

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成30年度研究開発実施報告書

「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」

葭田 貴子

(東京工業大学工学院 准教授)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の具体的内容	2
2-1. 研究開発目標	2
2-2. 実施内容・結果	2
2-3. 会議等の活動	6
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	8
4. 研究開発実施体制	8
5. 研究開発実施者	9
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	10
6-1. シンポジウム等	10
6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	11
6-3. 論文発表	11
6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	12
6-5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等	12
6-6. 知財出願	12

1. 研究開発プロジェクト名

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

2. 研究開発実施の具体的内容

2-1. 研究開発目標

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立的・主体的に行動する存在といえるのか考察する。

2-2. 実施内容・結果

(1) スケジュール

項目	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32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) 各実施内容

今年度の到達点① (目標)

身体性やヒトの主体に関する人文社会的発想を盛り込んだ実験実施環境の構築

実施内容

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するための準備として, 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維持し, 2017年度より実施している研究を継続した. それに加えて, 法学・哲学グループとの2017年度の議論を通じて出てきた「アンドロイド指向性」「合成指向性」といった考え方を, これまでの研究室の機材や実験装置の制約の中で取り込み, 特に法学グループの研究に反映させていくことは, 現在進行中であ

る。引き続き議論と情報交換を継続し、必要に応じて適宜追加実験を実施する。

ロボットなどの機器がユーザの身体と馴染む自己身体所有感 (Ownership) と、自己が何らかの対象を操作しているのであって、機器に自分が操作されているのではないという操作主体感 (Sense of Agency) に関連した心理物理学の実験とfMRI実験を実施し、このうちfMRI実験の一部を国際学会発表した。また、そこで制作した様々な感覚を国際学会に持ち込み、実際に多くの研究者を対象にデモンストレーションした。これらの成果は、次年度に向けて英語原著論文として公開する方向で準備中である。

今年度の到達点② (目標)

スカイスports用のVRイベントを実施する。

実施項目②-1：スカイスportsVRの高度化

実施内容

パラグライダー・ハンググライダーといったスカイスports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。映像の高解像度8K化を達成した。映像を再生するHMD側で8Kに対応した機器の開発と発売が進んでおらず、映像のスティッチ部分が目立つなどの技術的問題が残った。ハンググライダー、パラグライダーに加えて、車椅子マラソンや熱気球といった他のスポーツに関しても、ハンググライダーの技術を応用してイベントを実施した。

実施項目②-2：VRイベント実施

実施内容

開発したVRを使ったスカイスports啓蒙イベントを日本各地で複数回実施した。

実施項目②-3：VRイベント参加者の体験や評価を収集する方法の模索

実施内容

体験者の意見徴収を、アプリなどの簡便なアンケート等により実施するためのプラットフォームの設計と試作を実施した。結果はまだ解析中である。

その他応募時の研究計画書になかった事項

- テレプレゼンスロボットによる共同研究先との脳内出張体制の確立と運用
追加予算で整備したテレプレゼンスロボットによる脳内出張システムを活用し、本研究PJリーダー葭田の東京工業大学の研究室と、京都大学稲谷研究室、大阪大学浅田研究室(の河合助教)の3研究室で研究の連携を継続。同時に、RISTEXの他の参画拠点にもこれらの設備を開放し、ヒトから自立して能動的に動作するロボットとは別に、ヒトが(あるいはヒトに)憑依してヒトと一緒に協調動作するロボットというジャンルのたたき台にする予定であった。しかし、浅田PK、松浦PJとは実際に毎月定期的に物理的にミーティングを実施すること

になったため、このロボットの活用頻度は当初の予定より下がることとなった。

- その他当初予定にはなかったが実施予定の項目
責任・主体グループの2017年度合宿の議論からスピニアウトした企画として、浅田PJの稲谷准教授、河合助教、松浦PJグループの松浦准教授と別紙に記した高校生向けの「ロボットの行列ができる相談所」を、2018年東京工業大学のオープンキャンパスで東京工業大学機械コース内にて実施した。また、その結果をもとに、お台場の科学未来館で「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？」」を実施し、ロボットが利用者のために良かれと思って判断した行動が、万が一トラブルにつながってしまったら、責任の所在はどこにあるか、メーカー？利用者？それともロボットなのかを議論した。さらに、現在の法律の限界はどこにあるのか、技術開発と社会の安全をどう両立させるのか、「責任」や「主体」という考え方を見直すべきなのか。来場者と、工学、法学、心理学、哲学の4人の研究者で議論した。

(3) 成果

今年度の到達点①（目標）

身体性やヒトの主体に関する人文社会的発想を盛り込んだ実験実施環境の構築

下記のように国際学会発表2件、国内学会発表1件、海外における展示発表2件を達成した。

- Qiaobo, Q., Horita, K., & Yoshida, T. (2018). A functional magnetic resonance imaging study of bodily efference signal in searching self-controlled moving object. European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy.
- 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.
- 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.
- Mitsushio, M. & Yoshida, T. (2018). An fMRI compatible power assist robot and sense of agency. UN MARE DI ILLUSIONI, Trieste, Italy.
- Nakayama, T., Suzuki, Y., & Yoshida, T. (2018). Hang glider virtual tour. UN MARE DI ILLUSIONI, Trieste, Italy.

今年度の到達点②（目標）

スカイスポーツ用のVRイベントを実施する。

「6-1. シンポジウム等」に記した16件のVRイベントを実施した。

- その他当初予定にはなかったが実施予定の項目
責任・主体グループの2017年度合宿の議論からスピニアウトした企画として、浅田PJの稲谷准教授、河合助教、松浦PJグループの松浦准教授と別紙に記した高校生向けの「ロボットの行列ができる相談所」と「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？」」を実施した。

(4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

・実験やイベント自体は当初の予定通り進んでいるが、研究代表者葎田が9月より傷病発症し、11月から1月まで休業したため、英語原著論文の執筆作業や報告書の作成が全体に遅れている。葎田の休業に伴う研究予算の執行の停止等については、東京工業大学事務とも度々協議を重ねているほか、研究実施体制の維持に関しても副学長レベルで協議を続けている段階。2019年度は全体的に葎田の業務負担を軽減させ、指導学生の人数も絞り、研究に関する業務のみに専念させる方向で調整が進んでおり、全面的に業務復帰するのは2020年度になる予定。東京工業大学としては、研究代表者葎田の研究室のように、准教授一名で運営する研究室への支援や対策の強化に乗り出しているほか、東京工業大学事務としては、研究代表者が休業でも、他の参画メンバーにより研究が順調に進行しているため、2018年度に関してはそのまま研究予算執行とした。

2-3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
3月6日	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)
12月27日	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 ける法律問題」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)
2018年10月 11日	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)	久木田先生：「ロボットと倫理」 鈴木先生：「ロボット技術と社会」
2018年	浅田PJ・松浦PJ	京都大学 東	科学館ビデオに関する検討など

4月28日	合同会議	京 オ フ ィ ス (新 丸 ビ ル 10F)	
2018年 8月9日	ロボットのた 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
2018年10 月14日	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
1/23-24	イベントJ APAN	東京ビッグ サイト	ハンググ ライダー VRイベ ント
2/18	石岡市観 光物産展	東京シテ ィエター ミナル	ハンググ ライダー VRイベ ント
2/21-23	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
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
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
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
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
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
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
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
8/4-5	空を見 上げて	そなエ リア	VR気球 イベン ト
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
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
9/29-30	VR SKYSP ORTS FES	アクア シテイ お台 場	ハンググ ライダー VRイベ ント
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
11/14-16	Inter BEE	幕張メ ッセ	ハンググ ライダー VRイベ ント

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

浅田PJ, 松浦PJと共同で, ヒトと自律機器(コミュニケーションロボット, 自動運転車, パワーサポートスーツ)が共調動作中に起こった社会的イベントや事故の再現ビデオを3本作製し, それぞれに対して, 一般市民がどのように感じるか調査するためのサイエンスカフェやアンケート調査等の多角的なアウトリーチ活動を実施した。

VRイベント活動は, ハングライダーのみならず, 車椅子や熱気球など様々なスポーツに展開し, 画質も当初よりアップして引き続き実施中である。

パワーサポートロボット着用者の脳内機構, および, ロボットのユーザの身体への馴染み感の測定に関しては, 英語原著論文として公開する方向で準備中である。

4. 研究開発実施体制

ウェアラブルロボットグループ (葭田 貴子)

東京工業大学工学院

実施項目: 身体性と主体に関する認知科学的研究

グループの役割の説明: マッキベン型人工筋肉によるやわらかく安価で使い捨ての「着るパワーサポートスーツ」の製作過程と, ユーザの心理評価から, このようなサポートスーツが着用者の身体に馴染み, 文字通り人馬一体となって, 機械にヒトが動かされているのか, ヒトが機械に動かされているのか(即ち, ヒトと機械のどちらに動作主体があるのか)ユーザから観測して判別できなくなる状態の計測・モデル化を行う。

VRグループ (葭田 貴子)

東京工業大学工学院

実施項目: スカイスportsVRを用いた社会啓蒙活動実施

グループの役割の説明: 本研究提案で検討する心理現象を応用したり, 実験的に検証したりする目的で, ヒトと機械や情報システムが協調運動するシステムとして, パラグライダーやハングライダーのVRを作成する。その製作過程で, 様々なパラメータを調整した心理物理学的実験を通じて, ヒトと機械や情報システムが馴染んでしまい, VRなどの機器が自分自身に溶け込んで自己と区別がつかなくなる状況の心理学的・脳科学的検証やモデル生成に寄与する。

5. 研究開発実施者

ウェアラブルロボットグループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
葎田 貴子	ヨシダ タカコ	東京工業大学	工学院	准教授
早川 星生	ハヤカワ ホシ オ	東京工業大学	工学部	学士4年
瞿 喬波	ク キョウハ	東京工業大学	工学院	修士1年
土川雄生	トガワ ユウキ	東京工業大学	工学部	学士4年

VRグループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
葎田 貴子	ヨシダ タカ コ	東京工業大学	工学院	准教授
中村 遥香	ナカムラ ハルカ	東京工業大学	工学院	M2
中山 拓哉	ナカヤマ タクヤ	東京工業大学	工学院	M2
満塩 将也	ミツシオ マ サヤ	東京工業大学	工学部	M1

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. シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2018年8月9日	ロボットのための法律・哲学・心理相談所	東京工業大学工学院機械系	27	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，浅田PJ,松浦PJと合同.
2018年10月14日	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	60	一般向けアウトリーチ活動＋浅田PJデータ収集，浅田PJ,松浦PJと合同.
1/23-24	イベントJAPAN	東京ビッグサイト		ハングライダーVRイベント
2/18	石岡市観光物産展	東京シティエアターミナル		ハングライダーVRイベント
2/21-23	イベント総合EXPO	幕張メッセ		ハングライダーVRイベント
4/14-15	週末イベント	タチヒビーチ		ハングライダーVRイベント
4/22	週末イベント	ABC成城住宅公園		ハングライダーVRイベント
5/4-5	週末イベント	アリオ川口		ハングライダーVRイベント
5/12-13	みどりの感謝祭	日比谷公園		ハングライダーVRイベント
6/30-7/1	茨城フェア	イオンモール与野		ハングライダーVRイベント
7/21-8/19	夏休み特別展	盛岡市子ども科学館		ハングライダーVRイベント
7/27-28	夏休みわくわくスポーツひろば	豊島区役所		ハングライダーVRイベント
8/4-5	空を見上げて	そなエリア		VR気球イベント
9/4-7	PIショー	東京ビッグサイト		ハングライダーVRイベント
9/8	福岡空港国際線フェスティバル	福岡空港		ハングライダーVRイベント
9/29-30	VR SKYSPORTSFES	アクアシテ		ハングライダーVRイベント

		イお台場		ト
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
11/14・ 16	Inter BEE	幕張メッセ		ハンググライダーVRイベン ト

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍・冊子等出版物、DVD等

・N/A

(2) ウェブメディアの開設・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
- ・「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.titech.ac.jp/event/2018/042435.html>

(3) 学会（6-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・ 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.

6-3. 論文発表

(1) 査読付き（ 0 件）

●国内誌（ 0 件）

なし

●国際誌（ 0 件）

なし

(2) 査読なし（ 0 件）

なし

6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

なし

(2) 口頭発表（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

なし

(3) ポスター発表（国内会議 1 件、国際会議 2 件）

・ Qiaobo, Q., Horita, K., & Yoshida, T. (2018). A functional magnetic resonance imaging study of bodily efference signal in searching self-controlled moving object. European Conference on Visual Perception, Trieste, Italy.

・ 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.

・ 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.

6-5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿（ 0 件）

なし

(2) 受賞（ 0 件）

なし

(3) その他（ 0 件）

なし

6-6. 知財出願

(1) 国内出願（ 0 件）

なし

(2) 海外出願（ 0 件）

なし