るい場合もあることを、この機会に広く知ってもらい、ELSI 以外にも人文社会系研究者が技術開発に貢献できる部分の開拓につながると望ましいと考えられる。

- ・ 関与者間のネットワーク構築などで、特筆すべき点があれば記載してください。

RISTEX HITE の活動を通じて、多くの関与者間のネットワークに恵まれ、主に Facebook などの SNS を通じて研究以外のトピックに関しても交流を続けられたことは有益であった。関与者間でチームを組み申請した外部資金などもあり、今後も長く交流を続けられればと思う。

- ・ 本研究開発成果の活用・展開に向けて、今後取り組むべき課題として新たに見つかったことがあれば、どのような継続活動によって可能になるか、または解決できるかも含めて記載してください。

研究開始当初は、特に複数PJ間のミーティングに現実世界における物理ミーティングを繰り返したため、東京と関西にわたり会場の手配や移動などにコストがかかった。研究期間後半のコロナ禍移行は、このような遠隔会議はオンラインミーティングに移行が進んでいるため、今後はPJ間の情報交換もより簡便になるものと期待される。

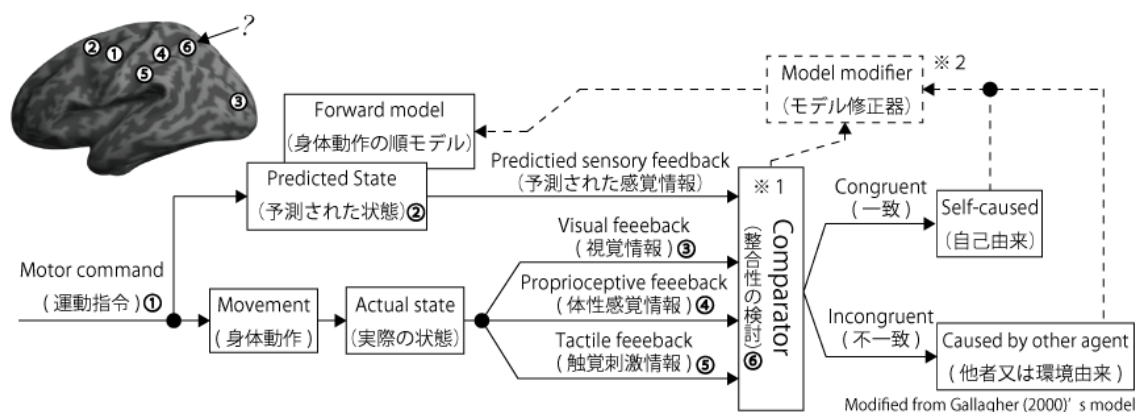
4. 領域目標達成への貢献

「5：技術と社会の対話の共通基盤となる概念の構築」のうち、下記の二つに貢献するのが、当初の公約であったため、それに関して延べる。

- ・ 「製作者の意図から独立した機械の自律性は存在するのか、そもそも自律性とは何か」といった根源的な問いに関する概念の構築や、その技術的・社会的含意の検討

自律性の背後にあると想定される主体性に関連して、人間の主体感覚の定義や測定を中心として研究を実施した。自動車の半自動運転や、筋電センサ式の外骨格ロボット着用時

など、自律機器と人間が協調動作しており、互いの一つの身体ないし乗り物に二つの頭脳がいわば相乗りしている状態で引き起こされた社会的事件や事故は、人間と自律機器のどちらが主体となって引き越したものと判定するのか、に当初の科学的関心があったためである。一連の研究により、現時点において、人間側から見て自分自身が主体となって特定の事象を引き起こしたと知覚ないし錯覚されるための情報処理過程のフローと対応する脳活動部位は下記のようなものである。何らかの意思決定や行動判断に基づき人が身体運動する際、その結果生体にもたらされるであろう複数感覚フィードバックの状態が、過去経験や記憶に基づき脳内で予め予想されており、それに合致するフィードバックが得られた場合は、その情報は自己の意思決定や行動判断に基づく身体運動のものと知覚され、自分自身がその行為主体であるという感覚や、操作対象が自己の身体の一部となり馴染んでいる感覚が発生するというのがこのスキームの趣旨である。この予測に関わる過去経験や記憶が十分備わっているのが自己の身体であると想定され、今回は自己身体に現局した研究開発に終始したが、ここで挙げた考え方は乗用車の操作など身体の外部に存在するものや環境の操作にもある程度適応可能で、これは従来の研究ではしばしば「道具使用」と表現されてきたものに近い。このような道具使用時における予測とは、操作対象に関する事前知識や習熟度に代表される過去経験や記憶を反映しており、文化的背景など様々な社会的要因の影響を受けるものも存在すると考えられる。そのため、本研究提案に沿った解釈と展望を試みると、この部分がAIやロボットなどに対する過去経験や記憶の影響を受け、所属する文化圏や世代、教育などの影響を受けた結果、AIやロボットなどに対する個人差として現れるかという仮説を立てることが今後できよう。



・情報技術と人文・社会科学が連携するために必要な共通言語や基盤的概念の構築

領域以内においては、浅田PJや稲谷PJ、松浦PJとは、認知科学や脳科学に関して共通言語が多いこともあり、比較的多くの共通言語や基盤的概念を共有できたと思われる。具体的には、(意思決定や行動判断の)主体、責任、身体性といった用語が代表である。また、稲谷PJとはみたて(認知科学の用語では「投影」「投射」に近い)

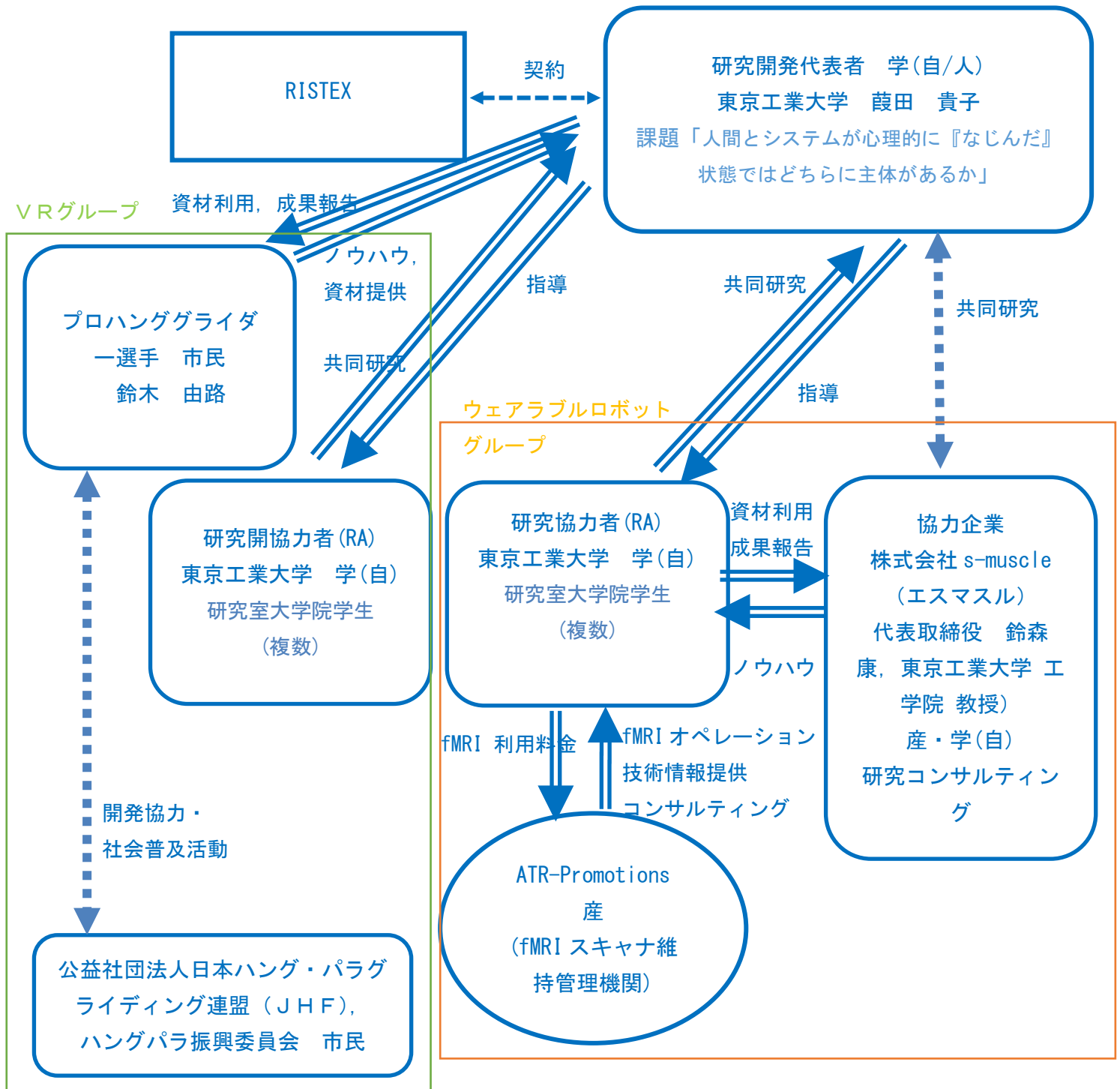
といった用語のみならず、アジャイル開発などデザイン思考周辺の用語や方法論を法学領域に導入するための共通言語の確認も数多く実施でき、研究期間終了後も続く法学領域の新しい活動方向の提案に貢献できたと考えている。

ソフトアクチュエータやウェアラブルロボット、生物規範ロボティクスなど、一般に人文科学系の研究者が想像しやすいコミュニケーションロボットとは素材も目的も異なるロボット研究開発の概念や用語を広めることにも、研究領域内で貢献できた。

一方、これらを領域外の一般人に広める目的のアウトリーチ活動は十分にできたものの、人文社会科学系の識者、特に浅田PJや稲谷PJの周辺にいる比較的ベテランの法学者に理解されるための活動が不足していたと感じており、この点に関しては稲谷PJの今後の活動が待たれる。

5. 研究開発の実施体制

5-1. 研究開発実施体制の構成図



(1) ウェアラブルロボットグループ（リーダー氏名：葭田 貴子）

役割：fMRI コンパチブルなウェアラブルロボットの開発及びユーザの脳活動計測

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
（研究室学生 7 名）		東京工業大学	工学院	修士学生
葭田 貴子	ヨシダ タカ コ	東京工業大学	工学院	准教授

(2) VR グループ（リーダー氏名：葭田 貴子）

役割：ハンググライダーVR の制作およびハンググライダー・パラグライダーイベント

開催補助

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
（研究室学生 4 名）		東京工業大学	工学院	修士学生
葭田 貴子	ヨシダ タカ コ	東京工業大学	工学院	准教授

5－3．研究開発の協力者

氏 名	フリガナ	所 属	役職（身分）	協力内容
鈴木 由路	スズキ ユウジ	日本ハンググライダー・パラグライダー協会等	プロハンググライダー選手	ハンググライダー・パラグライダーVR を活用した都市型イベント，アウトリーチング活動実施．VR のビジネス活用．

6．研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6－1．社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

VR グループが、本研究で開発したハンググライダー・パラグライダーの VR を用いて、6－1－1 に示すような VR イベントを活発に開催した。

また、浅田 PJ グループ、松浦 PJ グループと合同で頻繁に勉強会を繰り返し、そ

の成果として、下記の3つのテーマに沿ってロボットやAIが起こした事件や事故を再現したビデオ3種類を日本科学未来館の協力の下作成した。

1. 高齢者見守りロボットが付度して事件に発展した場合.
2. 自動運転車が誤った学習により停止し人身事故につながった場合.
3. ウェアラブルパワーサポートロボットが使用者の脳波を誤読し人身事故につながった場合.

これらを用いた体験的なアウトリーチイベントを子供から大人まで幅広い年代の参加者を対象に意見徴収を行った。結果の一部は、Kawai, Inatani, Yoshida, and Matsuura (2019)に学術論文の形でまとめている。また、動画の一部や、アウトリーチ活動の内容の要約は下記のようにYouTubeに複数公開されている。

<https://youtu.be/8wO4sqZYUOI?si=osWa7ajMwIf0Oh01>

<https://youtu.be/qVPSLPxw6Q?si=Q2uxuJ2r51oYDu1B>

6-1-1. プロジェクトで主催したイベント（シンポジウム・ワークショップなど）

年月日	名 称	場 所	概要・反響など	参加人数
2017/10/1	スポーツわくわくプロジェクト	ふくしまスカイパーク	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。	120
2017/10/28	たかまつ空港祭り	高松空港	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。	200
2017/11/15-17	Inter BEE	幕張メッセ	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。	200
2017/11/17	Inter BEE	幕張メッセ	ハンググライダーVRの制作費秘話や、マルチモーダル脳情報処理など脳科学的な背景に関して、プロハンググライダー選手、Adobeの関係者と研究代表者	不明

			葭田が語ったトークショー.	
2017/11/18	(タイトルなし)	東武宇都宮百貨店	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント.	100
2017/11/28	Adobe MAX JAPAN	パシフィコ横浜	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント.	200
2018/1/23-24	イベント JAPAN	東京ビッグサイト	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント.	70
2018/2/18	石岡市観光物産展	東京シティエアターミナル	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント.	30
2018/2/21-23	ベント総合 EXPO	幕張メッセ	制作したハンググライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント.	180
2018/3/6	浅田 PJ・松浦 PJ 合同会議	KYOTO de MEETING	ローマ法における責任について (佐々木健先生・京都大学; 栗辻悠先生・関西大学)	不明
2017/12/27	浅田 PJ・松浦 PJ 合同会議	京都大学 東京オフィス (新丸ビル 10F)	「自動運転技術の現状と普及における法律问题」中川由賀先生 (中京大学法務教育研究機構専門教授/名古屋大学未来社会創造機構客員教授/弁護士)	不明
2018/10月	浅田 PJ・松浦 PJ 合	京都大学 東京	久木田先生:「ロボット	不明

11	同会議	オフィス（新丸ビル 10F）	と倫理」 鈴木先生：「ロボット技術と社会」	
2018/4/28	浅田 PJ・松浦 PJ 合同会議	京都大学 東京オフィス（新丸ビル 10F）	科学館ビデオに関する検討など	不明
2018/8/9	ロボットののための法律・哲学・心理相談所	東京工業大学工学院機械系	東京工業大学オープンキャンパスにおける高校生向けアウトリーチ活動	不明
2018/10/14	一緒にさがそう未来のルール～ロボットの事故は誰かのせい？	日本科学未来館 オープンラボ	一般向けアウトリーチ活動＋浅田 PJ データ収集	不明
2018/1/23-24	イベント JAPAN	東京ビッグサイト	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/4/14-15	週末イベント	タチヒビーチ	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/4/22	週末イベント	ABC 成城住宅公園	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/5/4-5	週末イベント	アリオ川口	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/5/12-13	みどりの感謝祭	日比谷公園	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/6/30-7/1	茨城フェア	イオンモール与野	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/7/21-8/19	夏休み特別展	盛岡市子ども科学館	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/7/27-28	夏休みわくわくスポーツひろば	豊島区役所	ハンググライダーVR イベント	不明
2018/8/4-5	空を見上げて	そなエリア	VR 気球イベント	不明
2018/9/4-7	PI ショー	東京ビッグサイト	ハンググライダーVR イベント	不明

2018/9/8	福岡空港国際線フェスティバル	福岡空港	ハンググライダーVRイベント	不明
2018/9/29-30	VR SKYSPORTSFES	アクアシティお台場	ハンググライダーVRイベント	不明
2018/10/27	パブリックビューイングイベント	花園ラグビー場	VR 車いすマラソンイベント	不明
2018/11/14-16	Inter BEE	幕張メッセ	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/1/29-30	イベント JAPAN	イベント総合 EXPO	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/2/27-3/1	イベント総合 EXPO	幕張メッセ	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/5/22-24	SPORTEC	東京ビッグサイト	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/7/6-7	イオンモール与野	イオンモール与野	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/8/3-4	空を見上げて	りそなエリア	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/8/3-4	企業イベント(非公表)		ハンググライダーVRイベント	不明
2019/9/14-15	monbell ファミリーデー	パシフィコ横浜	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/8/20-22	カートラジャパン	幕張メッセ	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/10/5 - 1 年間	TDK 歴史みらい館 3 周年イベント	TDK 歴史みらい館	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/10/19	JXTG フェニックス祭り	浜寺公園駅	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/11/1	ラグビーワールドカップ	味の素スタジアム	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/11/16	TBS ラジオパラス ポーツキャンペーン	赤坂サカス	ハンググライダーVRイベント	不明
2019/11/23	VR 車いすマラソン	塙町立塙小学校	VR 車いすマラソンイベント	不明

	塙町産業祭		ベント	
2019/12/4-6	レジャージャパン	東京ビッグサイ ト	ハンググライダーVR イベント	不明

6-1-2. 書籍、DVD など論文以外に発行したもの

(2018. 04. 13)

HUMAN INFORMATION TECHNOLOGY ECOSYSTEM BOOKLET VOL. 2 小冊子「人と AI が共進化する未来へ」

<https://www.jst.go.jp/ristex/hite/topics/img/book-vol2-7.pdf>

6-1-3. ウェブメディア開設・運営

・ロボットや AI と人間の関係性を究める — 葭田貴子

顔 東工大の研究者たち vol.31

https://www.titech.ac.jp/research/stories/faces31_yoshida.html

・Takako Yoshida - Exploring the harmony of humans, robots, and AI

FACES: Tokyo Tech Researchers, Issue 31

https://www.titech.ac.jp/english/research/stories/faces31_yoshida.html

・「ロボットのための法律・哲学・心理相談所」

<http://www.mep.titech.ac.jp/~yoshidat/OpenCampus2018.pdf>

・「日本科学未来館オープンラボ「一緒にさがそう未来のルール～ロボットの事故は誰かのせい？」」 <https://www.miraikan.jst.go.jp/event/1809131423287.html>

6-1-4. 学会以外のシンポジウムなどでの招へい講演 など

- ・ Nakayama, T., Suzuki, Y., & Yoshida, T. (2018). Hang glider virtual tour. UN MARE DI ILLUSIONI, Trieste, Italy. August 28th.
- ・ Mitsushio, M. & Yoshida, T. (2018). An fMRI compatible power assist robot and sense of agency. UN MARE DI ILLUSIONI, Trieste, Italy. August 28th.
- ・ 2018/12/2 一般所財団法人情報法制研究所 (JILIS) 情報法制学会 (ALIS) 共催 第 5 回情報法セミナーin京都 京都大学法学部 「ヒト-自立機器ハイブリッドシステムにおけるユーザの主体感覚の計測」と題し、他の登壇者と共に講演.
- ・ 葭田貴子 (2018) ヒト-機械ハイブリッドシステムにおける行為主体感覚, 「第 20 回 K フォーラム」 ざつくばらんフォーラム, 2018.8.23, ホテルアソシア高山リゾート.
- ・ 2018 年 3 月 14 日 RISTEX 「人と情報のエコシステム」シンポジウム「人工知能が事故を起こした場合誰が責任をとるのか」. ソフトアクチュエータ技術による葭田研の「着たまま脳が測れるウェアラブルパワーサポートロボット」を使い、ロボット

が装着者の意志や意図の通りに動作しているときと、意志や意図に反して動作しているときの脳の状態の違いを fMRI で計測する技術に触れています。それを受けて、ウェアラブルロボットのように一つの身体にヒトとそれ以外の制御主体が相乗りした状態における事件や事故は誰のせいで誰が責任を負うのか議論。

(提供：国立開発研究法人科学技術振興機構)

「AI 時代の『責任・主体』」

前半：<http://logmi.jp/274569>

後半：<https://logmi.jp/274601>

6－2．論文発表

6－2－1．査読付き（ 2 件）

- (1) 中山 拓哉・鈴木 由路・葭田 貴子 (2017). 床上 50 センチの飛行イベントーVR はハンググライダー, パラグライダーの普及活動をどう変えたかー. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 22 (4), 503-512.
- (2) Y. Kawai, T. Inatani, T. Yoshida, and K. Matsuura (2019, digital material without page number). Exploring future rules for AIs with citizens using a fictitious case video: A workshop report, In Proceedings of International Workshop "Envision of Acceptable Human Agent Interaction based on Science Fiction".

6－2－2．査読なし（ 2 件）

- (1) 葭田貴子・鈴木由路 (2019). 床上 50 センチの飛行イベントーVR はハンググライダー, パラグライダーの普及活動をどう変えたかー」その後(バーチャルリアリティの世界を見てみよう), 自動車技術, Vol.73 No.12, 58-62.
- (2) 葭田貴子(2020). ヒトと自律機械の協調作業における主体と責任, 日本ロボット学会誌. 38 巻 1 号 p. 23-27

6－3．口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

6－3－1．招待講演（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

6－3－2．口頭発表（国内会議 1 件、国際会議 0 件）

- (1) 徳田真水・葭田貴子. (2018). 触覚探索中の手の位置の短期記憶はあるのか, ヒューマン情報処理研究会・聴覚研究会・日本バーチャルリアリティ学会 VR 心理学研究委員会, 沖縄.

6－3－3．ポスター発表（国内会議 4 件、国際会議 10 件）

- (1) Horita, K. & Yoshida, T. (2017). Effect of efference signal for the visual search for self-

- controlling moving object: An fMRI study, The 25th Annual Workshop on Object Perception, Attention, and Memory, Vancouver, Canada.
- (2) Kimura, S. & Yoshida, T. (2017). Voluntary head or hand movement accelerates visual awareness during Continuous Flash Suppression exposure, The 25th Annual Workshop on Object Perception, Attention, and Memory, Vancouver, Canada.
- (3) Tajima, D. & Yoshida, T. (2017). A local body movement elicits a sense of agency but not a sense of ownership, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan.
- (4) Nakayama, T., Goto, Y., Hirano, N., & Yoshida, T. (2017) Measurement of inattention in AR glasses wearers, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan.
- (5) Kimura, S. & Yoshida, T. (2017) Voluntary hand movement also accelerates visual awareness, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan.
- (6) 木村匠吾・葭田貴子 (2017) 能動的な手首の運動も Visual awareness を加速する. 日本視覚学会 2017 年夏季大会, 島根.
- (7) 田島大輔・葭田貴子(2017) 操作対象の見た目と動作は身体所有感・操作主体感の生起に関連するか. 日本視覚学会 2017 年夏季大会, 島根.
- (8) Tajima, D. & Yoshida, T. (2017). Limb or arm? A local body movement elicits a sense of agency but not a sense of ownership, 40th European Conference on Visual Perception, Berlin, Germany.
- (9) 中山拓哉・葭田貴子 (2019). HMD における自然な一人称の視覚体験の臨界時間窓, 日本視覚学会冬季大会, 神奈川.
- (10) Nakayama, T. & Yoshida, T. (2018). $\pm 300\text{ms}$ is critical for keeping natural first person view in HMD, The 26th Annual Workshop on Object Perception, Attention, and Memory, New Orleans, USA.
- (11) Qiaobo, Q., Horita, K., & Yoshida, T. (2018). A functional magnetic resonance imaging study of bodily efferece signal in searching self-controlled moving object. European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy.
- (12) Qiaobo, Q., Horita, K., & Yoshida, T. (2018). A functional magnetic resonance imaging study of bodily efferece signal in searching self-controlled moving object. European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy.
- (13) Qiaobo, Q., Horita, K., & Yoshida, T. (2018). An fMRI study on the effect of visual attention on the detection of self-controlled moving objects. The 14th annual Asia Pacific Conference on Vision, Hangzhou, China.
- (14) 中山拓哉・葭田貴子 (2018). 頭部運動と HMD 映像の折り返しの時間差が装着者の視野安定や一人称視野感に与える影響, 日本視覚学会夏季大会, 茨城.
- (15) Qiaobo Qu & Takako Yoshida (2019). Functional Magnetic Resonance Imaging Evaluation of the Effect of Visual Attention for Self-Controlled Moving Object—

Psycho-Physiological Interactions and Dynamic Causal Modelling ,42nd European
Conference on Visual Perception, Leuven, Belgium.

6－4．新聞報道・投稿、受賞など

なし.

6－4－1．新聞報道・投稿

なし.

6－4－2．受賞

なし.

6－4－3．その他

(1) たびたびニュース番組や新聞から、AI と人間の関係性に関して問い合わせや
出演依頼が来るようになった。

(2) 本研究提案終了後の後継として、科研費新領域ソフトロボット学と、NEDO「革新的ロボ
ット研究開発基盤構築事業「産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携によ
る基礎技術研究」に採択され、事実上本研究提案の研究内容を継続・発展させることが決定
した。

6－5．特許出願

6－5－1．国内出願（ 0 件）

6－5－2．海外出願（ 0 件）