

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
平成29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、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 .....	7
4. 研究開発実施体制 .....	7
5. 研究開発実施者 .....	8
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など .....	9
6 - 1. シンポジウム等 .....	9
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など .....	10
6 - 3. 論文発表 .....	10
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） .....	10
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等 .....	10
6 - 6. 知財出願 .....	11

## 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立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・ハンダ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

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確立．他研究機関の研究者とゆるく対話を続けながら，そこから出た問題点等を反映しつつ，これまで実施してきたウェアラブルパワーサポートシステムによる実験に改変や改良を加えている最中．

## 今年度の到達点②

スカイスポーツ用のVRイベントを実施する。

### 実施項目②-1：スカイスポーツVRの高度化

#### 実施内容

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。映像の高解像度8K化を達成。しかし、映像  
を再生するHMD側で8Kに対応した機器が入手困難で8Kによる映像再生  
には至っていない。

### 実施項目②-2：VRイベント実施

#### 実施内容

開発したVRを使ったスカイスポーツ啓蒙イベントを日本各地で複数回数  
実施。

### 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中。

- 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

追加予算を利用し、他研究グループとの共同研究に際して、遠隔地に物理的に出張  
を繰り返さなくても、一種のバーチャルリアリティ技術を使って心理的に物理的出張  
と同等の「脳内出張」を実現する目的で、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研究室に簡便なテ  
レプレゼンスロボットを設置した。ロボットは現在上記3拠点にしかないが、ロボット  
の身体に遠隔地からダイブし、ロボットを通じて脳内出張すること自体は他の研究拠  
点メンバーでも手持ちのPCやスマートフォンから容易に可能なため、拠点間のコミュ  
ニケーションに活用できる。

他に、他研究拠点の研究者が本研究提案の研究拠点に脳内出張して、自由に研究室  
以内を歩き回ってものを見たり話しかけたりする目的で、上記テレプレゼンスロボッ  
トを改造して、上部にiPadの代わりに8K全天周カメラを設置したものも作成した。カ  
メラ画像をHMDで受けつつ操作すると、遠隔地からこのロボットのカメラ目線にダイブ  
した感覚で高い臨場感で自分が好きな場所を歩行しながら自由に周囲を見渡せる効果  
を意図したものである。現状ではカメラ映像をHMDで再生するまでの時間遅延が人間の  
許容限界より大きく、映像酔いなど利用者の違和感があるため、この問題を技術的に  
軽減させるか、もしくはこの問題を抱えたままでも楽しめるコンテンツないし使い方の  
提案が目下の課題である。上記テレプレゼンスロボットは異なり、お互いの顔が見  
えないため、コミュニケーションには向かないが、利用者が自分一人で研究室の中を  
探索する分には十分な性能とみており、RISTEXの活動の中での効果的な活用方法を模  
索中である。

- その他当初予定にはなかったが達成したもの

責任・主体グループの2017年度合宿の議論からスピン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共同で高校生向けのアウトリーチ活動「ロボットの行列ができる相談所(仮)」を2018年東京工業大学のオープンキャンパスにて実施予定である。これは、2017年末に都内で行われた、葎田・稲谷・松浦各准教授による対談内で提案された子供向け教育プログラムの立案というアイデアと、稲谷・松浦両准教授を東京工業大学にお呼びして議論したいという企画を実行に移すものである。

また、責任・主体グループで、今年度下半期に東京都の科学未来館にて浅田PJの河合助教が中心となって実施する子供向けの「ロボットの行列ができる相談所(仮)」実証実験をバックアップ中である。法学、哲学、心理学の3つの観点から、現在科学未来館の協力も得ながらコンテンツの試作を始めた段階である。

### (3) 成果

#### 今年度の到達点①

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

安全確認のための試験的な撮像や機器の動作特性調査を実施し、新たに導入したMRIコンパチブルなモーションキャプチャに関しては、実際のMRIスキャン室内に入れて撮像映像に影響なく実験に十分使用できることを確認完了。

#### 今年度の到達点②

スカイスポーツ用のVRイベントを実施する。

開発したVRを使ったスカイスポーツ啓蒙イベントを日本各地で複数回数実施した。また、従来実験室内や美術館など特殊な施設で利用されることが多かったVR機器の価格が下がり、使い勝手が向上したことで、ハングライダーの啓もう活動など今まで実空間での活動が難しかった分野に導入され、社会に生き生きと浸透していく様子を、速報性の高い内容として原著論文にまとめ、VR学会誌に投稿し受理された。

### (4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

- ・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する研究に関して、実験に必要なモーションキャプチャのケーブルの納品が大幅に遅れたため、fMRIを用いた脳機能イメージング研究に関しては全体的なスケジュールが後ろ倒しになる模様。
- ・研究予算応募時は、ヒトと自律システムが協調動作する状況で発生する事件や事故に際して、誰が主体となり誰が責任を負うかを科学的に明確にする問題解決方法を念頭に置いていたが、哲学や法学の研究者と議論を進めた限りでは、社会科学としてはそれらの帰属を明快にしないままの問題解決も考慮する場面が多々必要であることが判明した。応募時のスタンスのままで良いかどうかは研究を進めながら考えていきたい。
- ・哲学や法学領域から、ヒトと人工物の関係性に関して、サイボーグ志向性のみ

ならず合成志向性についても検討するよう要請されており、現在これらの志向性概念をどのように脳科学や認知科学の枠組みの中で検証すべきか、議論と資料調査を続けている。

### 2 - 3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2月6日	浅田・葭田・松浦 RISTEX プロジ ェクト合同研究 会	大阪大学東京 オフィス	浅田・葭田・松浦RISTEXプロジ ェクト合同で、それぞれRISTEXの 会合ではお会いしていないメンバ ーを交えながら、自己紹介を兼ね て互いの研究に関して意見交換し た。この合同会議自体は、その後 も定期的に継続中である。

### 3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

2018年下半期に、東京都科学未来館にて、主体・責任グループでRISTEXで議論した成果を持ち寄り、子供がロボットや人工知能がヒトの社会で引き起こす事件や事故に関する法学的解釈をどのように評価するか、大規模な社会調査研究とアウトリーチ活動を予定している。

### 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れをた心理物理学の実験を通じて、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)
神谷 聖耶	カミヤ セイヤ	東京工業大学	大学院工学研究科	博士学生
堀田 一馬	ホリタ カズマ	東京工業大学	工学院	修士学生
瞿 喬波	ク ギョウハ	東京工業大学	工学院	修士学生

### VRグループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
木村 匠吾	キムラ ショウゴ	東京工業大学	工学院	修士学生
中村 遥香	ナカムラ ハルカ	東京工業大学	工学院	修士学生
中山 拓哉	ナカヤマ タクヤ	東京工業大学	工学院	修士学生
徳田 真水	トクダ マミズ	東京工業大学	工学院	修士学生

## 6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

研究成果発表に関しては、投稿済のものが複数あり、現在審査中。アウトリーチ活動に関しても、2018年に実施予定で現在準備中。

### 6-1. シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
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	120	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
10/28	たかまつ空港祭り	高松空港	200	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
11/15-17	Inter BEE	幕張メッセ	200	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
11/17	Inter BEE	幕張メッセ	不明	ハングライダー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、プロハングライダー選手、Adobeの関係者と語ったトークショー。
11/18		東武宇都宮百貨店	100	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
11/28	Adobe MAX JAPAN	パシフィコ横浜	200	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
1/23-24	イベントJAPAN	東京ビッグサイト	70	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
2/18	石岡市観光物産展	東京シティエターミナル	30	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。
2/21-23	イベント総合EXPO	幕張メッセ	180	制作したハングライダーVRを用いた一般市民用の体験型イベント。

## 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、フリーペーパー、DVD
- (2) ウェブメディアの開設・運営、
- (3) 学会以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

## 6-3. 論文発表

- (1) 査読付き (   1   件)

●国内誌 (   1   件)

- ・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はハングライダー, パラ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.

●国際誌 (   0   件)

- (2) 査読なし (   0   件)

## 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)
- (2) 口頭発表 (国内会議   0   件、国際会議   0   件)
- (3) ポスター発表 (国内会議   0   件、国際会議   4   件)

- ・ Tajima, D. & Yoshida, T. (Tokyo Tech) (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. Oct. 2<sup>nd</sup>, 2017.

- ・ Nakamura, H.Kamiya, S. & Yoshida, T. (Tokyo Tech) (2017).

The social interaction and social presence of others using simultaneous eye tracking of two people, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan. Oct. 2<sup>nd</sup>, 2017.

- ・ Nakayama, T., Goto, Y., Hirano, N., & Yoshida, T. (Tokyo Tech) (2017)

Measurement of inattention in AR glasses wearers, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan. Oct. 2<sup>nd</sup>, 2017.

- ・ Kimura, S. & Yoshida, T. (Tokyo Tech) (2017)

Voluntary hand movement also accelerates visual awareness, Yamada Symposium 2017 on "Neuroimaging of Natural Behaviors", Tokyo, Japan. Oct. 2<sup>nd</sup>, 2017.

## 6-5. 新聞報道・投稿、受賞等

- (1) 新聞報道・投稿 (   0   件)
- (2) 受賞 (   0   件)
- (3) その他 (   0   件)

#### 6-6. 知財出願

- (1) 国内出願 (     0     件)
- (2) 海外出願 (     0     件)