令和元年度

学士論文

Paralogue

電気的筋肉刺激により腕に他者を寄生させる装置の制作と
身体を共有する主体間の関係性の考察

花形槙

慶應義塾大学　環境情報学部

学籍番号 71547223

2019 年 7 月 30 日

梗概

サイバースペースの広がりによって、我々の身体観は大きく変化している。我々の記憶機能はクラウドや検索ネットワークに代替され、テレコミュニケーション技術によって存在を拡散する。我々の意識は、生身の身体を越えてあらゆる形をとってあらゆる場所に出現する。そして、サイバースペースは物理世界に浸透しはじめ、IoT や AR などによって物理的なオブジェクトは徐々にネットワークに包摂されている。このような中で、我々は、自らの身体について、その表象を放棄して他のアバタを顔とするだけでなく、EMS(電気的筋肉刺激)や Exoskeleton 技術などによって、自らの身体の制御すらサイバースペースに公開し、より柔軟に身体を用い始めるようになるだろう。これらのことは、アルゴリズムや AI を含む様々な他者が我々の身体に入り込んでくることを示唆する。それは、ある同一の身体の中で複数の主体が同時に存在し、出会うことでもある。本プロジェクトで制作した Paralogue では、このような状況を考察するプロトタイプとして、生身の腕に他者を寄生させるという状況を作った。そこで交わされる身体を共有する 2 つの主体同士の言語的／非言語的なコミュニケーションを観察し、このような状況での寄生者／宿主の新たな関係性について考察した。

動画: *https://vimeo.com/293518056*

目次

1. 序論 **1**

1.1. 近年の身体観の変化 1

1.2. 近代以降の身体 1

1.3. サイバースペースにおける身体 2

1.4. 再び物理的な身体へ 3

1.5. 「ネイティブな意識」との出会い 6

2. 関連事例 **8**

2.1. 主体性が剥奪される身体 8

2.2. サイバースペースに拡がる身体 11

2.3. 他者化する身体 13

2.4. 自他が混在する身体 17

2.5. 本研究の位置付け 19

3. Paralogue **20**

3.1. システムデザイン 21

3.2. ハードウェア 22

3.2.1. EMS の制御回路 22

3.2.2. 前腕の筋肉と電極配置 25

3.2.3. 電流強度と腕の曲がり角度のスタディ 27

3.3. ソフトウェア 29

3.3.1. 遠隔通信 29

3.3.2. Lip Sync 30

3.3.3. Head Sync 31

3.3.4. キャリブレーション 32

3.4. 装具 34

3.4.1. カメラ・スピーカ・ケーブル 34

3.4.2. カメラ固定具 34

3.4.3. ウェアラブル化 36

4. 実践と考察 37

4.1. 一人称研究"的"記述 37

4.2. 長時間の試行 38

4.3. 継続的な試行 39

4.4. 考察 40

4.4.1. 反射と動作 40

4.4.2. 表象の共有 41

4.4.3. 強い共感 42

5. 発表機会 43

5.1. Augmented Human 2018 43

5.2. SFC デザイン系学生有志展"X-port" 45

5.3. Shibuya Innovation Week, "Open For Public"展 46

5.4. アジアデジタルアート大賞展 FUKUOKA 2018 48

5.5. 第 22 回メディア芸術祭受賞作品集収録 49

6. 結論 50

6.1. 21 世紀的身体とは何か 50

6.2. 今後の展開 50

7. 参考文献 50

8. 謝辞 54

1. 序論

1.1. 近年の身体観の変化

“サイバースペース”という語は 1984 年のサイバーパンク小説『ニューロマンサー』[1]の中でウィリアム・ギブスンが用いたことで知られる。以来、著しい勢いで広がるそれは SF の物語ではなく現実の我々の生活の隅々まで入り込んでいる。都市生活者のほとんどが常にネットワークに接続し、そこでの膨大な活動を通して自らの断片的な意識をサイバースペースに散在させている。例えば、我々はすでに、クラウドや検索エンジンによって記憶と情報を補完することなしに存在がままならない。このような状況では、「ある一つの物理的な身体に、ある一つの主体が矛盾なく対応する」という構図がもはや実感としても成り立たなくなっている。

1.2. 近代以降の身体

17 世紀の哲学者デカルトは、「我思う故に我あり」と記し、自律した精神とそれに隷属する物質としての身体の構図(心身二元論)を示した[2]。これは人間の自由意志の存在を示し、個人の自由を尊重する近代的な社会の基礎をなした。一方で物質としての身体という考え方は、科学の進展に伴い、ラメトリーやノーバートウィーナーの"身体や感情さえも化学反応の集合である"という機械論にも繋がる。しかし、このような考え方には、物体を持たない精神が身体とどのように相互作用するのかという疑問が伴う[3]。

20 世紀に入り、メルロ=ポンティは、身体を、思惟する主体と、物質世界が分割し難い形で受肉化したものだと捉えた（間身体性）[4]。世界を知覚する意識は、身体

の運動によってその対象を現前させる。身体の運動そのものが意識に対して知覚する世界を見せるのである。彼はこれを「世界の肉」といった。身体は、物質世界と思惟する主体の間に存在する断絶を埋め、意識を世界に対して埋め込むための媒介／インタフェースなのである。

この身体観をサイバースペースが広がる現代に照らし合わせる上で、マクルーハンは『メディア論』[5]において、メディアは全て人間の身体の拡張だといった。車輪はあし、本は目、衣服は皮膚、ラジオは耳であり、特に、コミュニケーションメディアは人間の中枢神経組織を拡張し、脳や神経を肉体の外部へ広げるものであるとした。ネットワークは、我々を様々な場所に同時に散在させる情報的な主体にしたが、マクルーハンはこのようなテクノロジーによって「全人類を自分の皮膚として纏っている」と表現した。

1.3. サイバースペースにおける身体

浅見克彦による『SF 映画とヒューマニティ』[6]によれば、ここから言えるのは、身体とは、メルロ=ポンティのいう世界の肉、すなわち意識を世界に対して埋め込むインタフェースであり、すなわちサイバースペースにおける身体とは、生身の身体に似たアバタばかりでなく、Google の検索窓であり、Twitter のスクロールするタイムラインなのである。意識はコンピュータとネットワークのシステムの環境に応じて特定の形態に転換され、サイバースペースの中で振舞うことができる。すなわち、21 世紀的身体とは、このように意識をサイバースペースに埋め込むためにいかようにも変形する、テクノロジカルなインタフェースそのものなのである。私はネットワークの一部でありネットワークは私の一部となる。そして各々の意識と身体は統一性を持たない存在として重なり合い、あらゆる自他の境界は薄れていく。

このような断片的な情報の瞬きのような身体は、現前した場において歴史的な固有性を持たず、常に現在を生きる匿名的な存在として存在する。近代的な主体性が削がれたそれはいわば"サイバースペースに散在する断片的な皮膚のような存在"（浅見克彦）である。そして、このような意識はサイバースペースにおいて、AI やアルゴリズムと並列に存在する。本稿ではこれらをまとめて”デジタル的な主体”あるいは”デジタル的な意識”と言うことにする。

1.4. 再び物理的な身体へ

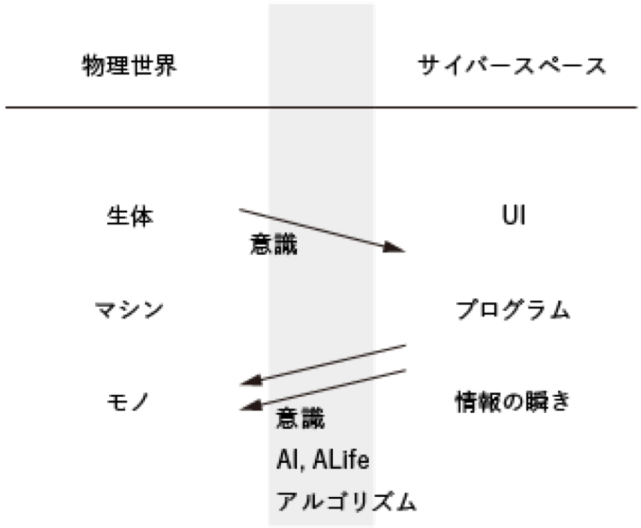

図 1-1 物理世界/サイバースペースにおける"身体"

IoT や AR などの技術の登場により、サイバースペースはあらゆる物質世界に染み出し、包摂する。我々の意識、及び、デジタル的な主体は物質世界においてもサイバースペースを媒介として自由に行き来できるようになり始めている。インターネット

に接続されたセンサやマシンを物理世界で振る舞うための新たな身体として、デジタル的な主体が物理世界に戻ってきたと言える（図 1-1）。

Exoskeleton(外骨格)[1]は人間の身体の外部に機械的なアームを取り付け、人間の動作を拡張することができる。また、EMS(Electrical Muscle Stimulation)[2]は、人間の筋肉に電気を流すことによって本人の意思とは関係なく収縮させることができる。これらのような技術によって、人間の身体動作までも制御可能にすることができる。つまり、生身の身体をもサイバースペースは取り込みうるのである。Pedro Lopes らなどによる EMS を用いたインタフェース群[7]はコンピュータによって制御された動作と人間の意思による動作が織り交ざる状況を提案する。ここで、メルロ=ポンティの行動的身体を思い出すと、不随意に動かされる身体によって知覚される世界はむしろ現実の皮膚よりも内側に後退していると言えるだろう。まさしくこれはサイバースペースが生身の身体の内部にまで侵食し、アルゴリズムが生身の身体を通して物理世界に現前した例に他ならない。

また、デジタル的な主体は人間的な文脈に基づいた振る舞いを行うことができる身体として現前することがある。ゲームにおけるキャラクターや、初音ミクや”バ美肉”[3]などのバーチャルアバタたちもまたそのような身体である。これらはサイバース

---

[1] 人体に装着される電動アクチュエーターや人工筋肉などの動力を用いた、外骨格型、あるいは衣服型の装置である。

[2] 電気的筋肉刺激。人間の身体の細胞 1 つ 1 つは微弱電気を発生しており（生体電気）、生命現象の維持、継続に不可欠な働きをしている。この生体電気は、筋肉や筋肉を支配する運動神経を電気（電流）で刺激すると、その筋肉は収縮するという現象を起こすことを利用して筋肉に電気的な他動運動をさせる手法。

[3]バーチャル美少女受肉またはバーチャル美少女セルフ受肉の略語。男性が女性の声とアバターを纏うこと、あるいは纏った上でバーチャルな美少女として、バーチャル空間で活動したり、バーチャル動画配信者として活動したりすることを指す。

ペースの中でシミュレートされた物理世界の文脈で機能する”肉”である。物理世界ではそれは、人型ロボットということになる。特に、テレプレゼンスロボットと呼ばれるものは、人間が遠隔地に対して物理的な存在や振る舞いを現前させることを目的としており、使用者の意識は別地においてロボットの身体を得て振る舞うことができる。

ここでも、生身の人間に対して外来的な主体が入り込み、その人間を介して人間的な振る舞いをする試みがなされている。” Chameleon Mask”[8] は生身の人間をアバタとし、顔にお面のようにモニターを装着させ、モニターに映る遠隔の他者がその人間を操作し、現地で振る舞わせる。また、” BioSync”[9] は腕の動きを、”electric stimulus to face”[10]は顔の表情を、EMS を用いて他者にコピーする。これらは一度デジタルに変換された意識が、物理世界において人間的に振る舞うために、再び生身の肉体に戻ってきた状況と見ることができる。このように、マシンにはないしなやかさや、デバイスの実装なしに"配慮"でき、また表象として不気味の谷を持たないアバタとして、人体は有用であると言える。

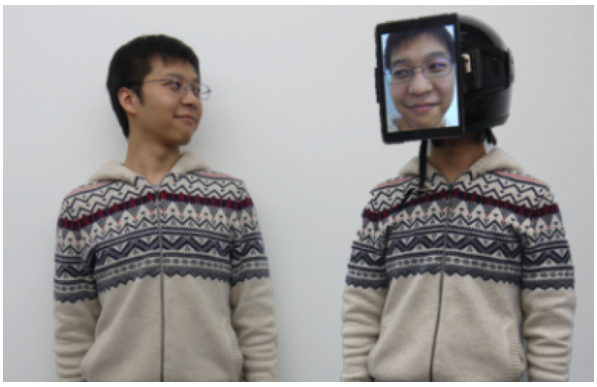

図 1-2 Chameleon Mask

1.5. 「ネイティブな意識」との出会い

ここで重要なのが、デジタル的な意識が生身の身体に宿ったとき、そこに在来する「ネイティブな意識」と対峙するということである。ネイティブな意識とは、生身の身体に物理的にもともと存在する身体とは切り離せない意識のことである。ネイティブな意識の視点から見れば、自他境界はより身体の内側に更新され、身体の内部において自他が混在し境界は曖昧なものになる。そこには、ネイティブな意識とデジタルな意識との自他境界の汽水域が生じる。そこにおいては、受動と能動が交差するような新たなインタラクションが発生しうる。

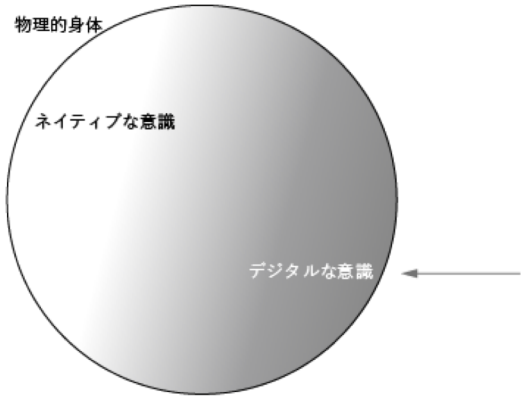

図 1-3 物理的身体内でデジタルな意識がネイティブな意識と混在する

例えば、”Chameleon Mask”では、モニターを被ってアバタ役となる人間の意識が「ネイティブな意識」であり、外来的な使用者の意識がその人に指示を出し、アバタ役は自らの欲求を抑えながらその指示に従うという葛藤が存在するはずである。さら

にこれは、このようなニッチな研究分野に限ったことではなく、日常的に存在する事象である。可愛いキャラクターの着ぐるみを着るおじさんは、子供たちに囲まれながらキャラクターらしい振る舞いを期待される。しかし、その身体の中では本来のおじさんとしてのネイティブな意識が確かに存在し、キャラクターとしての外来的な意識と葛藤する。これは役を演じる俳優にも言えるし、日々周囲の期待や規範に答えようとする我々自身もまたこのような葛藤を抱えている。しかし、この「ネイティブな意識の存在」、及び、「この２つの意識の葛藤」については、あまり注目されてはこなかった。ネイティブな意識はひたすらないものとされ、外来的な意識に成り代わることばかりが注目される。しかし、私は、この２主体の葛藤にこそ、サイバースペースが広がりを見せ、デジタルな意識が飛び交う現代において、新たな身体と意識の形を探る局面が隠されていると考える。

図 1-4 着ぐるみの中のおじさん

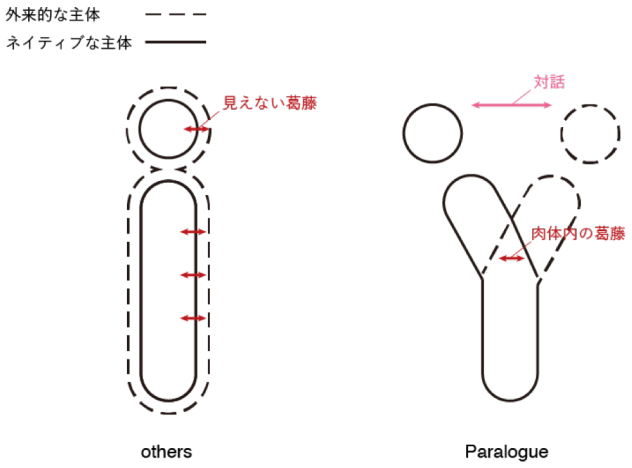

図 1-5 外来的な主体とネイティブな主体の構図

本論文では、生身の身体において、外来的でデジタルな意識を、「腕に宿らせる」という形で導入することで、同一の身体にいながらも、それぞれの主体性をある程度保ちながらそれぞれの意識を存在させる（図 1-5）。そして、これらの複数主体のコミュニケーションを観察することで、ネイティブな意識とデジタルな意識との混じり合うような新たな関係性がどのようなものであるかを探る。

2. 関連事例

2.1. 主体性が剥奪される身体

サイバースペースの広がりは、近代的な主体性や個人の尊厳を不確かなものにしつつあるが、このような中で、Stelarc による”Stomach Sculpture”[11]では、Stelarc 自身が開閉する機構を持つデバイスを口から飲み込み、自らの身体を、体内が環境とつながる、内部を持たない物体としての彫刻だと言った[12]。

図 2-1 Stomach Sculpture

また、Marina Abramovic による”Rhythm 0”[13]では、大小の鎖、ベルト、鞭、鳥の羽でできたはたき、ロウソク、拳銃など、72 個のさまざまな物体が用意され、鑑賞者はそれらから好きなものを手にして彼女の身体の上でそれを自由に使うよう指示された。彼女はこの間、自らを物体として、なされるままに徹した。このアクションは 6 時間続き、彼女は観客によって上半身が脱がされ、手にはポラロイド写真を握らされ、乳房に薔薇の花びらが貼られ、腹には赤い色で文字が書かれた。最後に、彼女が物の状態から主体へ戻り観客に向かって歩き出すと、観客は怯えて、

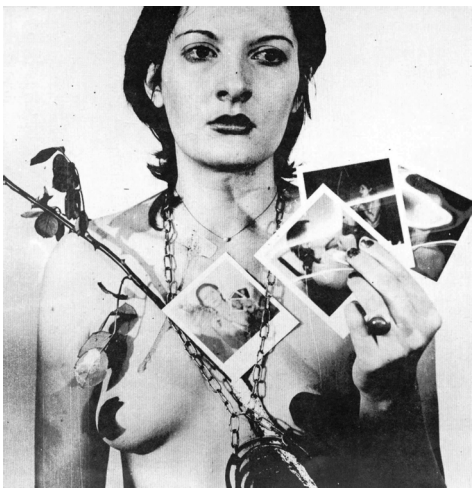

図 2-2 Rhythm 0

会場から逃げ出した。ホテルに帰った彼女の髪の一部は恐怖のあまり白髪になったと言われている。

さらに、Orlan による”Omnipresence”[14]では、彼女は自らの整形外科手術を全世界に衛星中継するというパフォーマンスを行った。ここでは、文化的／歴史的に美しいとされる顔立ちを彼女の顔に移植する。そしてそのオルラン自信の固有性は剥奪され文化的価値観としての美しさを待とう様を世界に晒すことで、外的な規範や価値観を内面化させられる身体を提示した。

図 2-4 Omnipresence

また、小鷹研理による「ボディジェクト指向」[15]は、自らの身体において視覚と”触れること”、”触れられること”がオーケストラのように完全に調和することによる、抜け出し難い身体の自己帰属性を外していくための試みである。指を鏡ごしに指を覗かせてそれを逆側の手でいじると、触覚は完全に同期するが視覚的に矛盾

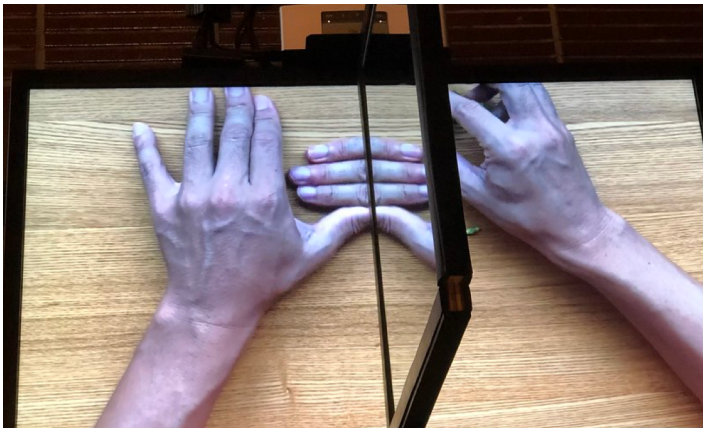

図 2-3 ボディジェクト指向

が生じ、自らの身体観に変調を及ぼす。このような実践を通して、最小な自分、「ミニマルなセルフ」を探求している。

これらの事例は、身体そのものを素材として浮かび上がらせ、逆にそこに生じる作家／体験者本来の主体の存在性を問うものだと言えよう。

2.2. サイバースペースに拡がる身体

我々の意識は、生身の身体を超えて拡張し、新たな身体を獲得する。模型の身体に対して自らの身体像を重ね合わせてしまう “Rubber Hand Illusion”[16] は有名な認知科学実験であるが、サイバースペースの広がりはさらなる意識／身体の広がりを生み出す。Rubber Hand Illusion 実験をバーチャルアバタに対して応用した “Full Body Illusion”[17] は、背後から自らの身体と同期して動く 3DCG の身体をヘッドマウントディスプレイ(HMD)越しにみる被験者が、自らの身体像をその CG オブジェクトに投影してしまうというものだ。これらの研究は異なる身体に対しても我々の認知がいかに柔軟に新たな身体性を獲得できるかを示している。

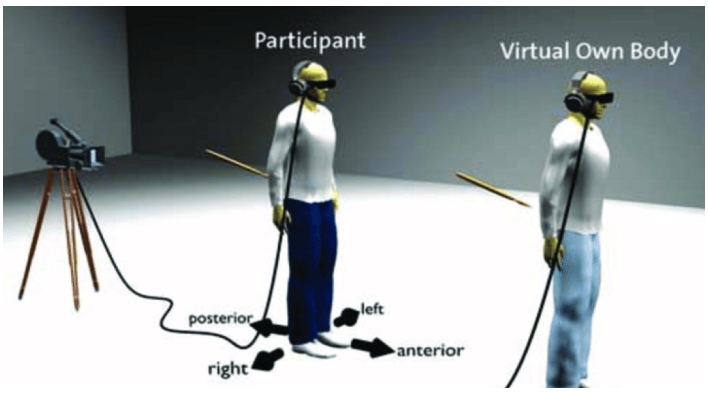

図 2-5 Full Body Illusion 実験の構図

さらに、ありえない形状の身体に対して自らの身体像を投影させる試みに、「えくす手」：”Metamorphosis Hand”[18]がある。体験者は、さまざまな形・色・動きに変化するバーチャルで異質な身体を獲得する感覚を得ることができる。

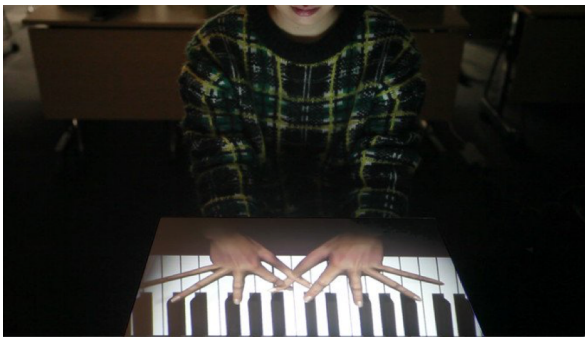

図 2-7 図 えくす手／Metamorphosis Hand

仮想的な身体のみならず、他の物理的な身体に自らを投影することが Telepresence[19]と呼ばれる分野で行われている。”Double”[20]は、遠隔の使用者の顔をモニターに映しながら車輪によって移動できるコミュニケーションデバイスである。また、”TELESAR V”[21]は人間の上半身を象ったロボットで、高精度なロボットアームによって遠隔から精巧な作業を可能にする。さらに、異なる身体に自らを宿すことは表象を変換する行為でもある。”Telenoid”[22]は人間の身体的特徴を削いだニュートラルな外面を備える Telepresence ロボットである。

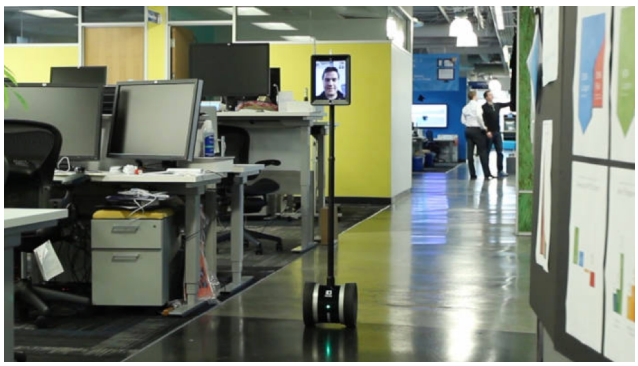

図 2-6 Double

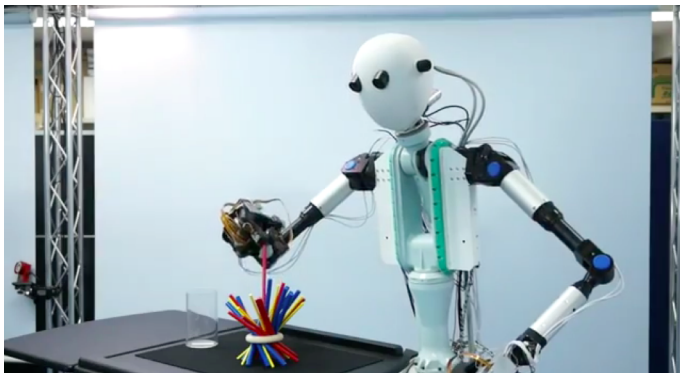

図 2-9 TELESAR V

図 2-8 Telenoid

2.3. 他者化する身体

エイリアンハンド症候群は、自己の意図とは無関係に上肢が動作してしまうなどで知られる運動障害であるが、意識がサイバースペースに広がり新たな身体を獲得するということは、逆に考えれば、獲得される側の身体は他者化されるということでもある。Stelarc によるパフォーマンス、”FRACTAL FLESH”は、彼自身の半身を EMS, 半身を Exoskeleton デバイスによって制御させ、それぞれを遠隔地の入力と接続する

ことで、彼の身体はサイバースペースを介して場所性と他者性を越えて複雑にハイブリッドされた存在となる[12]。

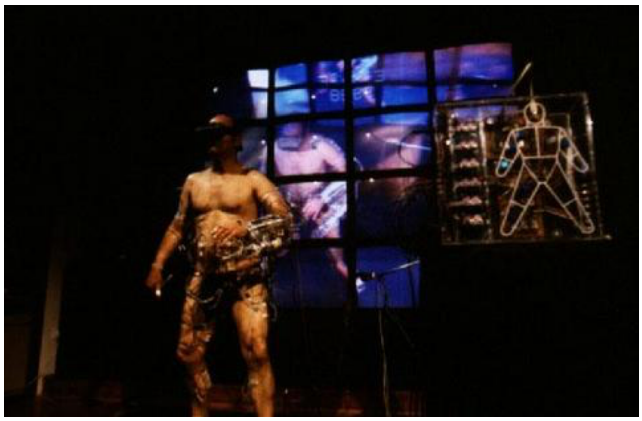

図 2-10 FRACTAL FLESH

このように、EMS や Exoskeleton などの技術は生身の身体を制御し、他者化する身体を我々に感得させる。” Possessed Hand”[23] は、使用者の腕に EMS デバイスを取り付け、手指を制御するシステムである。これにより、スキルのない使用者でも身体のなすがままに琴などの楽器を引くことができた。

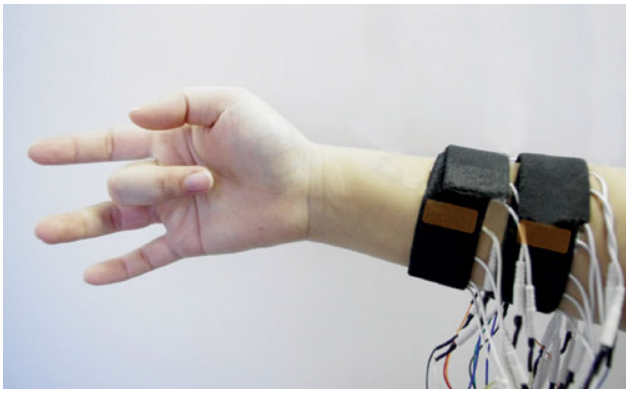

図 2-11 Possessed Hand

また、” A Novel Soft Exoskeleton Glove Inspired by the Forearm Muscle Structure”[24] では、空気圧制御の柔らかな人工筋肉による Exoskeleton 装置によって

手指の制御を実現する。

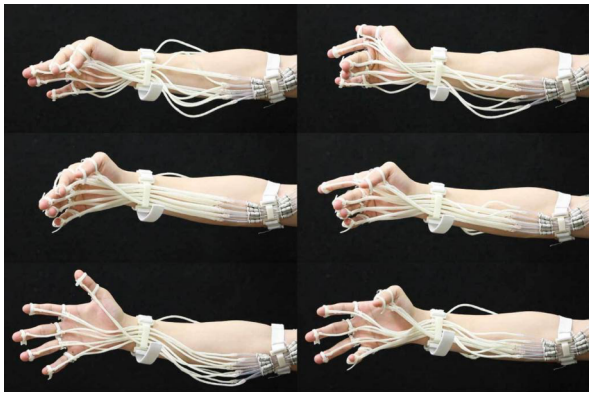

図 2-12 A Novel Soft Exoskeleton Glove Inspired by the Forearm Muscle Structure

その他にも、EMS を用いて描画行為を制御する ”Muscle Plotter”[25] や、歩行方向を制御する”Cruise Control for Pedestrians”[26]、身体を自動制御することでアフォーダンスを拡張する試み ”Affordance++”[27] などが存在する。

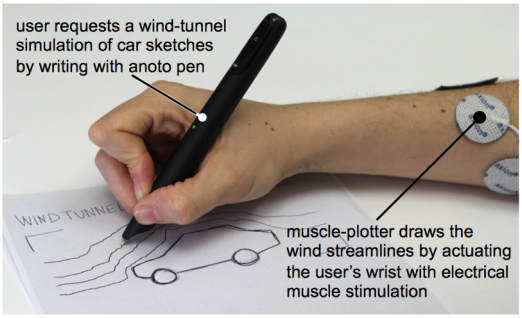

図 2-14 Muscle Plotter

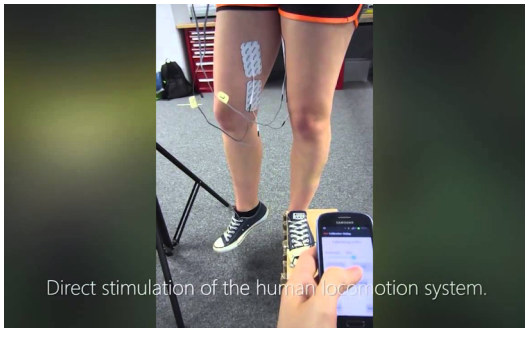

図 2-13 Cruise Control for Pedestrians

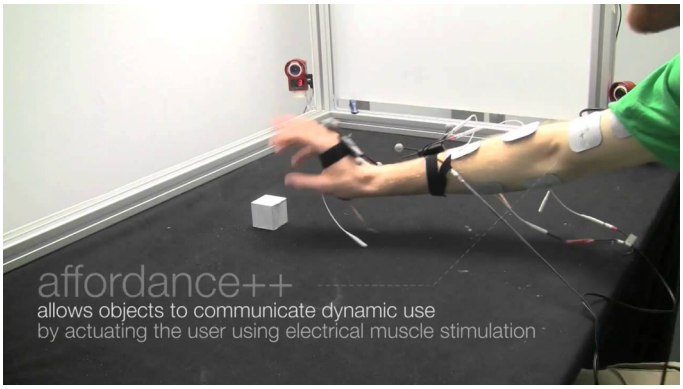

図 2-15 Affordance++

このようなアルゴリズムや機械的な操作によってうごかされるだけでなく、序論でも触れた”BioSync”[9] は、他者の腕の運動を自らにコピーすることができる。生体信号センサと EMS によって互いの腕の動きを同期し、互いの筋運動の状態を理解し合える。また、”electric stimulus to face”[10] は EMS 電極を顔に貼り付け、他者の表情をコピーする試みであり、制作者・真鍋大度が音楽に合わせて表情を操作する様子は当時の Youtube 上で大きく話題になった。そして、”Chameleon Mask”[8] は人間を遠隔の他者に成り代わらせ、身体全体を他者化する。

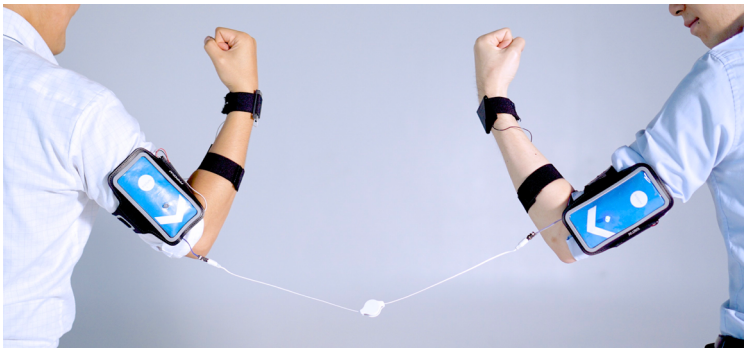

図 2-16 BioSync

図 2-17 electric stimulus to face

2.4. 自他が混在する身体

異なる主体によって制御される身体は、身体主であるネイティブな主体と制御主である外来的なデジタル的な主体とが同時に存在する身体でもある。つまり他者化した身体は必ず自他が混在する身体でもある。 ”TEROOS”[28] は肩乗りのロボットに対して遠隔の他者が入り込むテレプレゼンスロボットであるが、ロボットを肩に装着した人と遠隔の他者が同時に主体性を保ちながらコミュニケーションをとる。

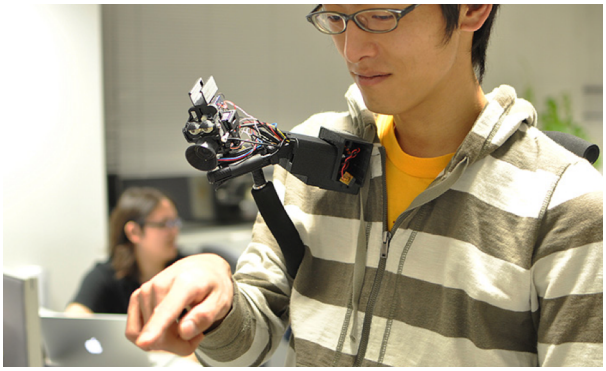

図 2-18 TEROOS

Stelarc による”Third Hand”[29]は、機械の腕を 3 本目の腕として装着し、その腕とともに協働して文字を書くなどを行うパフォーマンスであり、補填ではなく拡張としてのプロテーゼによって他者(機械)と協働する身体を示した。

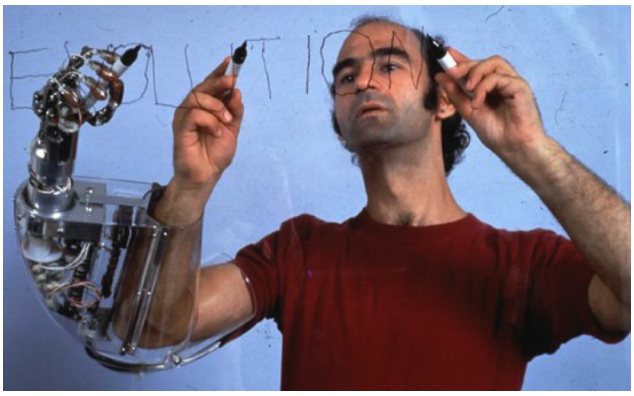

図 2-19 Third Hand

また、Abramovic と Ulay は ”The Other” というユニットを組み、２人は同じ服を着て、同じように振る舞う生活を行いながら、互いに弓矢を向かい合うように構え、Ulay のもつ矢は Abramovic に向けられ、Ulay の指先のほんの少し動きで、簡単に矢は Abramovic の命を奪いうる…というパフォーマンス“Rest Energy”[30] などを行った。彼らは互いに深い信頼関係を結び、互いの個々のアイデンティティが小さくなっていった結果、彼ら自身を「２つの頭を持った一身」であると表現した。

図 2-20 Rest Energy

図 2-21 「2 つの頭を持った一身」（パフォーマンス"Relation in Time"より）

2.5. 本研究の位置付け

このような中で、本作 Paralogue では、サイバースペースの広がりに浸された生身の身体において自他が混在する状況にフォーカスし、それぞれが主体性を保ちながらコミュニケーションし、肉体的刺激を感得し合うシステムを設計する。デジタル的な主体とネイティブな主体の構図を顕在化させ、それにより見えてくるこの 2 主体間の新たな関係性について考察していく。

3. Paralogue

デジタル的な主体を生身の肉体に呼び込み、そこでネイティブな主体と対峙し、葛藤する様を顕在化させる上で、図 1-5 のように、２つの頭を備えた状態を作ることで、身体を共有しながらもある程度互いに主体を保つことができる。これにより言語的な対話と非言語的、肉体内的なやりとりをパラレルに作り出すことができる。その上で、「手腕」において、頭—首と手—手首の関係が相似的であり、手を頭に見立てることで、実際の頭の動きを最も表現しやすい身体部位であり、文化的にも”狐のジェスチャ”など手で顔を表現する手遊びがある。したがって、遠隔の他者の頭の動きを EMS によって手首の動きに変換し、声を”狐のジェスチャ”の口部分(中指と薬指)を上下させる動きに変換することで振る舞いを腕に再現する。そして、スピーカとカメラを指に装着することで、遠隔の相手と視聴覚情報をやりとりするという構成を組んだ。これによって、他者の振る舞いは腕に「寄生」する。

図 3-1 Paralogue における 2 主体の構図

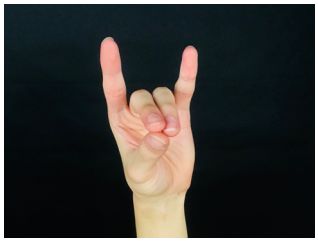

図 3-2 狐のジェスチャ

“Paralogue”は、”para-(寄生の)”+”-logue(対話)”からなる造語であり、この装置によって、使用者は自らの腕に対して他者を「寄生」させながら、腕を他者に見立てることで対話することができ、一方で、身体を通して身体内的な刺激を感得することができる。本稿では、寄生する側を寄生者（Parasite)、寄生される側を宿主（Host）と呼ぶ。

3.1.　システムデザイン

このような状況を実現するための構成を説明する。遠隔の寄生者は HMD とヘッドフォン、マイクを装着し、そこでセンシングされる寄生者の頭の姿勢値（Quaternion）と声の音量の値が、宿主が腕に装着する EMS デバイスの電流量の値に変換され、それぞれ手首の動きと指の動きに変換される。また、宿主はカメラ、マイク、スピーカを手に装着しており、寄生者の声がスピーカから流れるとともに、そのカメラ、マイクが捉える腕周囲の視聴覚情報は寄生者の HMD に送られる。このような構成によって、遠隔の寄生者の振る舞いが宿主の腕の動きに変換され、腕の周囲の状況を寄生者が認識する。

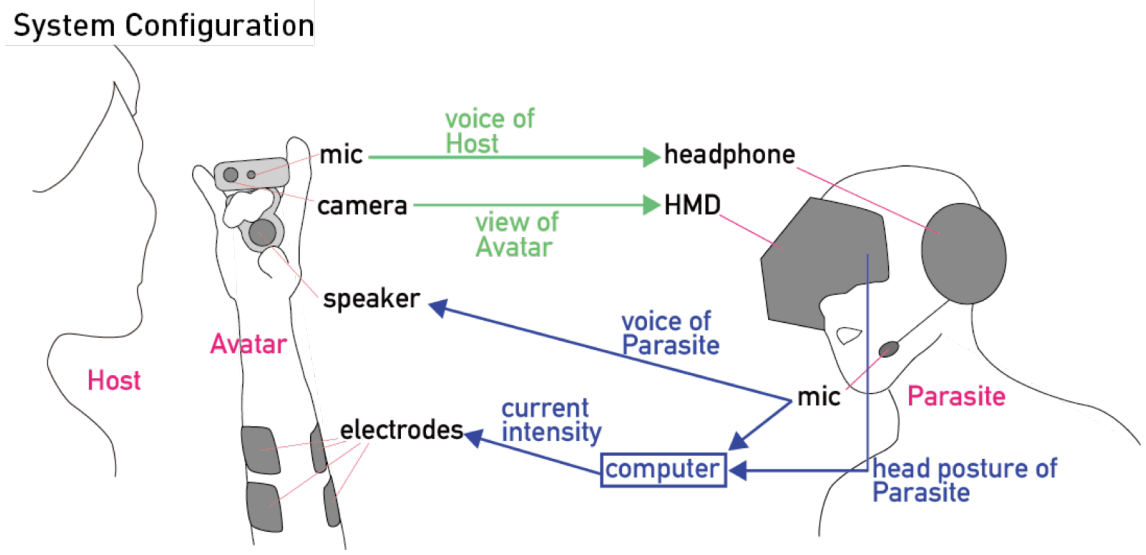

図 3-3 システム構成

次項からは、大きく分けてハードウェア：EMS によって宿主の腕に 5 つの動き：口を動かす動き、頭の 4 つの動き（頷く、見上げる、傾げる、横を向く）をどのように

実現するか、及び、ソフトウェア：寄生者の動作と声の入力データをどのように取得し電気刺激に変換するかということについて説明する。

3.2. ハードウェア

3.2.1. EMS の制御回路

手首、および手指を動かす筋肉は、前腕の付け根に集中しており、その部位に EMS の電極を貼り付け、そこに流す電流量を調整することで手腕を操作する。市販の EMS デバイスである”TNS SM 2”[31]は筋肉のマッサージおよびリハビリテーションに用いられる機器である。このデバイスの EMS 電圧は、装着者が痛みを感じにくい 2ms 幅の交流パルスによって供給される。

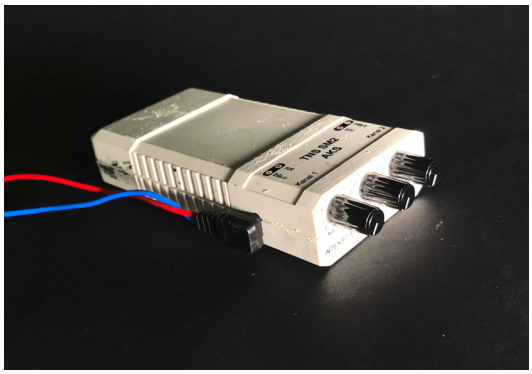

図 3-4 TNS SM 2

このデバイスから伸びる 2 つの電極の間に、PC から制御可能な可変抵抗の役割をなすモジュールを挟むことで、腕に供給される電流量を制御している[32]。このモジュールは、可変抵抗の役割をなす 2 つの MOSFET からなる交流スイッチ[4]と、MOSFET の入力を制御するためのフォトカプラからなる 分圧回路から構成される。そして、フォトカプラの入力電圧を Arduino NANO の pwm pin から制御することによってプログラムから腕への電流量を制御できる。

[4] MOSFET を 2 つ組み合わせ、MOSFET 間の電圧を操作することにより、交流電源の ON/OFF を行う回路。

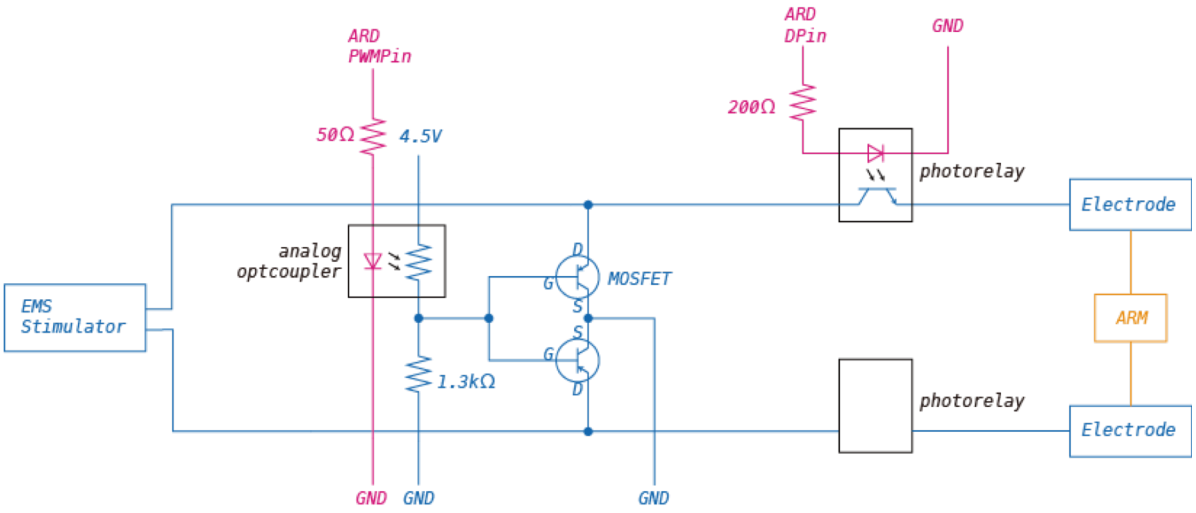

図 3-6 回路図

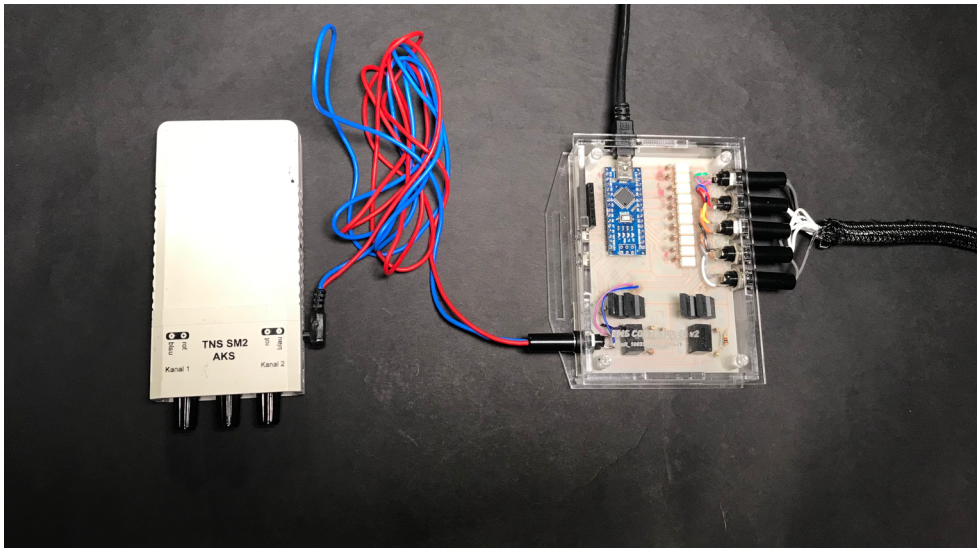

図 3-5 実際の EMS デバイス－基盤－電極／PC の結線

また、複数箇所の筋肉への刺激を行うために、ある電極に電流が流れる際に他の電極と回路を切る必要がある。そのために各電極の根元にフォトリレーを挟み、印加しない電極をオフにする制御を行う。

最終的には、分圧回路と交流スイッチからなる部分 1 つから、フォトリレーと電極からなる部分が 5 つに分岐し、5 種類の動作を担う。従って、これら 5 種類の動作を担う電極に対して同時に電流を流すことはできず、リアルタイムで入力値からフォトリレーを動作させることによって 5 種類の動作を切り替える。

実際の基盤は、Eagle[5]によって回路図を基盤切削機用のスケッチに起こし、それを LPKF Plotmat という基盤切削機で銅板を削りだして制作した。

[5] Autodesk 製電子回路 CAD ソフト。

3.2.2. 前腕の筋肉と電極配置

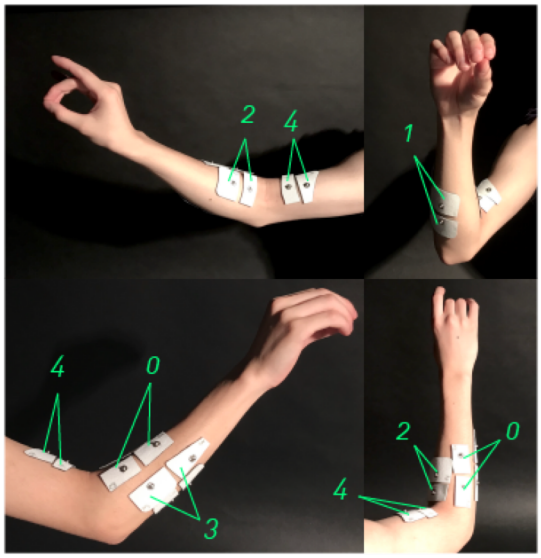

図 3-7 電極配置（外向き）

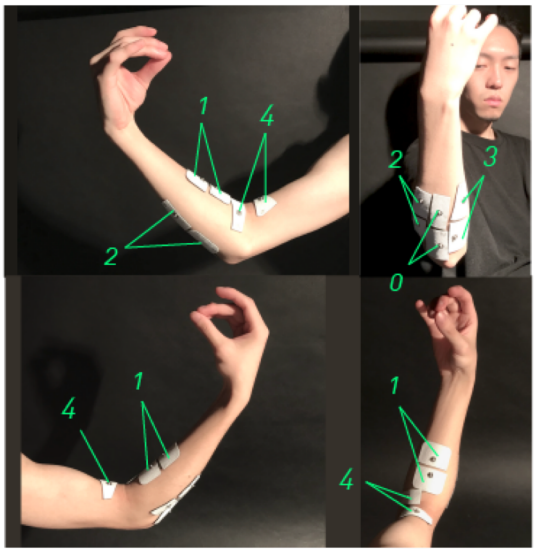

図 3-8 電極配置（内向き）

Paralogue で用いる 5 つの腕の動きを実現するための前腕の筋肉及び、EMS 電極の貼り付け位置について説明する。寄生者の声をアバタ（腕）の「口」にあたる中指と薬指の上下運動に変換することを Lip Sync、寄生者の頭の動きを、宿主の腕の「首」にあたる手首の動きに変換することを Head Sync と呼ぶ。Head Sync には「頷く」「見上げる」「傾げる」「横を向く」の 4 つの動作がある。

図 3-7、図 3-8 のように電極を配置する。電極配置はアバタの顔を外側に向ける場合と内側（宿主の顔側）に向ける場合とで少し異なる。それは、腕を捻ることで内部の筋肉と皮膚との位置関係がずれるためである。

Lip Sync における 2 指の掌背屈運動を司る筋肉は、前腕の長掌筋(palmaris longus muscle)と呼ばれ、それに最も近い皮膚表面の箇所に電極を貼る（電極配置 0 番）。Head Sync の 4 つの動作のうち、「頷く」動作は手首を掌屈させる動作によって表現する。これには腕橈骨筋(brachio radialis muscle)と呼ばれる筋肉に電流を流す（電極配置 1 番）。「見上げる」動作は手首を背屈させる動作を、橈側手根屈筋(flexor carpi radialis muscle)と呼ばれる筋肉を収縮させることで表現する（電極配置 2 番）。「傾げる」動作は手首を尺屈させる動作を尺側手根屈筋(flexor carpi ulnaris musble)を収縮させることで行う（電極配置 3 番）。最後に、「横に向く」動作は、アバタが外向きの場合は回外する動作を回外筋(supinator muscle)を、内向きの場合は回内する動作

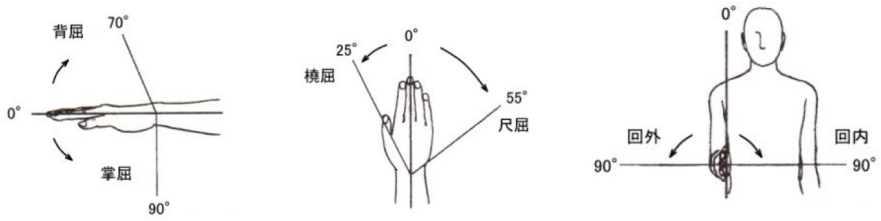

図 3-9 前腕の曲げ方向の名称

を円回内筋(pronator teres muscle)を収縮させることで行う（電極配置 4 番)。筋肉の構造上、橈屈（逆側へ傾げる動き）と、アバタが内向きの時の回外、外向きの時の回内の動きが小さいため、このプロトタイプではこれらの操作は行わないこととした。

3.2.3. 電流強度と腕の曲がり角度のスタディ

ここで、5 種類の動きがどのような電流の時にどのように動くかを筆者の腕において観察した。しかし、電流に対する筋肉の鋭敏さは個人差が大きく、またその日のコンディションによっても異なるため、数値はあくまで参考値である。

図 3-10 図 3-11 は、ある強さの電流を流した直後の腕の曲がり角度を示している。白線が基準となる手の部位の角度、赤線が初期位置の角度、緑線が初期位置から変化した角度を示している。例えば、図 3-10 では、基準線を親指の付け根から先のラインに取り、中指の第 2 関節から第 1 関節にかけてのラインの変化（赤線と緑線の角度）を観察する。ここからは、綺麗に正比例して角度が電流に対応しておらず、ある電流の帯域で大きく変化が生じることがわかる。また、「見上げる(図中 backward(hand))」動作は比較的弱い電流で最大値に達し、「傾げる(図中 sideways)」動作は比較的小さな電流でも鋭敏に反応する。逆に、「頷く(図中 forward)」や「横を向く(図中 twist)」は曲がり始めるまで比較的大きな電流を要する。

さらに、図 3-12 では、Lip Sync 動作においての最小の反応電流量である、22.5mA を流し続けた際の時間と角度の関係を示している。これは、微弱であっても電流を一定時間かけ続けると大きく腕が曲がるということである。

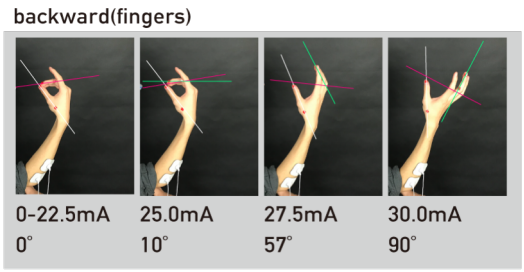

図 3-10 電流強度と Lip Sync 動作の角度の関係

図 3-11 電流強度と Head Sync 動作の角度の関係

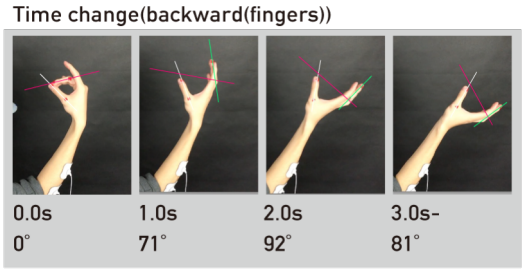

図 3-12 一定電流を流し続けた時間と Lip Sync 動作の角度の関係

3.3. ソフトウェア

3.3.1. 遠隔通信

寄生者の HMD およびヘッドフォン／マイクからの入力値はネットワークを介して宿主側に送信するため、共同制作者・古田克海による Web アプリケーション”Live-Sync”[33]を用いる。

宿主側と寄生者側のアプリケーションがあり、両者のアプリケーションは WebRTC[6]によって”Peer to Peer”で接続されている。寄生者は RTCDataChannel API を用いて、ジャイロセンサを利用した頭の姿勢を表す"quaternion"データを送信し、さらに MediaStream API を用いて音声のデータを送信する。

宿主側は手の先に装着したカメラとマイクを通して、音声と映像のデータを MediaStream API を通じ寄生者側へ送信し、RTCDataChannel API から来た quaternion データを WebSocket を利用して node.js アプリケーションへと送信し、OSC のデータに変換される。これらは、WebRTC が動くブラウザ上で利用可能で HMD(Oculus Go)や SmartPhone から接続することが可能である。

[6]ウェブブラウザやモバイルアプリケーションにシンプルな API 経由でリアルタイム通信（real-time communication; RTC）を提供する自由かつオープンソースのプロジェクトである。ウェブページ内で直接のピア・ツー・ピア通信によって、プラグインのインストールやネイティブアプリのダウンロードをせずに、ウェブブラウザ間のボイスチャット、ビデオチャット、ファイル共有が可能になる。

3.3.2. Lip Sync

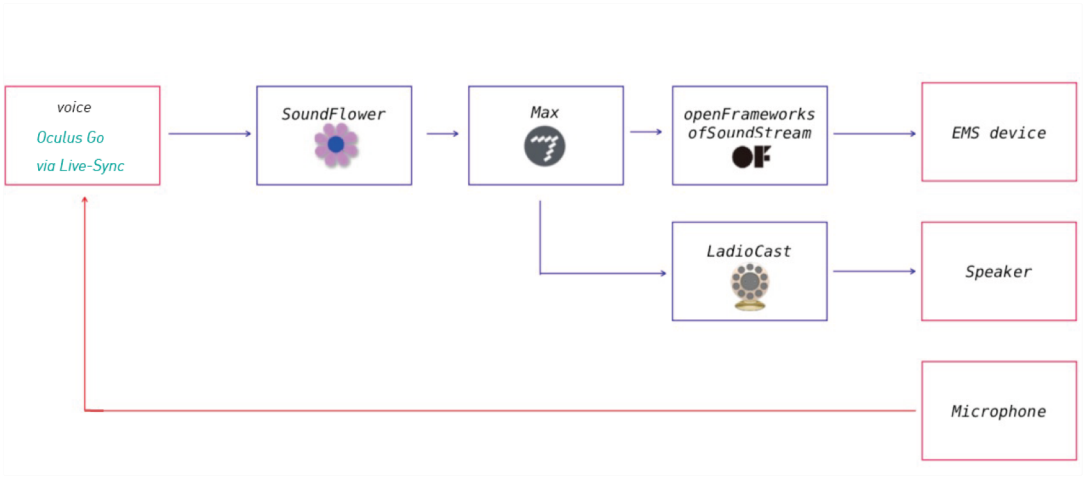

図 3-13 サウンド処理のフロー

Lip Sync の処理は、Ladio Cast[7], SoundFlower(SF)[8]、Max、openFrameworks(oF)からなるソフトウェアによって行われる。Live Sync から入力された音声は内部音源として SF(2ch)を通して内部音源として Max に送られ、そこでボリュームの値に変換された数値は OSC によって oF のプログラムに送られる。そこで、後述のキャリブレーションによって設定した範囲で Arduino NANO に送る値に変換し、Firmata 通信によって Arduino NANO の pwm pin にその値を入力する。

---

[7] Mac OS X 上で動作するインターネットラジオ放送ソフトウェア。4 イン/4 アウト/4 バスのミキサーを装備し、入力デバイスから出力デバイスへオーディオデータを自由にルーティングが可能。

[8]入力と出力ともに対応した仮想オーディオデバイス。2ch と 64ch がある。PC に入力した音声を内部音源として扱える。

一方で、Max に入力した音声に 100ms ディレイをかけて SF(64ch)を通して Ladio Cast に送り、そこからスピーカに出力される。筋肉が電流を流してから 100ms ほど遅れて反応するため、音声と腕の振る舞いが同期するように音声をその分だけ遅らせてスピーカから流している。

また、ボリューム値を Arduino の pwm 値に変換する際、入力された音量は激しく変化するため、EMS の電気刺激を安定させるために、過去 20 フレームの平均値をとって滑らかな波形にした。また、電流を流し続けると弱い電流量でも筋肉が大きく収縮してしまうため、9 フレーム以上電流が印加されると一度値を最小にするという処理を加えることで、より自然な口の動きのジェスチャを実現した。

3.3.3. Head Sync

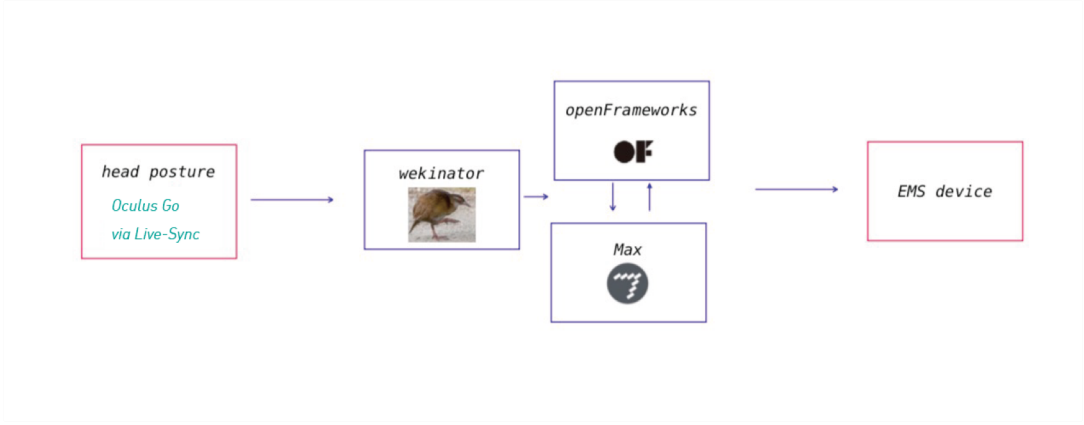

図 3-14 quaternion データ処理のフロー

Head Sync は、wekinator[9]、oF からなるソフトウェアによって行われる。Live Sync から OSC で送られてくる 4 つの quaternion 値を機械学習アプリケーションであ

[9] OSC 入出力に対応した、簡易的な機械学習アプリケーション。

る wekinator に入力し、「頷く」「見上げる」「傾げる」「横を向く」の 4 パターンに 0.0〜1.0 の確度で分類する。その 4 値を OSC で oF のプログラムに送り、動作の種類によって、電流を流す電極を切り替えるための high/low の値を Arduino NANO の digital pin に、また、0.0〜1.0 の確度値を電極に流す電流の強度の値に変換して Firmata 通信で Arduino NANO の pwm pin に送信する。

3.3.4. キャリブレーション

寄生する人によって頭の動作が異なり、また寄生される腕の筋肉によって流すべき電流強度は異なる。同じ人間であっても体水分量などのコンディションで変化する。そのため、Max によって、入力される値と電流量との対応関係をキャリブレーションするための UI を作成した。

図 3-15 キャリブレーション用 UI

手順：

1. 図 3-15 左上の MODE ボタンで TEST MODE にし、左下の CH ボタンで電流を流す電極を選択し、Test Value バーで流す電流強度を最小にする。

2. Test Value バーの値を徐々に上げていき、腕の筋肉に電流を感じた瞬間の値を最小値、腕の筋肉が十分収縮した瞬間の値を最大値として、5 つの CH 分試す。（Test Value を最大にしても筋肉が十分収縮しない場合は、EMS デバイス自体の強度を上げて調整する。）

3. 中央の CH RANGE/RATIO バーで、Test Value バーで測ったそれぞれの CH での最大最小のレンジを設定する。バーの隣にある Bang ボタンを押すと、適用される。

このようなキャリブレーションを経て CH RANGE/RATIO バーで設定されたレンジは、OSC で oF のプログラムに送られ、そこで wekinator と Max から送られる値を腕への電流強度の値にマップする際に、最大・最小値として機能する。

3.4. 装具

3.4.1. カメラ・スピーカ・ケーブル

使用するカメラは小型で広視野のもの、スピーカもある程度小型で、人の声くらいの音量を出せるものを選んだ。ケーブルは多くなったので束ね、装着した時に目立たぬよう黒く塗った。

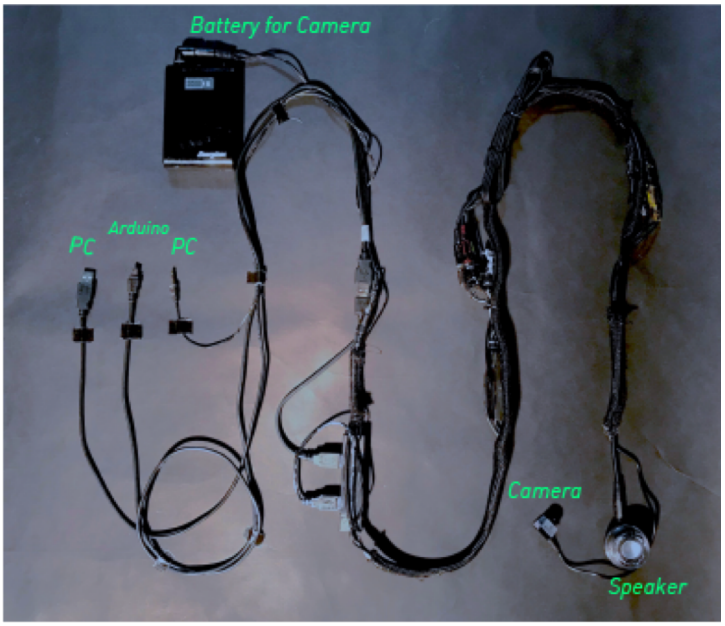

図 3-16 カメラ・スピーカ・ケーブル

3.4.2. カメラ固定具

カメラの固定具として、手の向きに対して適切な視界が得られるように固定できるアームを設計した。Rhinoceros でモデリングし、Form 2 という光造形の 3D プリン

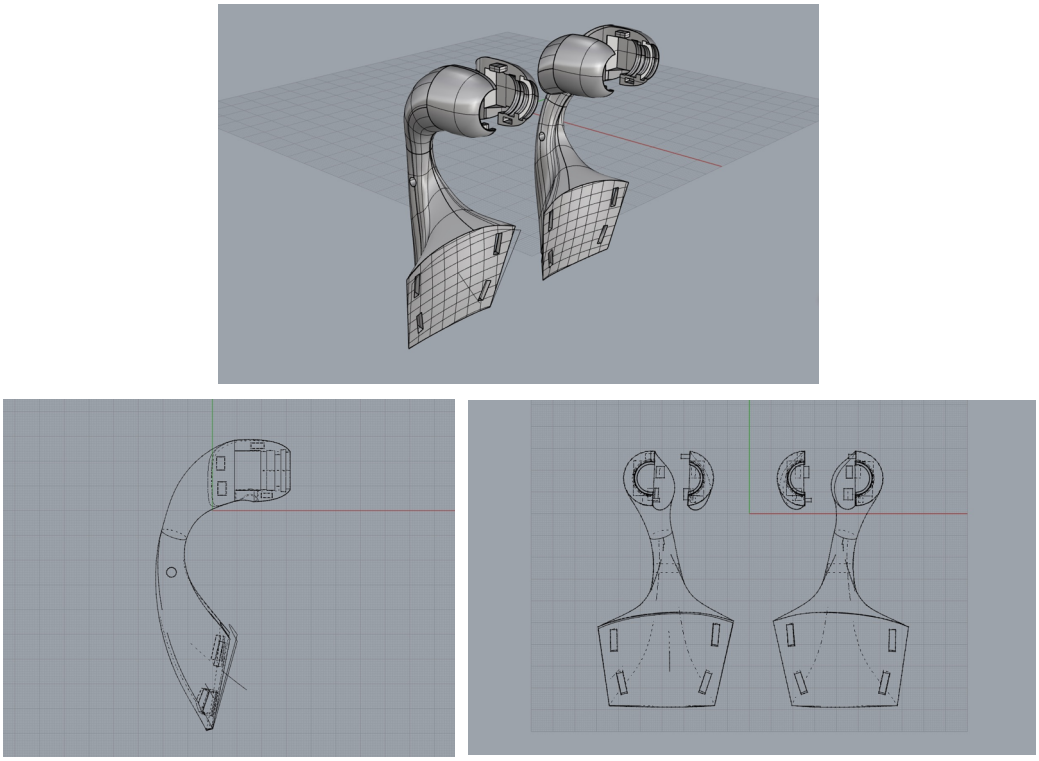

図 3-18 カメラ固定具 (Rhinoceros)

図 3-17 カメラ固定具 (造形済)

タで出力した。手の甲に特殊メイク用のシリコン(Dragon Skin)を用いて、アームを貼り付けることで、手そのものの外観が壊れないよう配慮した。

図 3-19 Dragon Skin による接着

3.4.3. ウェアラブル化

宿主がある程度動けるように、EMS 制御基盤、EMS デバイスなどを体に装着するための装具を制作した。ゴム紐を基盤に通し、体に巻きつける形態をとり、ケーブルが外れずに肩を回せるように、肩口から配線を通すような形をとった。

図 3-20 基盤・ケーブルの装着

4. 実践と考察

本論文において最も重要な本章では、Paralogue が生み出す新たな関係性を探るために、制作者自身がこのデバイスを実践し、そこでの私自身の感覚を記述することを通して、同一身体に複数の主体が共存する状況特有の関係性について考察していく。

4.1. 一人称研究”的”記述

一人称研究とは、諏訪正樹氏によって提唱された客観的データによらない当事者による記述方法である[34]。

> *知の一人称研究とは、あるひとが現場で出逢ったモノゴトを、その個別具体的な状況を捨て置かずに、一人称視点で観察・記述し、そのデータを基に知の姿についての新しい仮説を立てようとする研究です。一人称視点で観察・記述する対象のモノゴトとは、どのような意志をもって、からだを使ってどのように環境に働きかけ、環境にはどんな変容がもたらされ、自分は環境のどんなことに新たに気づき、自分の考えはどう影響を受けたか、そして、自分にはどんな新しい意図や目的が生まれたか、などです。要は、自分のからだや意識と、環境のあいだに生じる相互作用を記述するのです。*
> *(諏訪正樹, SuWatch[35], 2016)*

私は Paralogue が生み出す新しい関係性を発見していく上で、多数の被験者に対して短い期間と時間で試し、客観的で第一印象の域を出ないデータを集めることよりも、主観的であっても、継続して特定の使用者(花形・古田)が Paralogue に熟練し、慣れや様々な状況を体験することを通して考察することで、新たな関係性を発見することに繋がると考えた。本論文で行った試行回数や期間は、諏訪氏が想定する期間には及んでいないため、ここでは一人称研究”的”記述という表現に留めておく

4.2. 長時間の試行

展示という場を利用し、Paralogue を長時間実践することを行った。”Shibuya Innovation Week”内の”Open For Public”という展示プログラムにて 2018 年 9 月 15 日、16 日の 2 日にわたりそれぞれ 5 時間ずつ実践を行った。この展示では、私の腕に共同制作者の古田が寄生し、来場者／私／私の腕(古田)の間で会話やディスカッションを行うという構成であった。ここでの私自らの感覚を展示終了後に記述した。来場者との議論とフィードバックについては後述する。

図 4-1 Open For Public, Shibuya Innovation Week

4.3. 継続的な試行

私と共同制作者・古田の間で、Paralogue によるコミュニケーションを 2019 年 1 月 11 日から 2 月 9 日の約 1 ヶ月間に 45 分程度の試行を週 2 回程度、計 9 回行った。私と古田それぞれにおいて、試行中に適宜メモを取りつつ、これらの試行は動画に納め、その録画を見ながらその時の感覚、およびその動画を見ての感覚を記述した。

図 4-2 継続的試行の様子

4.4. 考察

4.4.1. 反射と動作

Paralogue による対話において、上腕や肘などの操作は完全に身体の持ち主(宿主)のものであることや、Paralogue デバイスの性能の制約として、「横を向く」動作などが片方にしかできないことなどがある。従って、宿主は円滑な対話をする上で、身体を寄生者のために意識的に動かすことが必要になる。宿主(ネイティブな主体)にとって、基本的には、身体を動かすことは、意識的な動作であり、動かされることは、EMS による反射的な動作である。しかし、試行をするにつれ、動かす／動かされるの混在がみられた。

> *彼(腕)の向きを決める際に、完全に自分のエゴで動かして居る感覚というよりは彼が向きたい方向を無意識的に察して動いていて、EMS でもないが、自分で動かして居るという感覚が薄かった。これは、自分の中に構築して居る彼の像によって動かされて居るような感覚であった。(花形, 2018 年 1 月 13 日)*

この「無意識的な配慮」というべき行為が動かすことと動かされていることの区別を曖昧にしている感覚があった。性能の制約がこのようなことを誘発しているのは確かだが、ここからは、同一の身体を 2 つの主体がそれぞれの相手の動きを無意識的に察し合いながら相手のための動作と自らのための動作を混在させながら動かし合うという構図が見えてくる。

一方で、長時間試行を行うと、腕に対する他者感が強まり、反射的な動作が優勢になるということがあった。

> *展示の最後には、私の指先はずっと上に上げていたせいで冷たくなり、感覚も乏しくなっていた。5 時間にわたる試行は、自分の手を動かさないことに慣れるには十分であり、私の腕はすでに自分で動*

かすよりも古田くんに動かされるための器官であるという自覚を持ち始めているように感じた。(花形, Open For Public, 2018 年 9 月 16 日)

4.4.2. 表象の共有

また、Paralogue は手を寄生者の頭部(顔)に見立てるが、このことは、寄生者の持つ外見的特徴を剥奪し、宿主の性格をまとうことになる。

なんだか、自分の手の形に対して「古田くんらしさ」みたいなものを感じる時があった。私は手が小さくて細い方だが、この少し小さめで細めの手の感じが古田くんのものである感覚があった。(花形, 2019 年 1 月 15 日)

自分の手が華奢なのもあって、彼が基本的にかわいい存在に見えている。(花形, 2019 年 1 月 17 日)

自分の手を通して筧先生と対話してみると、対面で話すよりも緊張せず、親しみやすさを覚えた。(花形, 筧先生(寄生者)との会話, 2019 年 1 月 22 日)

表情がわかんなくて、マスコットとして見られて、緊張しない。(芳賀, 第 3 者"芳賀"を含めた会話, 2019 年 1 月 31 日)

このように、宿主の身体的特徴は寄生者の印象に影響を及ぼすことを感じる。また、寄生者が、宿主の社会的な印象を借りて存在している感覚があるということを言っており、少なくとも寄生者については、普段とは全く異なった存在—身体的な印象や表象、社会的な存在感といったものが宿主と混じり合った存在—としてそこいると言える。

4.4.3. 強い共感

Paralogue を用いた対話においては、お互いの身体を共有しているという状態がおきている。そのため、宿主が、寄生者の動きや声を筋肉の動きとして知覚することと、それを自らの手の形として表現されることの区別がない。すなわち、知覚(Input)と表現(Output)が混在する状況が起こる。このような中で、

> *古田くんが話すことに対して、神経的に認識させられることで、彼が話す言葉について、久保田が話しているときよりも注意を払っていた。(花形, 第 3 者"久保田"を含めた会話, 2019 年 1 月 13 日)*

> *彼が「う〜ん」と考えている時の動作とか、小さい声が筋肉の微弱な痙攣となって伝わって来て、黙り込んでいる時も、存在を感じた。いるなあという感じがとてもした。(花形, 2019 年 1 月 15 日)*

> *芳賀の話を聴きながら、古田が「う〜ん」とか言っているのが、わかって、一緒に聴いている！という感覚がとても強い。(花形, 第 3 者"芳賀"を含めた会話, 2019 年 1 月 31 日)*

> *絶対に一人じゃない感。(古田, 第 3 者"久保田"を含めた会話, 2019 年 1 月 13 日)*

このように、寄生者の身体動作が神経的に伝わる、特に、小さな声や動作が伝わることは互いに強い共感を産んだ。また、長時間の試行でも、

> *来場者がおっしゃる様々なことについて、私が頷いたときに古田くんが頷いたり「確かに」などとつぶやくと、とても安心するし、古田くんが同意したり発した意見に対しては、特に共感する感覚がある。彼を見ることなく、彼の動きや声を筋肉の動きとして感じることは、私と彼が 0.8 と 0.8 ずつの主体として重なり合って存在しているかのような感覚を喚起する。(花形, Open For Public, 2018 年 9 月 16 日)*

という感覚があった。

5. 発表機会

5.1. Augmented Human 2018

2018 年 2 月 11 日、Seoul National University にて行われた”ACM Augmented Human Conference 2018”にてポスター発表を行った。

図 5-1 Augmented Human 2018 Poster Presentation

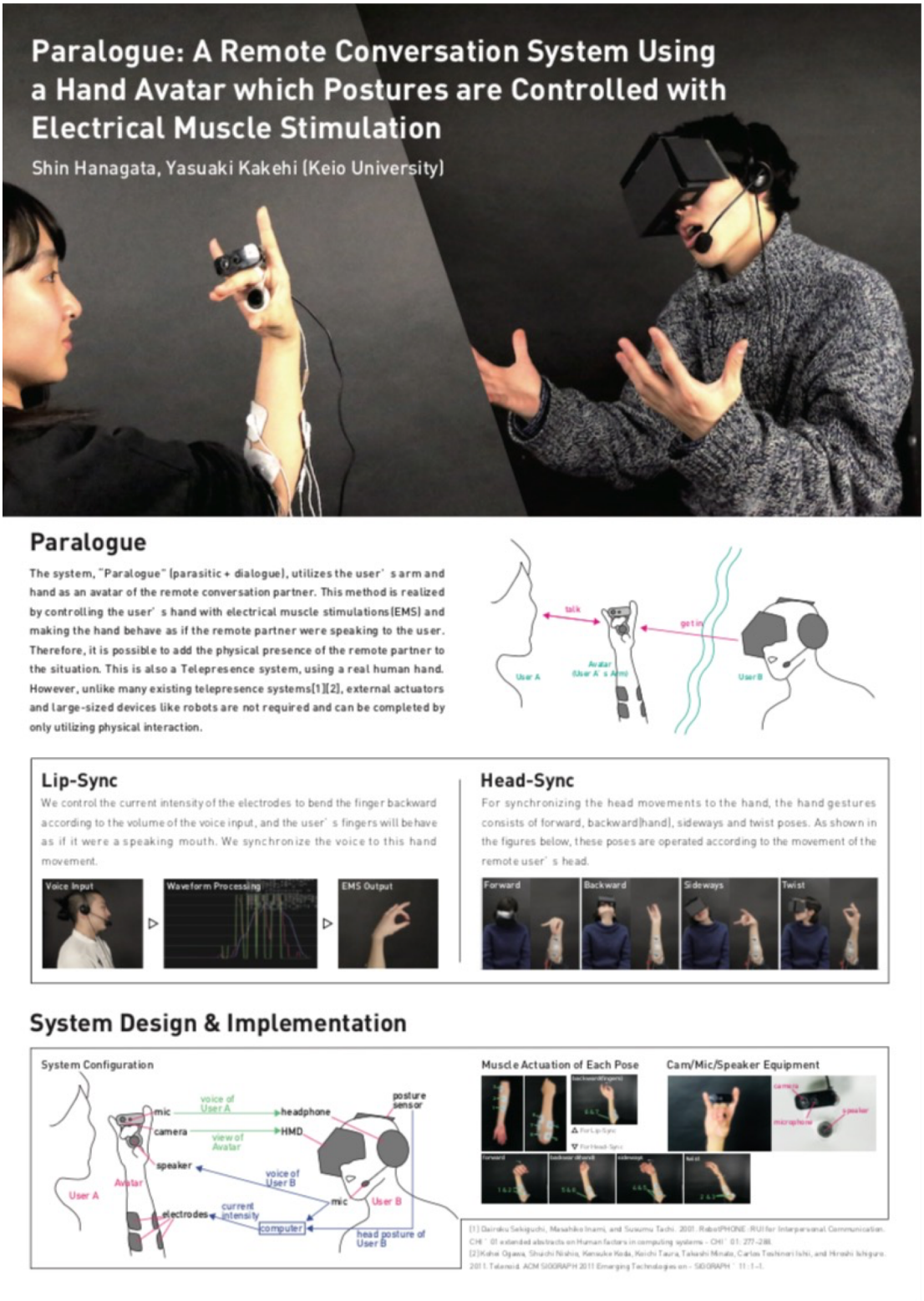

図 5-2 Augmented Human 2018 にて掲載したポスター

5.2. SFC デザイン系学生有志展“X-port”

2018 年 3 月 24 日、25 日、横浜 YCC にて行われた「SFC デザイン系学生有志展”X-port”」にて展示を行った。

図 5-3 SFC デザイン系学生有志展”X-port”

図 5-4 体験の様子

5.3. Shibuya Innovation Week, “Open For Public”展

前述の期間で行われたこの展示は、半招待制であり、主催側が講評者を招待して、展示者と議論する時間をとり、最後にフィードバックとしてテキストを残してもらうというものだった。そのため、次の展開につながる、以下のような有益なフィードバックをいただいた。

> *研究者が0.8と0.8の組み合わせと言っていたように、混じり合う体験にこそ価値がありそうです。敵対的な相手とのコミュニケーションによる心理的距離を圧倒的に縮める効果や、逆に家族や恋人との対話に用いることによる愛着の増加など、様々なコミュニケーションに活用できそうです。選挙演説や説法などに使うことによる効果には注意を払いたい。相手の存在を感ずるという意味では、心拍（拍動）が感じられたり、体温が感じられたりするのも良さそう。両手にそれぞれ別の人を憑依させ、真ん中の自分がファシリテートするなどの調停的対話にも使い道がありそう (新城健一氏)*

> *「近代的な（自我を持った）人間像」が疑われ、「多様性」というワードが安易に使われることの多い「いまの時代」において、直接的に「自己の身体」を「他者の意識」でハッキングさせる体験は非常にインパクトが強いため、まさに「いま」のタイミングでこそ、多くの人に「体験」してもらうべき研究だと感じました。発展先としては、「パフォーミングアーツ」と「コミュニケーション」で、「パフォーミングアーツ」の文脈では、ハックされた身体を観客に剥き出しにすることで、さまざまな問題提起を孕んだパフォーマンスが可能であること。「コミュニケーション」では、Skypeなどの通話相手の音声を自らの身体にハックさせるだけでも、相手をより深く感じて話し合うコミュニケーションが可能になると思いました。(佐々木鋼平氏)*

> *距離が遠すぎてイメージのわかないエリア（例えばシリア）などの子供たちと、このデバイスを通じて接触させて、戦争の被害が自分の体験として感じさせる。(白石健太郎氏)*

偶発的な機会作り。世の中が DATA でつながり、あらゆるモノが外部のレコメンドで最適化されていく気がしており、人の可能性を狭めている気がする。他者の知覚情報が同時に入ることにより、「違い」「発見」の感度をあげることができるのではないか。(三石原士氏)

腕に人格を憑依させる、という変態性はとても良い。子供、老人、コメディアン、役者……など、人の違いでどんな変化があるかは非常に興味がある。あと、リアルタイムだけでなく REC データでの憑依再生は普通の録音で映像にはないザワツキがありそうで、ぜひトライして欲しい。(望月氏)

手があがる、手をあげる、という古典的な行為論の問題に対して Human Augmentation の側から波紋を投げかけていて面白い。自らの身体性が脱構築されていること、そこから問われる自由意志の問題など、古典的な哲学的問題を現代の技術から投げかけられる点に、speculative design の戦略と似たものを感じる。(山崎はずむ氏)

動きだけでなく、心拍や体表温などを直接伝達できると、より他者が自分の中に「宿る」感覚を味わえると想像した。我々は感情も熱量のような直感的な身体的に理解可能なデバイスで他者との共感を成し得たいと考えているので、なにか上手く研究領域が重なるのではと感じた。(下地貴明氏)

このように、個人と個人の結びつき、心理的な距離を縮めることが敵対的な状況、例えば紛争地域での相互理解につながるという意見、演説などの政治的な主体を身体に入れることでイデオロギー性の強い共感を生む可能性があるという意見、フィルターバブル化する情報環境の中で、異なる主体を身体に入れることによって偶発性を生むことができるという意見、「多様性」を強烈に訴えるパフォーミングアートとしての可能性など、興味深い言及を多くいただいた。

5.4. アジアデジタルアート大賞展 FUKUOKA 2018

本作品は、アジアデジタルアート大賞 2018 にて、一般／インタラクティブアート部門大賞+総務大臣賞を受賞し、2019 年 2 月 11 日～17 日、アジア福岡美術館にて行われた「ADAA アジアデジタルアート大賞展 FUKUOKA 2018」にて映像による展示(一部実物によるパフォーマンス)を行った。その際、ウェブメディア Bouncy による取材を受けた[10]。

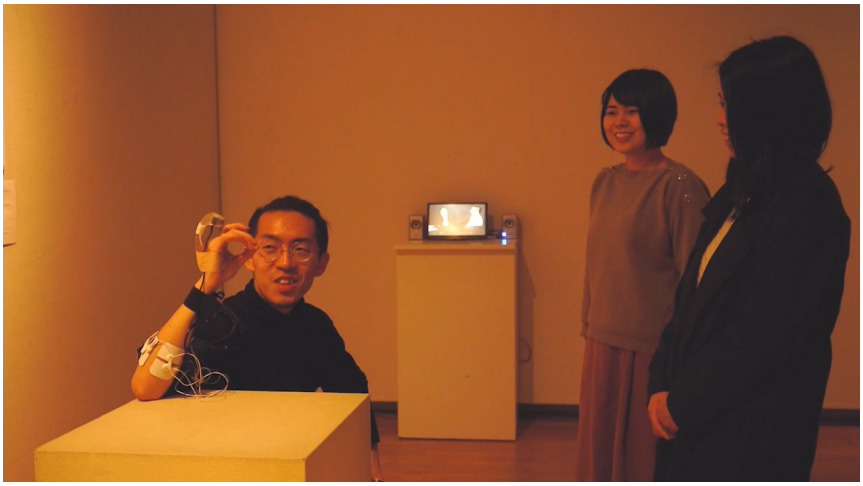

図 5-5 アジアデジタルアート大賞展 FUKUOKA 2018 の様子

[10] *https://bouncy.news/41674*

5.5. 第 22 回メディア芸術祭受賞作品集収録

本作品は、第 22 回文化庁メディア芸術祭のアート部門にて審査員推薦作品に選ばれ、第 22 回メディア芸術祭受賞作品集[11]に収録、アーカイブされた。

審査委員会推薦作品
Jury Selections

アート部門
Art Division

057

Paralogue

メディアインスタレーション・Media installation

花形 槙／古田 克海／筧 康明

HANAGATA Shin / FURUTA Katsumi / KAKEHI Yasuaki

［日本・Japan］

© 2019 Shin Hanagata, Katsumi Furuta and Yasuaki Kakehi

脳に他者を寄生させ、自己と他者が重なり合う身体を介した対話型作品。HMDを装着する体験者（寄生者）は、パフォーマ（被寄生者）の指先視点の映像を鑑賞する。さらに体験者の頭部の動きは、電気刺激によりパフォーマの手指と腕の動きにリアルタイムに変換・同期され、スピーカから届けられる音声とともに遠隔対話を成立させる。

An interactive piece involving parasitization of one person's arm by another to effect bodily overlap. As a HMD-fitted participant (parasite) views video imagery from the perspective of the fingertips of the performer (parasitized), their head movements are converted and synchronized with the performer's finger and arm movements in real time to achieve remote interaction in conjunction with speaker-delivered voices.

Paris-Saint-Lazare Station, April 10, 2017, 12h03-12h07

映像作品・Video work

Pablo-Martín CÓRDOBA

［アルゼンチン・Argentina］

多くの人が行き交うパリのサン・ラザール駅の、吹き抜けのある階段における4分間を捉えた作品。撮影された動画から抽出された静止画が、定期的に動画の上に重ねられていく。それぞれ違う瞬間に記録された通行人の形跡をひとつの画像に融合することで、人間と、その動きをかたちづくる建築との対話を描くことを試みた作品。

The video work captures the four minutes at a busy stairwell of Saint-Lazare Station in Paris. Still frames extracted from the video are regularly overlaid onto the footage. By merging the people's traces recorded at different moments, the work intends to depict the dialogue between humans and the architecture that forms their movements.

[4 min. 26 sec.]

図 5-6 第 22 回メディア芸術祭受賞作品集 p.57

[11] *http://festival.j-mediaarts.jp/exhibit/book/*

6. 結論

6.1. 21 世紀的身体とは何か

以上のような Paralogue の実践を通して、私は、物理的な身体に在来的に存在する「ネイティブな主体」の存在に注意を払うようになった。それによって、実は身体の中で常に存在してきた、身体を共有する複数の主体同士のインタラクションというものを考えることができた。それは、日々期待される振る舞いをする我々であり、平野啓一郎氏のいう「分人」のそれぞれでもある。そして、私の思う 21 世紀的身体とは、デジタル的な主体を含む主体が常に複数同居し合うキメラ的な身体であり、その内部で起こる様々なインタラクションを通して肉体的に葛藤し、共感しあう存在である。

6.2. 今後の展開

肉体的につながり合い、身体を共有して強い共感や葛藤を生むことの可能性を考えると、より多くの人間を包摂した存在としての身体を作ることや、イデオロギーを孕んだ主体を寄生させ合うことによるパフォーミングアート、また、人間以外のデジタル的主体(AI, ALife)を身体化した時にどのような関係性が生じるかを考察する展開がありうる。さらに、人間以外の機械や植物、石といったものの「ネイティブな主体」と外来的な主体やデジタルな主体との関係性を考察していくことも考えられる。

7. 参考文献

[1] W. Gibson, *Neuromancer*. Ace Books, 1984.

[2] ルネ・デカルト, 省察. 筑摩書房, 2006.

[3] デカルト=エリザベト往復書簡. 講談社, 2001.

[4] モーリスメルロ=ポンティ, 知覚の現象学. 法政大学出版局, 2015.

[5] マーシャルマクルーハン, メディア論―人間の拡張の諸相. 東京: みすず書房, 1987.

[6] 浅見克彦, *SF映画とヒューマニティ　サイボーグの腑*. 青弓社, 2009.

[7] P. Lopes, 'Proprioceptive Interaction: The User's Muscles As Input and Output Device', in *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2016, pp. 223–228.

[8] K. Misawa and J. Rekimoto, 'ChameleonMask: Embodied Physical and Social Telepresence Using Human Surrogates', in *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2015, pp. 401–411.

[9] J. Nishida and K. Suzuki, 'bioSync: A Paired Wearable Device for Blending Kinesthetic Experience', in *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2017, pp. 3316–3327.

[10] daito manabe, *electric stimulus to face -test3 (Daito Manabe)*. 2008.

[11] 'STELARC | STOMACH SCULPTURE'. [Online]. Available: https://stelarc.org/?catID=20349. [Accessed: 25-Jul-2019].

[12] Stelarc, 'ZOMBIES & CYBORGS: The Cadaver, the Comatose & the Chimera'.

[13] M. A. Institute, *Marina Abramovic on Rhythm 0 (1974)*. 2013.

[14] 'Performance | ORLAN OFFICIAL WEBSITE / SITE OFFICIEL D'ORLAN'. .

[15] '小鷹研究室の各位各論身体論'. [Online]. Available: http://www.kenrikodaka.com/project/index.html#0301. [Accessed: 29-Jul-2019].

[16] M. Botvinick and J. Cohen, ‘Rubber hands “feel” touch that eyes see’, *Nature*, vol. 391, no. 6669, p. 756, Feb. 1998.

[17] O. Blanke and T. Metzinger, ‘Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood’, *Trends Cogn. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 7–13, Jan. 2009.

[18] N. Ogawa, Y. Ban, S. Sakurai, T. Narumi, T. Tanikawa, and M. Hirose, ‘Metamorphosis Hand: Dynamically Transforming Hands’, in *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*, New York, NY, USA, 2016, pp. 51:1–51:2.

[19] ‘TELEPRESENCE’. [Online]. Available: http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html. [Accessed: 30-Jul-2019].

[20] ‘Double Robotics - Telepresence Robot for Telecommuters’. [Online]. Available: https://www.doublerobotics.com/. [Accessed: 30-Jul-2019].

[21] C. L. Fernando *et al.*, ‘TELESAR V: TELExistence Surrogate Anthropomorphic Robot’, in *ACM SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies*, New York, NY, USA, 2012, pp. 23:1–23:1.

[22] K. Ogawa *et al.*, ‘Telenoid: Tele-presence Android for Communication’, in *ACM SIGGRAPH 2011 Emerging Technologies*, New York, NY, USA, 2011, pp. 15:1–15:1.

[23] E. Tamaki, T. Miyaki, and J. Rekimoto, ‘PossessedHand: Techniques for Controlling Human Hands Using Electrical Muscles Stimuli’, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2011, pp. 543–552.

[24] ‘A Novel Soft Exoskeleton Glove Inspired by the Forearm Muscle Structure – 髙橋宣裕 | Nobuhiro Takahashi’s Works’. .

[25] P. Lopes, D. Yüksel, F. Guimbretière, and P. Baudisch, ‘Muscle-plotter: An Interactive System based on Electrical Muscle Stimulation that Produces Spatial Output’, presented at the Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, 2016, pp. 207–217.

[26] M. Pfeiffer, T. Dünte, S. Schneegass, F. Alt, and M. Rohs, ‘Cruise Control for Pedestrians: Controlling Walking Direction using Electrical Muscle Stimulation’, presented at

the Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 2015, pp. 2505–2514.

[27] P. Lopes, P. Jonell, and P. Baudisch, ‘Affordance++: Allowing Objects to Communicate Dynamic Use’, in *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2015, pp. 2515–2524.

[28] T. Kashiwabara, H. Osawa, K. Shinozawa, and M. Imai, ‘TEROOS: A Wearable Avatar to Enhance Joint Activities’, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2012, pp. 2001–2004.

[29] ‘STELARC | THIRD HAND’. [Online]. Available: https://stelarc.org/?catID=20265. [Accessed: 30-Jul-2019].

[30] ardneks, *Marina Abramović & Ulay - The Other: Rest Energy (1980)*. 2014.

[31] ‘TNS SM2 AKS 2-Kanal TENS-Gerät zur Schmerztherapie’. [Online]. Available: https://tenswelt.de/products/tns-sm-2-mf-tens-reizstromgeraet-mit-burst-und-modulation. [Accessed: 25-Jul-2019].

[32] P. Lopes, *openEMSstim: open-hardware module to adjust the intensity of EMS/TENS stimulators.: PedroLopes/openEMSstim*. 2019.

[33] F. Katsumi, *https://axis-bit.github.io/live-sync. Contribute to axis-bit/live-sync development by creating an account on GitHub*. 2019.

[34] 諏訪正樹 and 堀浩一, 一人称研究のすすめ: 知能研究の新しい潮流. 近代科学社, 2015.

[35] ‘SuWatch’. [Online]. Available: http://metacog.jp/suwatch/article9.php. [Accessed: 28-Jul-2019].

8. 謝辞

本研究を進めるにあたり 3 年半に渡りご指導いただいた、現東京大学情報学環・筧康明准教授には心より感謝を申し上げます。私の弱点や特性を理解しつつ、HCI のみならず様々な観点から、常に 1 歩先を行くフィードバックをくださいました。それを咀嚼し自分の中にある意見とぶつけ、思考することは、私を飛躍的に成長させてくれました。

ならびに、慶應義塾大学環境情報学部・田中浩也教授には筧准教授転学後の指導教官を引き継いでいただいたことに感謝申し上げます。

また、研究最初期に共に立ち上げてくれた佐野虎太郎氏、遠隔接続の実装や、展示や実践において寄生役を行ってくれた共同開発者の古田克海氏、EMS 制御基板のアドバイスをつきっきりでしていただいた研究室 OB の田中瞳氏、一人称研究に関する相談に乗っていただいた諏訪正樹教授に深く感謝を申し上げます。

さらに、本研究の濃密な議論の機会を提供していただいた柳原暁氏、花光宣尚氏の支援に感謝します。

そして、よく議論し、時に励まし合ったゼータ館や NU 関内の筧研、水野研、田中研、徳井研および、サークル”A&T”の皆、また、tkhss の友人たち、かもめハウスの同居人たちには心から感謝申し上げます。

以上の皆様とのかけがえのない青春を糧とし、この 21 世紀における新たな身体と主体の在り方について、継続して実践的な探求をする決意です。