

福祉分野における BMI の可能性と倫理的課題：
障がい者の利用を目指したサイコキネシス実験等に基づく考察

○愛媛大学 折戸 洋子 (008725)

村田 潔 (明治大学・008724)、鈴木 静 (愛媛大学・003349)

キーワード：ブレイン・マシン・インターフェース、プライバシー、障がい者支援

1. 研究目的

1.1 問題意識と背景

近年、脳の活動情報を脳波の検出によって計測し、計測された信号をインプット情報として、コンピュータ機器のリモート操作を可能とする、ブレイン・マシン・インターフェース¹ (brain machine interface、以下 BMI)の開発と利用が行なわれている。日本においても、医療分野での BMI の導入や利用の検討が推進されている。特に身体の動作になんらかの障がいをもつ個人にとっては、BMI を自分の意思を伝えるための手段とすることが可能であるため、障がいをもつ人々への支援策として、こうした機器の医療や福祉分野での活用が行われつつある。例えば、BMI を利用すれば、ALS (筋萎縮性側索硬化症) 患者が脳の動きによって、自分の意志を伝えることや BMI に接続された電子機器を操作することが可能となる。実際、そのような障がいをもつ個人が BMI を通じてロボットを操作し、そのロボットがサービスを提供する飲食店の実証実験が日本でもすでに行われている (OryLab, 2020)。このことは、障がいをもつ人々の ADL (Activities of Daily Living) を高め、社会参加を促進する方策として、期待されている。

他方、障がいをもつ、もたないに関わらず、技術の人体への適用を研究目的にする場合、通常以上に技術の功罪をとりわけ倫理的視点から検討しておくことが求められる。一般的に技術には功罪両面があり、しかも多くの技術は多目的に利用することができ、さらにその導入は人や組織、社会の不可逆な変化を引き起こす。そのために、エマージングな段階においてこそ、技術の開発と利用がもたらす社会的・倫理的問題についての検討およびその対応が求められる。BMI というまさにエマージングな技術の開発と利用においては、例えば次のような論点が存在するものと考えられる。

- ・責任の所在: BMI 操作者の意図に反して BMI 機器が動いた場合や、誤作動を起こした場合の責任の所在はどこにあるのか？
- ・プライバシー: BMI 機器を操作するために取得される脳波データは、個人にとってプライバシー情報として保護されるべきと考えられるのか？ また、それは特にセンシティブな情報として扱われるべきか？
- ・個人の尊厳: 脳波のパターンから感情や思考の状態を読み取り、BMI 機器があたかも「うそ発見器」のように利用される可能性を技術的あるいは法的に排除するべきか？

また、将来的に埋込型 BMI 機器を手術によって脳に埋め込む場合、一度脳に埋め込んだ BMI を取り除くことには大きな身体的・精神的負担が発生するため、その決定は個人にとって極めて重要なものとなる。そのため、次のような問いに対する学術的な検討や議論も求められる。

- ・個人の尊厳と自律性: 埋込型 BMI 機器が利用されること、すなわち脳という人間の思考や人間の尊厳に深く関係する神秘に満ちた領域にコンピュータ機器が導入されることは、どのような条件のもとに行われるべきか？ その場合、個人の自律的な意思決定をどのように尊重するのか？
- ・アイデンティティ: 埋込型 BMI 機器が利用されることによって、人間の身体感覚や自己認識、アイデンティティはどのように変容しうるのか？ その変容をどのように事前に評価できるのか？
- ・サイボーグ社会: 埋込型 BMI 機器を用いる人間によって (その一部が) 構成されるグループや組織、社会にはどのような利点、有効性とリスクを有しているのか？

これらの問題は、福祉分野において BMI を利用する場合でも同様かそれ以上に問われるべきであり、何らかの障がいをもつ個人へのサポートを目的として BMI が活用された場合においても、その利便性や可能性とともに、リスクやより長期的なものも含めた個人やコミュニティ、社会に対する影響を考慮する必要がある。具体的には、BMI の利用について本人やその家族、関係者がそれをどのように受け止めるのか、また長期的な利用に対してどのような期待と懸念をもたらすのか、さらには

¹ ブレイン・コンピュータ・インターフェース (BCI: brain computer interface) と呼ばれる場合もある。

それによって個人の自己認識や他者とのリレーションシップの構築がどのように変化するかといった、様々な課題を検討する必要がある。実際、Gilbert et al. (2019)は埋込型 BCI (brain computer interface) の利用者に対してインタビュー調査を行っており、そこでは次のような質問が設定されている。

- ・「BCI 装置が自分自身とは何かを変える」ということに賛成しますか？ そうならば、それはあなた自身の「拡張」あるいは「復元」という形での変化ととらえられますか？ もしそうでないならば、この装置を、あなた自身を構成する一部としてみなしていますか？ それはなぜですか？」
- ・「導入後、あなた自身(パーソナリティ)に対して何らかの変化があったと他者から言われたことがありますか？ そうであるとするならば、あなたはそれに同意しますか？ それはなぜですか？」
(筆者による翻訳: Gilbert et al. (2019), p.94)

こうした調査研究が示すように、技術的に可能であり、しかも有用であるからといって、障がい者が埋込型を含む BMI の利用を望むものと想定するべきではない。あくまでも個人の意思が尊重されるべきであり、同時にその技術がもたらすデメリットやリスクに関する事前の検討を行う必要がある。

1. 2 研究目的

以上の問題意識に基づき、本研究では、福祉分野において BMI を利用する上での有用性や可能性、倫理的課題について検討することを目的とする。具体的には、筆者らが 5 名の被験者(健常者)を対象にして 2020 年に行った、非侵襲型 BMI を用いた実験およびその被験者へのインタビュー調査結果に基づいて考察を行う。これにより、障がいをもつ人が BMI を活用する際の有用性、将来の応用可能性、倫理的な課題に関わる論点や今後の研究視座を提示することを試みる。日本においては、現時点では、BMI 装置の多方面での導入が検討されつつも、必ずしも幅広く普及しておらず、福祉分野も例外ではない。健常者を対象とする実験から得られた知見に基づいて考察を展開する本研究は、福祉分野における健全な BMI 活用の実現に向けて着実な第一歩を踏み出すものとして位置づけられる。

2. 研究の視点および方法

2. 1 研究の視点

本研究では、BMI に関する先行研究および筆者らのサイボーグ倫理に関する研究 (Murata et al., 2019; Murata et al., 2018; Murata et al., 2017; 村田ら, 2019; 村田ら, 2017) の成果をふまえながら、BMI 装置を用いた実験とインタビュー調査 (Orito et al., 2020) の結果を考察することによって、福祉分野での BMI 利用における可能性を検討する。BMI の利用者に対するインタビュー調査は海外では実施されているものの(例えば Gilbert et al., 2019)、その数はわずかであり、BMI の操作性やそれを用いた治療に関する研究が多い。これに対して本研究は、将来的には障がいをもつ個人への非侵襲型 BMI を用いた実験やインタビュー調査の実施を視野に入れながら、健常者を被験者とした実験・調査結果から、福祉分野における BMI 機器の利用について探索的に多面的な検討を行う。

2. 2 研究の方法

2. 2. 1 サイコキネシス実験の環境

上記の研究目的を達成するために、本研究ではウェアラブルデバイスである非侵襲型 BMI を用いてロボットアームの遠隔操作を行う実験環境を整備した。すなわち頭でイメージすることのみによってロボットアームを動かすという一種のサイコキネシス環境を設定し、この中で被験者にロボットアームを操作させた。そして、この実験前、実験中、実験後に、被験者がそこでどのような感覚、感情を持ったのかについて半構造化インタビュー調査を実施した (Orito et al., 2020)。

本研究の実験環境が図 1 および図 2 に示されている。そこでは、被験者は脳波のみによって(頭の中で念じるだけで)ロボットアームの操作をコントロールできる。図 1 にあるように、非侵襲型ウェアラブル BMI / EEG (Electroencephalogram、脳波計) の EMOTIV EPOC+ と、ロボットアーム (DOBOT)、そしてそれらをコントロールするアプリケーションソフトウェアをインストールした PC (EEG に接続) が実験場所に設置された。そして図 2 に示されるように、被験者の頭部に BMI/EEG を取り付けて脳波の情報を測り、その情報がソフトウェアにインプットされると、それに対するアウトプットとしてロボットアームが動作する仕組みとなっている。あたかもサイコキネシスのように、被験者が頭の中でロボットアームを操作するイメージをするだけで、それを動かすことを可能とするのである。

実験では、まず、被験者の脳波をアプリケーションソフトウェアに登録するトレーニングプロセスが実施される。被験者が BMI / EEG を頭部に設置すると、実験実施者からトレーニングの内容が説明され、その指示に従って、被験者が何もしていないリラックスモード (A) と、物を奥に押し込むイメージを頭の中で思い描く操作中モード (B) という二種類の脳波が計測される。操作中モード (B)

の脳波を登録する際には、被験者の目の前に置かれた PC のディスプレイに小さな箱が表示され、被験者にはその箱を奥に押し込むことを頭の中でイメージしてもらう。トレーニングプロセスにおいて得られた二つのモードの脳波データは、実験で利用するために PC にインストールされているアプリケーションプログラムに記録される。

トレーニングプロセスが終了すると、実際に目の前にあるロボットアームを、考えるだけで動かす実験へと移行する。被験者はリラックスした状態から、実験実施者の指示に基づいて、ロボットアームを奥に押し込むよう頭の中で念じるという試行を何回か繰り返す。このとき、記録してある(A)、(B)それぞれの脳波が再現できれば、ロボットアームが動作するようプログラムされている²。被験者はこのロボットアームを動かす試行を数回行うことを求められ、またその間に、BMI の操作性や実験に関する感覚、感情、意見などについて、インタビューに応じるのが要求される。

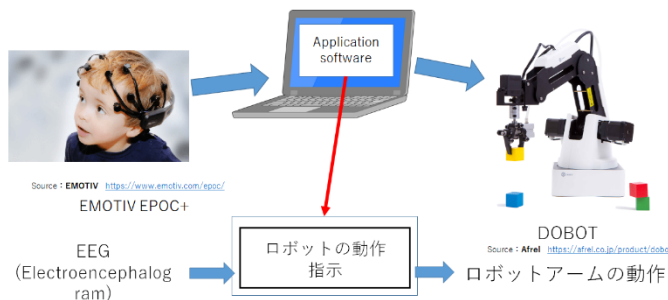


図 1.実験環境(1)

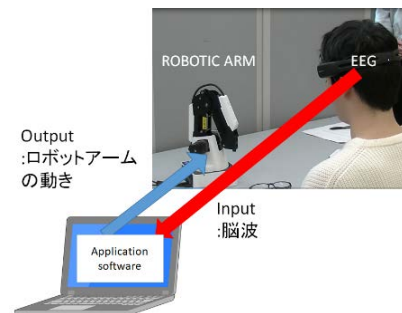


図 2.実験環境(2)

2. 2. 2 半構造化インタビュー調査項目

実験前、実験中、実験後に行われる半構造化インタビューの調査項目は、先行研究 (Gilbert et al., 2019; Nijboer et al., 2013; Tamburrini, 2014; 村田ら, 2019; 村田ら, 2017; 磯部, 2013; 富士・佐倉, 2007) を参照しながら、被験者の BMI の利用に対する態度や意識、リスク認知などを把握するために設定されたものである。これには、BMI への知識や期待、その操作性に関する質問以外に、(a)プライバシーと個人情報の保護、(b)個人の自律と尊厳、(c)アイデンティティ構築・ペルソナの変化、(d)身体機能の拡張に対する受容性、(e)サイボーグ化された労働環境、(f)利用責任とインフォームド・コンセントといった内容が含まれている。

3. 倫理的配慮

本研究の実験および調査は、愛媛大学臨床研究倫理審査専門委員会の研究倫理審査を経て行われている。同委員会の審査結果に基づき、被験者には、実験に先立って本研究の目的、方法が説明され、実験への参加が自由意思に基づくものであること、調査への参加を拒否することによって何らの不利益も生じないことが知らされている。また、被験者には本研究責任者の問い合わせ先等を明記した書類が事前に提供され、実験調査当日にも改めて書類の記載内容について説明が行われている。被験者に生じることが予想される負担やリスクとしては、事前の説明や実験、インタビューなどを含めて 1 時間程度の時間がとられることと、脳波計を取り付けて回答するという若干の身体上の負担があること、脳波計の利用に慣れていないために、疲労感が強くなることや気分が悪くなるといった事態が生じること(その場合、実験を中断・中止することが説明されている)が考えられ、これらの点は被験者に事前に説明されている。このようなインフォームド・コンセントの手続きを実施した上で、同意を得られた被験者のみを実験・調査の対象としている。

4. 研究結果

4. 1 学生を対象とした実験および調査の概要

本研究の考察対象となる実験は 2020 年 2 月に 5 名の大学生を対象に行われた³。被験者の ID、属性や BMI に関する知識、また実験に対する期待と不安の度合いは以下の表 1 にまとめられている。ほとんどの被験者が BMI についての知識はなく、実験に対しては期待感が不安を上回っていた。

² 本実験は、実験の環境や質問内容などに関しても探索的な位置づけにあるため、ロボットアームの操作については、奥に押し込むという単純な操作のみに限定している。

³ 実験は、被験者に事前の説明を行い、実験への同意が得られた上で、かつ研究協力者の医師の立ち合いのもとで行われた。

表1.対象者の属性 (n = 5)

ID	年齢	性別	BMI あるいは BCI のことを知っていましたか？ はいの場合：どのような装置や状況をご存知でしたか？	BMI 装置の説明を聞いて、実験に対してどのような期待と不安を持ちましたか？ (期待 1~7/不安 1~7)
T1	21	女性	いいえ。でも、授業では少し聞いたことがある。	5/1
T2	22	男性	いいえ、まったくない。	6/1
T3	21	男性	いいえ。何が始まるのかわからない。	5/3
T4	21	男性	はい。テレビで、体に障がいをもつ人が動かしている映像をみただけである。	6/3
T5	21	男性	いいえ。ブレインテックは聞いたことがあるが、BMI は知らない。ブレインテックについては、そのような頭を使って動かす技術があるというのは聞いたことがある。	7/1

出所: Orito et al. (2020) を元に筆者作成

4.2 学生を対象とした実験および調査の結果

以下の①~④は、本研究の実験およびインタビュー調査の結果をまとめたものである⁴。被験者によるインタビューへの回答は斜体で示され、それに続くカッコ内に回答者 ID が書かれている。

①BMI によるロボットアームの操作に対する認識

実験中に「自分がロボットアームを動かしているという感覚・実感がありますか？自分の意図通りに動いているという感覚はかなりありますか？その感覚をどのように説明できますか？」と質問したところ、次のような回答が得られた。

「視線をもっていった意識で動いてしまっているという感じ。視線を動かすと意識するので、そこに意識が集中するだけで動いてしまった。見るだけで、動いている。自分で動かしている感覚はあまりない。視界に入って、アッて思ったらそれに反応して動いた。(敏感に反応している時は)視線に入ったら『動け』になっているのではないか。」(T1)

「後半は、ああ動いてくれたというのを実感した。(コツは?)よりフラットな状態からそれだけに意識を向けられた時に『あ、動いた』という感じ。(自分の思い通りに動かしている感覚はあるか?)最初より、後になってそう思った。実感はまだわからない。何回もやっていたらそういう風になってくるのかもしれないけれど、現時点だと微妙である。(うまくいった時とそうでないときの違いは?)たぶん最初は押すイメージが自分の中で形ができていなくて、後半は箱を押すイメージがうまくできたから動いた。」(T2)

「実感はおもてたが、『押せ』と思っている合間というか、押せ、という気持ちが少し弱まった時に前に行くというのがじれったいという感想。合間というか、声を頭の中で、押せ、押せと出していたが、声を出したちよつと後、声と声のちよつと合間に動く。ちよつとタイムラグがある。」(T3)

「4回目くらいから自分が動かしているという感覚が出てきた。それ以外は何で?という感じ。最初の時はイメージが抽象的で、その後、動作的にこう動く、こう動いてほしいというのが具体的にできるようになった。」(T4)

「自分が動かしているという感覚は皆無。不本意なタイミングで動いた。初め、『動け』って(頭の中で)いったら動かなくて、あれって思ったら動いた。『あれ無理じゃない?』と気を抜いた瞬間に動いた。はじめは頑張るイメージをしたけど、途中で集中力が切れたら動き始めた。(タイミングが)遅れる。早めということもあったのかもしれない。実感として意図通りに動いた感じが無い。」(T5)

これらの回答にみられるように、脳波によるロボットアームの操作については、被験者全員が一定の困難さを感じており、またその操作に対する感覚は多様である。他方、インタビュアーから話題が

⁴ 但し、紙幅の関係から、本研究ではすべての質問項目に対する結果を記載することはできないため、本研究の目的に照らして重要な回答結果のみを記載する。調査結果の詳細については Orito et al. (2020) を参照されたい。

提供されたわけではないものの、障がいをもつ人にとっての有用性に関する言及が 1 名の被験者から見られた。

「手足が動かせない人にとっては、脳波だけで動作ができるという部分は、神秘的で期待できると思う。楽しい、期待感がある。」(T3)

さらに、3 名の被験者が(実験中および実験後に)、身体的な動きや状態とロボットアームの操作とのシンクロシティについて述べている。具体的には、目をつぶる、体がリラックスしているとロボットアームが動くといったものであり、以下のような身体イメージに関する回答もみられた。

「初めのトレーニングの時点で、押すとなったときにイメージするのは、自分が押している姿になって、それに反応して体が動こうとしてしまう。それができないので、感覚がつかめない。…(うまく動かす)コツは、手が一緒に動かないと動かない気がする。レバーがあったら感覚が変わる。実際には関係ないけど、やっぱり手で押したくなる。感触というのか。一緒に手が動かないとなかなかできない。自分はダンスをやっているからかもしれない。身体の動作と連動してくれたら動くとなるかもしれない。」(T1)

②脳波データに対する個人情報・プライバシー意識

本実験ではその設定上、必然的に被験者の脳波が計測される。そのため、実験後に「装置を動かすために、脳波をとられることに対してどのような感覚になりましたか？脳波のデータを取られることに対してどのように思いましたか？」と質問した。これに対して、著しい不安を述べる回答者はいなかった一方で、その背景には自らの技術的な知識の不足があることや、漠然とした恐れがあることも以下のように述べられた。

「抵抗感はない。自分が無知だからだと思う。脳波はどんなことがわかるのかなとか、具体的に、思考をのぞき見されているとは思っていない。」(T3)

「全く違和感はなかった。イメージを映像などでとられるのは嫌だが、脳波だとイメージは具体的に伝わらないと思うので大丈夫。MRI などの画像は大丈夫で、具体的な脳内のイメージを悟られるのは嫌悪感がある。」(T4)

「リスクは感じないが、思考パターンが読まれるのは怖い。細かい脳波を取られることに関して抵抗はない。細かい脳波によって可能になることがあるのであれば提供したい。」(T5)

さらに、実験後に「脳波に関するデータは自分の個人データとして、保護が必要であると思いますか？センシティブな個人情報を取られていると感じますか？」と聞いたところ、あまり気にしていないとする意見として、次のような回答が得られた。

「感情が読まれることやウソ発見器のように使われることに対してはあまり抵抗がないが、自分が考えていることより脳波のほうが正直であると思う。嫌であるというより驚きのほうが大きい。(労働者として脳波から自分の状況を判断されたら?) 疲れたら気づかない部分なのでいいと思う。ただ、これ以上やったら生産性が落ちますというのが平均的にあるのであれば、それに対して動くのは生産性の向上になるのでよいのではないかな。自分の個人情報をとられている感覚はあまりない。」(T1)

「(自分の状態を)知ることは面白いかなと思う。相手がみてもわからない、自分の体調を見られると思う。自分の中だと晒されてもいいが、人それぞれだと思う。自分のデータに対して、詳しい人が見たらバレてしまうと思うが、そこまでする人はいないでしょう。そこまでセンシティブではない。従業員になって脳波から状態を測られたり、ウソ発見器みたいに使われたりしたら、それぞれで証拠として使える。自分の状態を合理的に説明することができる。嘘発見器として使われる場合は、脳がすべてを表してくれるわけではない。判断材料の一つ。個人的にはそこまでセンシティブな情報ではない。」(T2)

「感情は隠すことができない個人情報だとは思。別に保護されていないことへの抵抗感はない。自分自身が機械を信じていないので、機械に情報を渡すことに抵抗はない。機械の情報は正しいとは限らず、一つの参考情報として認識してほしい。対価が妥当であれば情報は提供する。常に変わる情報なので、そこまでセンシティブではないという認識。」(T5)

これに対して脳波データに対する保護や管理が必要であるという意見が、次のように述べられた。

「保護が必要であると思う。マーケティング利用と同じなのかなと。自分はデータを使ったマーケティングには賛成なので、そういった意味では自分の個人情報がある程度使われるのは賛成だが、脳波を研究されている人の目に触れるという部分でいうと、ちゃんとした管理はしてもらいたい。少しセンシティブよりかな。緊張度合いで嘘がわかるという意味では少しセンシティブと思ったけれど、実際の自分の他の個人情報あげてもらおうと、そこまでセンシティブではないと思う。」(T3)

「管理した方がいいと思う。違和感ないという人だけではないと思うので、管理した方がいいと思う。リアルタイムで嘘などが発見されると、普通のコミュニケーションに支障が出ると思う。ほかの個人情報に比べても、かなり重要な個人情報だと思う。脳波のデータが相手に伝わって、自己の評価につながるのであれば保護するべき。」(T4)

③BMIによる身体の拡張・増強感覚

ロボットアームを、頭にイメージを思い浮かべるだけで操作した被験者は、自分の身体能力についてどのような認識をもったのであろうか。また、自分の能力が拡張・増強されたかのような感覚を得たのであろうか。この点については、実験後に聞かれた「このようなロボットアームを使うことによって、自分の能力が高まった、増強されたと思いますか？」という質問への回答から伺い知ることができる。能力が高まったという感覚をもった2名の被験者は、次のように述べている。

「高まったと少し思った。もっと鍛えられるのではないかという意味では、トレーニングすればうまくいけるという意味では、体力や運動に近いような思考になった。家や職場にロボットがあって頭でコントロールできたら、力は増幅するとすごく思う。周りの環境も関係していると思う。皆も動かしているし、自分も動かしているとすると、次元が一つ上がるようなイメージ。その不可能なことを日常的に可能にできるという意味で次元が変わる。」(T3)

「考えるだけで動くことには驚いた。未体験で、自分の能力が上がった気分にはなった。(自分の)延長線上にあるものという認識であった。手足のように動かせるようになったら、強くなったと感じると思う。」(T4)

他方で、能力の増強や拡張は生じていないと感じた被験者は次のよう述べており、そこでは自分の本来の身体能力が低下することの懸念があることや、実験が繰り返し行われることによって感覚が変化する可能性があることも言及されている。

「増強にはなっていない。自分の一部ではない。少なくとも、仲間というか代替という意識のほうが強い。自分のできないことはまず考えない。想像もできないと思う。手についたらそうなるのかもしれないが、切り離されているところで、別の個体として動くのであれば、出来ても自分と同等までと思う。(家の中にロボットアームがたくさんあって家事を手伝ってくれるとしたら?)それも自分能力の増強ではない。自分がコントロールしている便利なツール。」(T1)

「今、動かしただけでは想像できないのでそこまでは思えない。もう少しできるようになったら、実際のものとかに置き換えてやったら、アームに指がついて実際に持ち上げたら、そう思う。指で持ち上げられたら、すごいと思うかもしれない。アームと指だったら、自分の指と腕がそこにあると思えるかもしれない。アームたちが自分の手のように思えるかなって。身体的にはパワーダウン。(自分の身体が)動かないから。できることは増えると思うけれど、便利にはなると思う。」(T2)

「伸長はされたけど補強はされていない。手の届く範囲が伸びてはいるが、能力が上がったわけではない。道具という認識。人より自分が道具を使う能力が上がるなどであれば、能力が上がったという認識になる。それに依存しすぎると弱まる。身体を使わなくなる。」(T5)

④サイボーグ化された自己および他者への認識

実験後、BMIのようなサイボーグ機器を自分や他者が用いることに対してどのような認識を持つのかに関して、複数の質問に回答してもらった。まず、「身体上の問題からこういったサイボーグ機器を自分が用いることに対して、周囲の人がどのように思うと感じますか？」という問いについては、問題はないという認識が2名の被験者から示されている。

「少なくとも否定的ではない。」(T1)

「(サイボーグ機器の)普及率も上がるが、義手、義足と同様の感じ方だと思う。」(T4)

しかしながら、次のように一部複雑な感情を示す回答が見られた。

「家族などの身の回りの人は理解してくれそうだが、非人道的であると考える人も出てくるだろう。」(T2)

「能力の向上に喜んでくれる人も一部いるとは思いますが、大半の周囲の人は問題がないとわかっているけど心配に感じると思う。」(T3)

「便利である、あるいは妬みの感情を持つ。人間離れするという直感がある。」(T5)

逆に、「自分にとって親しい家族や友人が何らかの事情で、このような器具を日常生活や業務に使いたいと言った場合、どのように思いますか？」という問いに対しても、上記の質問への回答と同様に肯定的な意見と、一部身体に対する影響への心配が述べられている。

「やってみてもいいと思う。」(T1)

「日常生活がそれで不自由なく送れるのであれば、いいと思う。」(T2)

「事情によって異なるが、仕方がない場面であれば快く認めると思う。ただ、興味本位、軽い気持ちであるならば、一度再考を薦めると思う。」(T3)

「ハイテクだと感じる。健康面が少し心配。」(T4)

「脳に関わる装置であるため、万全を期してほしいと思う。」(T5)

こういった技術の職場での利用について、「職場で他の社員がこのような器具を使っている場合、どのように思いますか？そのような組織で働きたいですか？」という問いに対しては、ほとんどが肯定的であるものの、T2が自分の能力が劣ることへの懸念を示している。

「何も思わない。働いてみると面白いのかなと思う。」(T1)

「人によって仕事内容に明確な差があれば構わない。同じような内容なら、自分が劣ってしまうはずなので、嫌である。前者なら、働いてもいいと感じる。」(T2)

「自由度が高く、風通しの良い企業であると考ええる。働きたいと考える。」(T3)

「便利そうなら自分も使ってみたいと思う。特に働きたくないとは思わない。」(T4)

「ごつい機器のイメージがあり、邪魔を感じるかもしれない。こういった器具の使用はむしろ強みたりするため、それを生かしたほうが社会での活躍や増収が見込めるのではないか。」(T5)

さらに、「同じ職場で、身体的な能力を增强するためのサイボーグ機器を使う健常者が一緒に働き、同様の作業を行うことについてどのように感じますか？」という質問に対しては、違和感がないという回答が多く、T5はその技術を積極的に活用することへの期待を述べている。

「違和感はない。」(T1)

「特に何も思わない。便利そうだと思うれば自分も取り入れると思う。」(T4)

「便利そうだと思う反面、その機器を使うからこそできる仕事があるように感じる。何となく技術の無駄遣い感が否めない。」(T5)

その一方で、T2およびT3が自分の存在意義や格差の発生について言及している。

「自分の存在意義が減ってしまいそうで心配。」(T2)

「精神的な問題は特にない(むしろ感心してしまうと思う)。ただサイボーグ機器によって能力に大きな差異が生まれてしまうことに関しては、危機感を覚える。」(T3)

最後に、「障がいをもつ人が健常者以上の能力を機械化によって獲得することは許容されるべきであると思いますか？」という質問に対しては、全体として「されるべき」であるという意見が多く、されるべきではないとする意見を明確に述べたのは 1 人であった。また、許容されるべきであるとしながらも、そこでの責任能力の重要性や、持つ者と持たざる者との間のコンフリクトの発生を指摘する声も見られた。

「許容されるべき。健常者以上の能力が獲得できるかはわからない。」(T1)

「思わない。健常者と同等になるのであればいいとは思う。」(T2)

「されるべきであると思う。」(T3)

「責任能力が有れば許容されるべきだと思う。もしかすると犯罪などが起こるかもしれないので、責任能力の有無は大事だと思う。」(T4)

「許容されるべきだが、許容されることは難しいと思う。(サイボーグ技術の)使用者が非使用者に比べて大幅な能力差が生じることによる優越感を錯覚する場合、そこに諍いが生じるのは当然であると考え。」(T5)

5. 考 察

本実験およびインタビュー調査は、5 名の被験者のみを対象とした限定的なものである。一方で、実験の環境構築やインタビュー調査の実施は必ずしも容易ではないことから、本調査によって得られた結果は、福祉分野における BMI の利用のあり方を考える上で貴重な材料となりうるものである。事実、本実験・調査結果からは以下のような、今後検討すべき論点や研究課題が存在することが示唆されている。

① BMI およびロボットアームの操作性

ロボットアームの操作性に関しては 5 名という少人数の被験者間でも感じ方が様々であり、これは障がいをもつ個人が BMI を利用する場合も同様である可能性がある。脳波の検出とロボットアームの動きには若干のタイムラグが発生してしまうことは避けられないものの、操作を意図したタイミングでアウトプット(本実験ではロボットアームの動き)が発動され、よりインプットとアウトプットのスムーズなリンケージが図られるよう、実験環境の見直しや機器、ソフトウェアの精度や機能向上、セッティングの調整などの対応が必要であると考えられる。

他方、数名の被験者からは、身体の動きや状態とロボットアームの操作性とが関係しているのではないかという認識が述べられた。この点について、障がいをもつ人も同様に感じるのか、あるいはそうではないのかは、現時点では不明である。しかしながら、このような認識が示されたことは、人間が想像するあるいは意識する以上に、人間の身体と精神、意識とは結びつきが強いことや、身体を媒介して意識が生み出されるという感覚が人々の心の中に根付いていることも考えられる。サイボーグ機器によって身体能力が一部代替されることで、たとえ一定の障がいをもつ個人であっても、身体そのものや五感に宿る外部へのセンシング機能が使われなくなることは、筋肉の衰えにみられるような単なる身体能力の退化だけではなく、ホリスティックな存在としての人間の能力や自己認識、あるいは身体と一体化して認知される自己意識そのものにも影響を与えるかもしれない⁵。

② 脳波情報の保護、プライバシー保護

脳波という情報が個人情報として保護されるべきか、またプライバシー保護の対象となる情報なのかについては、被験者によってプライバシー侵害への懸念が示された場合と、あまり気にしていない場合とが見られた。その背景には、脳波の情報をどのように分析、活用できるのか、技術的にどのようなことが可能なのかについての具体的な知識やイメージを被験者が十分に持っていないことが考えられる。BMI の開発が進み、社会における導入が進展することで、利用例が増えていけば、

⁵ 例えば、傳田(2013)は、皮膚感覚と自己意識と結びついていることを指摘しており、次のように述べている。「皮膚感覚は自己と他者を峻別する重要な感覚です。またそれは自己意識と密接なつながりをもっています。意識は脳という臓器だけでは生まれません。身体の内からもたらされる情報と脳との相互作用の中で生まれるのです。とりわけ皮膚感覚は意識を作り出す重要な因子であるといえるでしょう。」(p.145)

より強い懸念が示され、脳波情報をセンシティブ情報として取り扱うことを望む声が強くなることも予想される。加えて、健常者である被験者から脳波データの利用に関する漠然とした懸念が一部あったのに対して、障がいをもつ個人が BMI を利用する場合には、より強い個人情報保護の必要性が認識されるのか、あるいは障がいのある特定の身体的機能へのサポートという利用目的が明確であるゆえに、あまりセンシティブな情報とはみなされないのかについて、さらなる検証が必要である。

③ 身体の拡張・増強感覚

BMI を用いたロボットアームの操作は、すべての被験者が何回かの調整を経て成功している。しかし、それによって身体が拡張された、あるいは増強されたと感じるかについての意見は多様であった。また何人かの被験者が述べているように、よりトレーニングされ、操作能力が向上したり、繰り返し利用したりすることによって、身体が拡張された、あるいは増強されたという感覚が強まる可能性もある。この点については、特に障がいをもつ人であれば、よりこの拡張感覚を強く、クリティカルに感じる可能性が高いことも考えられる。しかしその一方で、むしろ、自分の身体がサイボーグ化、機械化されることによって、それなしにはいられないという感覚が発生し、自分自身の身体的な力が弱まっていくと認識されることや、自己認識やパーソナリティが変化する可能性もあり、障がいがある人の利用感覚や認識を中長期的な観点から検討する必要がある。

④ BMI の利用と他者との関係性

実験後に、被験者に対して BMI 機器を使う自己に対する他者からの評価や、BMI を使う他者への評価、BMI を用いる個人が存在する職場での環境など、埋込型も含む BMI の利用によって他者との人間関係をどのように捉えているのかについて質問した。時間的な制約があり、詳細なインタビューを実施することができなかった項目であるため、回答は簡易なものであるものの、自分にとって重要な他者が BMI を利用する際にはその誤作動や身体への影響についての懸念が示されるとともに、BMI というサイボーグ機器が用いられることによって生じる格差に対する見解が一部示された。こうしたことから、障がいをもつ人が、自分が BMI 機器を使うことによって他人がそれをどう感じるのか、また他者との関係性を維持していく上でどのような変化や課題があると考えたのかについて、障がいをもつ人を対象とする実験と調査によってより明確にしていく必要がある。特に BMI のようなサイボーグ技術を用いることに関わる条件や機会均等、公正性は重要な論点である。これらの点は、実際に BMI 機器が職場に導入され、労働者の疲労度や感情をモニタリングするために利用されつつある現状の中で、今後より明らかに認識されていく可能性があり、障がいをもつ人が BMI を利用して働くことを考える上でも重要なものである。

6. おわりに

本研究は、福祉分野への適用を目指して、BMI 機器を用いた実験とインタビュー調査の結果に基づき、BMI の利用がもたらす可能性と倫理的課題について考察を行った。前述のように、被験者は 5 名の健常者のみであり、調査対象となる実験・調査件数としては少なく、本研究の調査結果から一概に今後の可能性やリスクのすべてを明確に結論づけることはできない。そうではあるものの、実際に BMI を用いる実験とインタビュー調査が行われることによって、一般の学生が被験者であっても、ELSI 研究者が示す倫理的課題の認識(礒部,2013)と一部同様の指摘が被験者から示され、単なる質問票によるインタビュー調査よりも詳細な認識や意見を聞き取ることが可能となった。

そして、5 名の被験者が認識した BMI の操作性や脳波という情報に対するプライバシー意識についての感覚や意見は、障がいをもつ個人が BMI を利用する上でも共通にみられる可能性もあり、今後の研究課題として取り扱うべきものと考えられる。加えて、BMI の利用によって生じる身体の増強感覚や他者との関係性に関わる意識は、障がいをもつ人とそうでない人とでは全く異なるかもしれない。いずれの点についても、障がいをもつ人やその家族、さらには彼ら・彼女らを支援する立場の人などの多様な属性の個人に被験者となってもらうことで、より多くの検証と考察を行うことが不可欠である。

BMI 技術を福祉分野、特に障がいをもつ人のサポートのために利用する場合、その利便性や身体機能の代替性が強調されることが多い。しかしながら、障がいをもつ人にとってそれがどのような認識されるのかについて、一面的な要素のみから安易な、あるいは短絡的な判断をすることは適切ではないと思われる。言い換えれば、身体機能のサポートを目的としているのであれば BMI やサイボーグ機器が障がいをもつ人たちから当然受け入れられる、あるいはそれを利用することが喜びにつながる、個人情報も積極的に提供されるといった想定を決めつけるのではなく、多面的な視点から、その有用性とリスクに対する検討を行うことが必要である。特に埋込型の BMI の導入については、身体への多大な負担を生じさせるものであるため、当初は本人が望むものであったとしても、その感情が長期にわたって変化しないとは限らないことに留意すべきである。例えば、性的違和から手術を施した個人が、後になってそのことに後悔の念をもつことがあるように(Menendez, 2019; Walsh, 2019)、サイボーグ機器によって身体が変化したことによって、自己認識や自己の能力に対する自信

や感覚が変わりうる可能性もある。福祉分野における BMI の利用については、このような様々な観点から、プロアクティブかつ慎重にその可能性と倫理的課題が検討されることが望ましいといえる。

謝辞

本研究は、「人を対象としたブレイン・マシン・インターフェース利用に関する観察研究」として愛媛大学医学部臨床研究倫理審査専門委員会の承認を受け(2020年1月27日承認 No. 2001001)、下記の研究者との共同研究として行われたものです。

山本智規先生(愛媛大学社会共創学部)、崔英靖先生(愛媛大学社会共創学部)、福田康典先生(明治大学商学部)、磯部太一先生(北海道医療大学歯学部・全学教育推進センター)、堀正士先生(早稲田大学教育・総合科学学術院)

また、本研究は下記の研究助成の支援を受けて実施されました。

日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤 C 課題番号 19K12528、20K01920

公益財団法人日立財団 公益財団法人日立財団倉田奨励金(2019年度(第51回)採択課題「ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の倫理的課題:人間はどこまでサイボーグになれるのか?」)

明治大学国際共同研究(Ⅱ型)「サイボーグ倫理:人間の機械化に関する国際比較研究」

実験及び調査にご協力くださった被験者の皆様、関係者の皆様に心より御礼申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- 磯部太一 (2013)「ELSI 研究者のブレイン・マシン・インターフェースへの認識:倫理的・社会的問題と社会との関係について」、『東京大学大学院情報学環紀要情報学研究』, 84, pp.47-63.
- 傳田光洋(2013)『皮膚感覚と人間のこころ』, 新潮社.
- 福士珠美, 佐倉統 (2007)「脳-機械インターフェイス研究開発の倫理実装」,『計測と制御』, 46(10), pp. 772-777, <https://doi.org/10.11499/sicej1962.46.772>.
- 村田潔, 折戸洋子, 福田康典 (2017)「サイボーグ化する人間の倫理」,『日本情報経営学会第 74 回全国大会予稿集』, pp. 251-254.
- 村田潔, 折戸洋子, 福田康典 (2019)「サイボーグ倫理研究の課題」,『日本情報経営学会第 78 回全国大会予稿集』, pp.145-148.
- Gilbert, F., Cook, M., O'Brien, T., & Illes, J. (2019). Embodiment and estrangement: Results from a first-in-human 'Intelligent BCI' trial. *Science and Engineering Ethics*, 25(1), pp.83-96.
- Menendez, E. (2019). "Woman who transitioned to man starts treatment to be female again" <https://metro.co.uk/2019/11/29/woman-transitioned-man-starts-treatment-female-11238566>
- Murata, K., Arias-Oliva, M. & Pelegrín-Borondo, J. (2019). Cross-cultural study about cyborg market acceptance: Japan versus Spain. *European Research on Management and Business Economics*, 25(3), pp.129-137.
- Murata, K., Fukuta, Y., Orito, Y., Adams, A. A., Arias-Oliva, M. & Pelegrín-Borondo, J. (2018). Cyborg athletes or technodoping: How far can people become cyborgs to play sports? Presented at ETHICOMP 2018, 25 September 2018, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327904976_Cyborg_Athletes_or_Technodoping_How_Far_Can_People_Become_Cyborgs_to_Play_Sports
- Murata, K., Adams, A. A., Fukuta, Y., Orito, Y., Arias-Oliva, M. & Pelegrín-Borondo, J. (2017). From a science fiction to reality: Cyborg ethics in Japan. *Computers and Society*, 47(3), pp.72-85.
- Nijboer, F., Clausen, J., Allison, B. Z., & Haselager, P. (2013). The Asilomar survey: Stakeholders' opinions on ethical issues related to Brain-computer Interfacing. *Neuroethics*, 6(3), pp.541-578.
- Orito, Y., Yamamoto, T., Sai, H., Murata, K., Fukuta, Y., Isobe, T. & Hori, M. (2020) The ethical aspects of a "Psychokinesis machine": An experimental survey on the use of a Brain-Machine Interface. in Arias-Oliva, M. et al. eds *Societal Challenges in the Smart Society Ethicomp book series* (pp.81-91). Universidad de La Rioja.
- OryLab (2020). 「遠隔操作でモスバーガーの店員に！外出困難者が分身ロボット「OriHime」を操作しモスバーガー大崎店のスタッフとして接客を行う実験を開始」 <https://prtnews.jp/main/html/rd/p/000000032.000019066.html>
- Tamburrini, G. (2014), Philosophical reflections on Brain-Computer Interface, In Glübler, G. and Hildt, E. eds., *Brain-Computer Interfaces in Their Ethical, Social and Cultural Context* (pp. 147-162). Dordrecht: Springer.
- Walsh, J. (2019). "Meet the 'detransitioners': the women who became men - and now want to go back" <https://www.telegraph.co.uk/women/life/meet-detransitioners-women-became-men-now-want-go-back/>