

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—

The Perceptions of ELSI Researchers to Brain-Machine Interface : Ethical & Social Issues and the Relationship with Society.

磯部 太一*

Taichi Isobe

1. イントロダクション

1.1 アップストリーム・エンゲージメント

現代社会における私たちの生活の多くは、科学技術の恩恵なしには成立しえないことは多くの人の共通認識であろう。そして、科学技術が社会に恩恵をもたらすプラスの側面がある一方で、リスクというマイナスの側面を有しているという事実も一定程度は共有されていると考えられる。Weinberg (1972) が指摘するように、現代社会と科学技術との関係性は「トランス・サイエンス」という様相を帯びているといえる。「トランス・サイエンス」とは、科学によって問うことは可能だが、科学だけでは答えることのできない問題群からなる領域を指し示す¹。トランス・サイエンス的な状況においては、科学技術の問題について専門家のみ判断では不十分であることを示す事例が数多く指摘されている。その代表例として挙げられるのは、遺伝子組み換え作物 (GMO) に関するものである (平川他, 2007; 小林, 2007)。遺伝子組み換え作物については、科学的な正確な説明

を専門家が社会の側に行うだけでは、GMOの悪いイメージは拭い去れることが難しく、社会を構成する市民の間から「なぜかわからないが気持ちわるい」などの印象が報告されている (小林, 2004)。このような問題については、専門家のみが科学技術に関与するだけでなく、専門家以外のアクターも科学技術に関与することが求められるようになってきている (小林, 2007; 藤垣, 2003)。このような背景のもと、2004～2005年頃を境に、萌芽的科学技術 (emerging technology)² に対するアップストリーム・エンゲージメントの議論が巻き起こり、その必要性が指摘されるようになった (Pidgeon & Rogers, 2007; 山口, 2008)。アップストリーム・エンゲージメントとは、「社会的な論争を巻き起こす可能性のある科学技術について、研究開発の早い段階で、当該の科学技術によって影響を受けると想定される関係者の間で対話、討議をすること」と定義される (Royal Society

*東京大学大学院情報学環

キーワード：ELSI研究者、認識研究、アップストリーム・エンゲージメント、萌芽的科学技術、サイエンスコミュニケーション、ブレイン・マシン・インターフェース (BMI)

and Royal Academy of Engineering, 2004) 。アップストリーム・エンゲージメントにおいては、技術開発の途上にあり、今後社会に還元されていくであろう技術について、技術開発の段階から倫理的・社会的問題を含む様々な問題を当該専門家以外のアクターも関与する形で議論を行っていくことを目的としている。代表的事例としては、具体的な問題設定のもと、市民が公募で集められ時間を十分にかけた議論を行いどのような意見が出たのかを最終的

1.2 萌芽的な科学技術としてのブレイン・マシン・インターフェース

脳神経科学研究の発展は急速な勢いで進んでいる。そのような脳神経科学の中でも特に、ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) と呼ばれる萌芽的な研究領域が、近年多額の研究予算が配分されるなど注目を浴びている。BMIとは、「脳内情報を解読・制御することにより、脳機能を理解するとともに脳機能や身体機能の回復・補完を可能とするもの」と定義される (文部科学省脳科学研究戦略推進プログラム) 。脳神経科学の研究分野は領域横断的な学際性を帯びた研究領域であるが、その中で特にBMIは、工学・理学・医学領域などを学際的に横断する形で研究が進められている分野である。具体例としてはBMIを用いた義手・義足などの研究開発・臨床応用の一連の流れが挙げられる。最初に、義手の開発が工学系の領域で行われ、そのように工学系で開発された義手が医学系の領域によって実際の被験者や患者に臨床応用される事例がある。このような一連の研究開発の流れでは、工学系研究者と医学系研究者が協同で研究を行いお互いの専門家分野の観点からフィードバックを行いながら、研究開発を行

にまとめ上げ、社会に向けて提示する試みとして、コンセンサス会議などが挙げられる。具体的な事例としては、近年の日本国内では、ナノテクノロジーへのナノトライ (三上他, 2009) や、再生医療への熟議型コミュニケーション手法 (平川, 2007) などがある。国外においても、DEMOSとランカスター大学によるナノテクノロジーに関するプロジェクトである「Governing at the Nanoscale」などが挙げられる (Kearnes et al., 2006) 。

うことがある。また、リハビリテーションなどへの応用可能性がBMIにはあり、この側面は患者や患者の周囲の人々への利益をもたらすことが期待されるため今後の研究開発が望まれる。

以上のようにBMIは社会に与えるであろう大きな利点がある一方で、BMIは人の脳の情報を解読・制御する技術であるため、社会的・倫理的問題も危惧される。抽象的なレベルでは、BMIが心の座として位置づけられている脳に直接影響を与えるという理由から新たな倫理的・社会的問題が懸念される。このような問題については、2000年代初頭から脳神経倫理という領域において特に積極的に議論が提示されるようになった。脳神経倫理領域において提示される具体的な倫理的・社会的問題としては、BMIを使用してのエンハンスメント³、マインドリーディング⁴などの問題が代表的なものである (Fukushi et al., 2006; 神谷, 2008; 美馬, 2008) 。さらに、筆者がBMIをテーマとしたサイエンスカフェなどに関わった経験から、市民がBMIに関す

る違和感や不安感を有していることが見てとれた。このようなことから分かるように、萌芽的な現段階からBMIについての議論を非

専門家も参加した形で行う必要があるため、BMIについてのアップストリーム・エンゲージメントの取り組みは喫緊の課題といえる。

1.3 アップストリーム・エンゲージメントのアクターとしてのELSI若手研究者

これまで述べてきたように、アップストリーム・エンゲージメントの文脈において、一般市民など様々なアクターの関与が必要であることは指摘されているが、本研究においてはELSI研究者に着目する。ELSIとは、Ethical, Legal & Social Issuesの略語であり、科学技術に関する倫理的・法的・社会的問題のことを意味する。本研究では、その中でも特に若手のELSI研究者というアクターの存在に着目することで研究を遂行する。ここでいう若手ELSI研究者とは、ELSI領域を専門とする、もしくは専門でなくともこの分野に関わっている研究や実践を行っている、大学院生（博士課程⁵）や若手大学教員のことである。ELSI研究者に着目する理由としては、このアクターは倫理的・社会的問題を指摘するだけでなく、BMI技術（BMI専門家）と社会をつなぐ役割を果たす可能性があると考えられるからである。例えば、サイエンスカフェなどのサイエンスコミュニケーションの現場においてこのようなアクターはメディエーターの役割を果たすだけでなく、メタ的な視点からBMIと社会の関係についてどのような点が不足しており、どのような関係が望まれるのかについての見取り図を提示することが可能なアクターであると考えられる。また、科学技術研究におけるELSI研究者の重要性は近年特に高まっており、米国のナノテクノロジー研究においては、研究予算の約5%をELSI関連の研究・

実践に充当することが必要になった。特にELSI研究者の中でも若手を対象にする理由としては、近年、彼/彼女らはサイエンスカフェなどの場などにおいてファシリテーターなど科学技術と社会をつなぐ役割を担っている傾向があるためである。本研究の目的は、以上の理由から若手ELSI研究者を対象として、このようなアクターがBMIの倫理的・社会的問題についてどのような認識を有しており、また、BMIと社会の関係についてどのようなことが望まれると認識しているのかを明らかにすることである。

1点目の倫理的・社会的問題への認識であるが、ELSI研究者は倫理的・社会的課題の多様性と対応の必要性を指摘できる重要なアクターであると考えられるため研究目的の1つとして位置づける。BMIの倫理的・社会的問題は脳神経倫理学などの学問分野においても指摘されているが、論文などの形式で文章化されるまで精緻化されていない段階の問題であるとしてもELSI研究者は内在的にそのような問題について関心が高く、多様な倫理的・社会的問題について指摘できる可能性が高い。つまり、BMIは萌芽的段階の技術であるため、予測的・推測的なレベルでの倫理的・社会的問題の同定が必要であるということである。そのために、ELSI研究者に質的インタビューを行い、学術論文調査や量的調査では明らかにすることが難しい倫理的・社会的問題について明らかにする。

2点目として、BMIと社会の関係について、萌芽期である現段階においてどのような関係を構築することが必要なのかという点についてもELSI研究者、特に若手のELSI研究者はこの点について俯瞰的な観点から問題や対応策を指摘することが出来うると考えられるため、研究目的の1つとして位置づける。その理由としては、若手ELSI研究者はサイエンスカフェなどのサイエンスコミュニケーションなどの現場に

も関与することで、BMI（研究者）と社会（一般市民）の間を媒介するアクターであるためである。ELSI研究者が、そのような場に関与することでどのような障壁や問題があり、どのような対応策が必要であると認識しているかどうかを明らかにすることは、BMIと社会の関係を考える上で重要な知見をもたらす可能性が高いと考えられる。

2. 方法

インタビューの合計人数は8名であり、2009年7月から2009年11月の間に行った。インタビュー対象者については以下、表1の通りである。各インタビュー対象者との個人インタビューで、時間は1人につき36分から55分間行った。インタビュー形式は半構造化インタビューであり、以下の項目について質問を投げかけ、自由に回答してもらう形式をとった。質問項目は、「BMIへの一般的な態度・イメージ形成」、「リスク認識（倫理含む）」、「ベネフィット認識」、「専門家と社会の関係の認識」である。インタビューの事前に、研究倫理遵守に関する誓約書を用いて、被験者保護のため、匿名性の担保やデータ処理についての説明をインタビューの冒頭で行い、被験者にそれらを理解してもらった上で、インタビューの承認を得るという行程を踏み、インタビューから承諾を得ている。

インタビューのデータ分析には、Glaser & Strauss (1967) が提唱した、グラウンデッド・セオリー・アプローチ（以下、GTA）をベー

スに改良を加えた修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ（以下、修正版GTA）（木下, 1999；木下, 2003）を参考に分析を行った。修正版GTAは、面接データの分析に優れており、分析手続きが詳細であることから本研究に適合しているため採用した。

インタビュー内容については、対象者の許可を得てICレコーダによって録音し文字化を行った。その後データ全体を概観し、数行ずつ関連のある部分に着目し、データの意味を表現する適当な概念名（概念は以下〔 〕で示す）をつけた。ここでいう概念とは、「データを解釈して得られる仮説的なものであり一定程度の現象の多様性を説明できるもの」（木下, 2003, p.25）である。概念が出来た段階で具体例（ヴァリエーション）、定義、概念名を分析ワークシートに記入した。分析ワークシートの作成が、修正版GTAの特徴である。分析ワークシートの理論メモ欄には、データ解釈の際に考えたことや、疑問点、対極例などを記入した。収集したデータ全てに関して、生成された全て

の概念について、具体例、対極例などが無いことが確認され、新たな概念が生成される可能性がなくなった時点をもって概念生成の理論的飽和化に達したとみなした。以下に、具体的分析手順を示す（木下，2003，pp.236-237）。

- ① 分析テーマと分析焦点者に照らして、データの関連箇所に着目し、それを一つの具体例（ヴァリエーション）とし、かつ、他の類似具体例をも説明できると考えられる、説明概念を生成する。
- ② 概念を創る際に、分析ワークシートを作成し、概念名、定義、最初の具体例などを記入する。
- ③ データ分析を進める中で、新たな概念を生成し、分析ワークシートは個々の概念ごとに作成する。
- ④ 同時並行で、他の具体例をデータから探

し、ワークシートのヴァリエーション欄に追加記入していく。具体例が豊富にでてこなければ、その概念は有効でないと判断する。

- ⑤ 生成した概念の完成度は類似例の確保だけでなく、対極例についての比較の観点からデータをみていくことにより、解釈が恣意的に偏る危険防ぐ。
- ⑥ 次に、生成した概念と他の概念との関係を個々の概念ごとに検討し、関係図にしていく。
- ⑦ 複数の概念の関係からなるカテゴリーを生成し、カテゴリー相互の関係から分析結果をまとめ、その概要を簡潔に文章化し（ストーリーライン）、さらに結果図を作成する。

以下に、分析ワークシートの事例を示す。

概念名	医療に関する社会格差
定義	医療に関して、お金がある人だけが高度な医療を享受でき、そうでない人たちは基本的な医療の機会さえままならない可能性がある。
ヴァリエーション (具体例)	No. 2 「思いつくところからいくと、医療コストの問題。機材として高額、軽量化とかが進んでも安くはなるかもしれないが、ボルトとの違いはランニングコストがかかること。医療が高度化しお金がかかるようになると、収入で医療の質が変わってくる。BMIに手が届かない人たちがでてくる。それでもBMIのような技術開発には資金が投入されて、低額で行われる医療に研究資金がいかないことも考えられる。そういう危険性は一つあるのかなと。社会全体の問題として。」
理論的メモ	医療における基礎研究と応用研究の問題、BMIのランニングコスト、基礎科学への研究予算配分

表 1 : インタビュー対象者一覧

no.	年齢	性別	職業	実施場所	実施日時	専門分野	所要時間
No. 1	30代	男性	大学院生	大学施設	2009.7.24	科学技術史	55分
No. 2	20代	男性	大学院生	大学研究室	2009.8.21	科学哲学、脳神経倫理	51分
No. 3	30代	男性	大学院生	大学施設	2009.8.29	科学哲学、脳神経倫理	51分
No. 4	30代	男性	大学教員	大学研究室	2009.9.10	医療倫理、脳神経倫理	55分
No. 5	20代	女性	大学院生	大学研究室	2009.9.16	科学技術史	41分
No. 6	20代	男性	大学院生	大学研究室	2009.10.19	生命倫理、脳神経倫理	41分
No. 7	20代	女性	大学院生	大学研究室	2009.10.27	科学哲学、脳神経倫理	44分
No. 8	20代	女性	大学院生	大学研究室	2009.10.27	科学哲学、脳神経倫理	36分

3. 結果

以下、ELSI研究者を対象にした半構造化インタビューをもとに、修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチによって分析した結果を概念ごとに提示する。各概念名の後ろに、インタビューの内、何人のデータをヴァリエーション

(具体例)として採用したのかを明記する。また、概念中のインタビューデータの直接引用については、引用の終わりに、(インタビューNo、年齢、性別)を明記する。

3.1 結果①：倫理的・社会的問題

<倫理的・社会的問題> においては、11個の概念が抽出された。大別すると、医療やリハビリに関する概念として4個の概念、[医療に関する社会格差]、[リハビリと医療の線引き]、[治療やリハビリとエンハンスメント]、[エンハンスメントに関する社会格差] がまずはある。そして、哲学的問題に関する概念として4つの概念、[責任帰属の問題]、[自由意志の問題]、[人間の概念の変容]、[本物らしさ(オーセンシシティ)の喪失] が挙げられる。そして、社会への影響に関する概念として3個の概念、[コミュニティの変容・破壊]、[マインドコントロール]、[安全性の問題]

が挙げられる。以下、順に示す。

[医療に関する社会格差] (1人) : 具体的な事例としては、「医療コストの問題。BMIは機材として高額、軽量化とかが進んでも安くはなるかもしれないけど、ボルトとの違いはランニングコストがかかること」(No.2、20代、男性)というように、BMIなどの高度化された医療技術には多額の費用がかかるため、そのような医療に手が届かない人たちがでてくる可能性の指摘である。このような状況が想定されとしても、BMIのような技術開発には多額の資金が投入されて、低額で行われる基礎医療に研究

資金が十分回らないことも考えられると認識されている。

[リハビリと医療の線引き] (1人) : 医療外でのエンハンスメントの問題だけでなく、治療とリハビリテーション（以下、リハビリと略記）の線引きが問題とされている。「リハビリは治療とはやはり違うのでは、若干違う。医療とリハビリは担っている科も、役割も違う」(No.2、20代、男性) というように、リハビリと治療は完全に等価なものではないと認識されている。病院などにおいても、医療とリハビリは担っている科が異なるため、その役割の違いが指摘されている。

[治療やリハビリとエンハンスメント] (5人) : 日常会話において治療やリハビリという用語はよく使用するが、それらとエンハンスメントの関係が問題として指摘されている。例えば、リハビリというものを考えたとき、「リハビリはやはり微妙で、社会に適用できるように身体の状態を持っていくこと。車いすを使っている人が、使わなくてもよい状態にする。これは確かにリハビリだが、治療とは違うのでは」(No.2、20代、男性) というように、どこまでがリハビリなのか明確に定められていないと指摘されている。例えば、車いすを使用していた人が、1キロ歩けるようになったときがリハビリのゴールなのか、それとも10キロ歩けるようになったときがゴールなのか。このようなりハビリのゴールを考えた場合、個人差もある。また、リハビリを続ければ続けただけよくなることも想定されるが、一般的には社会に適用で

きる基準という指標が存在する。このようなりハビリの文脈において、「そのときにBMIがでてきて、BMIのリハビリを考えた場合、社会に適用できる以上になれる、つまりエンハンスメントになる可能性がある。こういう形で、医療から続いた状況としてエンハンスメントになることが考えられるし」(No.2、20代、男性) というように、BMIのような技術を考えて場合、それはリハビリをこえて、社会に適用できる以上の状態、つまりエンハンスメントになる可能性があるということが指摘されている。これは医療からの継続としてのエンハンスメントであり、どこからどこまでがリハビリで、どこからがエンハンスメントなのかの判断が難しいと考えられる。その一方、エンハンスメント自体が悪いのではなく、BMIの使用法が問題であるという認識もある。治療とエンハンスメントの線引き自体に無理があり、線引きをすることで労力を使うよりも、どのように格差がないよう望む人が使用できるようにするというところに力を注ぐべきであるという指摘もある。

[エンハンスメントに関する社会格差] (1人) : 医療よりもエンハンスメントの方が社会格差の問題が出るのではないかという認識がある。医療であれば、当人に健康な状態になってもらうという目的のために、国家が金銭面でフォローするケースも考えられる。しかしながら、エンハンスメントの場合、その使用は個人の自由になってしまう可能性がある。エンハンスメントを行える金銭的に余裕のある人は行い、余裕がない人は行えないという格差が予想される。しかし、その一方で、費用対効果を考

えた場合、線形的にエンハンスメントの利用者が増える訳ではなく頭打ちになるため、それほど広まらないのではないかという予想も指摘されている。

[責任帰属の問題] (1人) : 例えば、「知りたいことではあるんだけど、ある人が、義手を付けて、その義手が運動野のニューロンの活動から、運動野のニューロンの活動の情報をデコーディングして、義手が動くってなったときに、その人が例えば犯罪を犯してしまったと。殺人を犯してしまった。そうすると、責任はどこにあるのか」(No.6、20代、男性)というように、ある人が、BMIによる義手を付けて、その義手が不具合を起こしたせいで犯罪を犯したとすると、その責任はどこにあるのであろうか。また、同様の理由から、事故などが生じ、その現場から逃げ遅れたのは義足が悪かったからといって訴訟が起こるケースや、コーヒーをこぼしたのは義手のせいであるといって訴訟が起こるようなケースが指摘されている。つまり、脳と接続しているBMIの機能不全などにより、当人の行動について免責されるのか、それともBMIに何らかの原因があると推測されても、行為は当人の責任の範疇であるため、当人に責任が帰属されるのであろうか、という問題が指摘されている。

[自由意志の問題] (2人) : 「やっぱり、こうマウスの場合って、自分の意志だけで動いているようにみえない、自分以外のものに動かされている感じがする」(No.5、20代、女性)という発言からも理解されるように、マウスをBMI

を使用することでコントロールすることは、マウス自身の意志で動いておらず、外的な力によってコントロールされているという認識がある。また、BMIによって自由意志概念への影響も懸念されている。上流の意志を制御する場合に、脳へ近づけば近づくほど、問題が複雑化することが指摘されている。「どこまで上流の、上流っていうものがあるとすれば、上流の情報をどこまで、拾うべきか。どこに境界線を引くのかっていうのが」(No.6)という指摘のように、どこまでの意志の情報を拾うべきなのか、拾うことが許されるかという線引き問題も指摘されている。

[人間の概念の変容] (3人) : BMIを使用することで脳へ何らかの影響を与えることから、「人間の概念自体が変わっていくだろう。身体が変わっていくとか。いろんな形の人間のあり方が可能になる。人間個体の人格を変えることで、人間全体の概念も変わることも考えられる」(No.3、30代、男性)という指摘がある。すわなち、人間個体の人格改変だけでなく、人間そのものの概念にまで影響を与えることが懸念されている。また、「機械と接続されて本当にそれは人間なのだろうか」(No.5、20代、女性)という発言からも理解されるように、人間が機械と接続されることで、それが本当に人間と呼べるものなのか、どこからどこまでが人間であり、どこからが機械であると見なされるのか、という問題もある。また、動物へのBMIの使用が進めば、動物が人間の能力に近づくことで、人間と動物の線引きも不鮮明になるかもしれないと指摘されている。哲学的な問題である可能

性は高いが、人間の概念そのものの変容をBMIのような技術はもたらす可能性を秘めている。

[本物らしさ（オーセンティシティ）の喪失]
(2人)：経験にはいろいろな形態があり、例えば、ある人と会ったときになじみ深いとか、クオリア的（質的）なものが消えたにもかかわらず、機能代替が出来てしまう状態が生じる可能性が指摘されている。そういう状態であれば、「BMIによる機能代替は、オーセンティシティを持った経験ではないという気がして。ここに一つ倫理的問題があるのでは」（No.2、20代、男性）というように、BMIによる機能代替は、オーセンティシティを持った経験ではないという認識が形成されている。オーセンティシティとは、「本物らしさ」と訳されるように、その事物や人が持つ本来の性質や傾向という意味である。

[コミュニティの変容・破壊] (1人)：「人工内耳の影響で、ろう〔聾〕者のコミュニティが、危うくなっているというところですかね」（No.8、20代、女性）というように、感覚入力系BMIである人工内耳を使用する人が増えた影響で、これまで確立されていた聾者のコミュニティの存在が危うくなっているという指摘がある。しかしながら、これはBMIに限った話ではなく、携帯電話の登場でコミュニティに変容を与えたという事例も考えられる。ただ、聾者のコミュニティは手話という文化的背景もあり、少し異なった対処が必要であるかもしれないとの認識が形成されている。

[マインドコントロール] (2人)：マウスに実験としてBMIを装着することで、例えば、歩く方向をコントロールするということが行われており、このような取り組みに対して違和感が提示されている。具体的には、「やはり生き物のコントロールに違和感がある、人間のコントロールまで繋がらなくても、生き物にも意志はあるから」（No.1、30代、男性）などの発言や、「やはり外からコントロールされるのが違和感」（No.4、30代、男性）というような指摘が行われている。実験動物へのBMIの適用の延長線上として、BMIを使用し人間をコントロールする危険性が指摘されている。

[安全性の問題] (1人)：BMIの研究段階において、「だって実際問題その被験者を使って実験したらあかんわけやろうから、実験台を用意せんことにはつまり、危険性、リスクってもんをかけながら、その、ほんまに出来るのかどうか試してかないかんわけやから、その中で安全性や被験者そのものの自立をどう確保していくのか」（No.4、30代、男性）ということからも、実際問題として人間の被験者を使って実験を行わざるを得ない状況において、危険性やリスクというものを背負ったまま、安全性や被験者保護の仕組みをどのように構築していくべきなのかという指摘がある。これまでの工学系で行われていた被験者保護のシステムは十分整っているとは言えず、このままの状況では、そのような安全性や被験者保護を担保しないまま研究が進んでいく危険性があると認識されている。そのような安全性や被験者保護の問題に対処するために、「それは国がやるべきなのか、

国がその規制をかけるべきなのか、あるいは自主規制体制みたいなものを作るべきなのか」(No.4、30代、男性)というように、規制を構築する場合にも別の観点からの問題が生じる。単なる不安なのか、それとも規制をかけるべき

3.3 結果②：BMIと社会の関係

<BMIと社会の関係>では、6個の概念が抽出された。まず、市民と専門家がどのようにBMIの技術開発や使用に関与するののかについての5つの概念として、[使用者のニーズの汲み取り方の必要性とその難しさ] [BMIが社会の側に与える価値観をどのようにすくい上げるのか] [誰がBMI技術をコントロールすべきなのか] [市民と専門家の対話の必要性とその難しさ] [BMIの専門家の真摯な態度の必要性] が挙げられる。また、市民とBMI研究者以外の専門家が、どのようにBMIの技術開発に関与すべきかという概念、[BMIについての人文・社会科学系(哲学、STS)の研究者の課題] が明らかとなった。

[使用者のニーズの汲み取り方の必要性とその難しさ] (1人)：社会の側にもそういうニーズはあると考えられるが、例えば、どのようなことがBMIを使用する患者から求められているのかが重要な問題と認識されている。例えば、スポーツ選手と一般の人ではBMIに求めるものが違うと考えられる。BMI研究者であるHさんが言うように、実際の患者さんは、「そこまでなめらかな義手の動き」(No.2、20代、男性)は求めているということが指摘されている。このような実際の使用者のニーズを明らかにす

であるような危険なのか、すなわちレベルが異なった多種多様な問題が混在する可能性がある。このような視点から、BMIを含めた脳科学研究全体の進展における倫理的枠組みの議論の必要性が認識されている。

るためには、「現場に出て行って使用者のニーズを聞かないと分からない」(No.2、20代、男性)ため、技術が社会に実装される段階、応用されるときには「聞き取りをしているかもしれないけど、技術開発の初期からそのようなニーズをどうすればくみ取れるのか」(No.2、20代、男性)が重要な課題となる。このような細かいニーズをくみ取るにはアンケートを重ねても難しいと考えられている。

[BMIが社会の側に与える価値観をどのようにすくい上げるのか] (1人)：社会の持っている基本的な価値観を侵害するものは出てきやすいと考えられているが、より難しい、一見して社会にそこまで大きな損害を与えるものではないかもしれないが、なぜか違和感があるというものがあると指摘されている。エンハンスメントの分野ではそのような違和感が取り上げられてきており、自然性とか、オーセンティシティとか自律性とか、そういうような実態がよく分からない概念を使いながら議論をしようとしているが、そういう側面もBMIの技術開発や研究において考えられることを望む認識が形成されている。

[誰がBMI技術をコントロールすべきなのか]

(1人) : BMIの技術が発展すればするほど、BMIについて、市民はもちろんのこと、技術者の手も離れてしまうという問題が指摘されている。そのような状況になる前に、このような技術を誰が扱うのかを事前に考えた方がよいとされる。それは、国家なら国家がやる方策もあるし、企業なら企業で行う方策も考えられるが、企業が主導権を取れば利益追従型になる可能性が高い。技術が「発展すればするほど、市民なんてもう、技術者の手も結局離れてっちゃう問題」(No.7、20代、女性)という指摘からも、そうになると、技術の応用が決まってから市民が意見を述べたとしても、それが反映される可能性は低くなると認識されている。もし国家主導で行えば、民主国家であれば制度化をして、市民の声を反映させることは企業の場合よりも可能性が高いと考えられている。さらにアップストリームな段階で、このような枠組みが構築される前の段階で、市民の意見も取り入れて、技術発展を考える必要性が指摘されている。市民や専門家が何と言おうと、より大きな母体である国家に振り回される結果になる。このような状況では、「市民が何と言おうと、専門家が何と言おうと、おっきな母体に結局振り回されちゃう。だから、その母体を最初から、市民も専門家もコントロールできるようなものにしとかないと」(No.7、20代、女性)というように、後追いの対応では問題に対処することが難しくなると指摘されている。したがって、技術自体の進展を、最初から市民も専門家もコントロールできるようなものにすることが、BMIの場合にも望まれている。

[市民と専門家の対話の必要性とその難しさ]

(5人) : 市民がBMIの研究開発の意志決定に積極的に関わった方がよいとの認識がある。そのような過程において、市民と専門家がコミュニケーションをすることで、実際のBMIが現段階でどこまでのことが可能であり、今後どのようなことを目指しているのかが明らかとなる。具体的な指摘としては、「結局BMIにしる脳科学研究にしる、なにがでんのか、どこまでできてんのか、どこができてないのか、どこが分かってないのかっていうそこをハッキリさせるような形で、そのコミュニケーションをせないかん」(No.4、30代、男性)のように、どこまでが可能で、どこまでが出来ていないかなどの現状を明確にさせる意味でのコミュニケーションの重要性も指摘されている。また、例えば、市民が専門家の研究室訪問をしたい場合に、専門家側が市民を受け入れて、コミュニケーションを取ることも考えられる。BMIの現段階、すなわち萌芽的な段階においては、専門家と市民が話し合うことで、そういう人達が、この先のBMIをどのような方向にもっていくのかを考えることができる。BMIにそれほど関わってこなかった企業が突然出てきて、その企業がBMI研究の主導権をとってしまうことも考えられる。しかしながら、現段階でなら、「私たちができるのは、専門家と市民がとことん話し合っ、あらゆる可能性をとりあえず列挙して、それについて考えていくしかないのかなあ。もう解決策なんて多分無いから、どれだけ可能性を並べることができるか」(No.7、20代、女性)というように、専門家と市民が話し合うことで、あらゆる可能性を列挙して、それ

について考えていくことも可能であるという認識もある。しかしながら、その一方で、専門家にそのようなコミュニケーションを持つ十分な時間がないことも指摘されている。

[BMIの専門家の真摯な態度の必要性] (2人) : BMIの専門家が、例えば、見学に来たいという人がいた場合、「オープンな態度をとって研究室訪問を受ける」(No.5、20代、女性)ことで、研究室や実験室の中で訳の分からないことを研究しているということを払拭する説明が出来、透明性が担保されるという認識がある。BMIを含む専門家は事実だけを社会に伝えればいいわけではなく、社会の側からの疑問などに対して真摯に答えていく義務を負っているという認識がある。例えば、BMIの研究において、サルに電極を埋め込んで、そこからケーブルで義手につないでいるケースにおいて、ある研究室が提供している映像の中では、電極の部分と義手の部分の工作されている様子は映像として消去されている。このような動物倫理的な問題にも、倫理委員会を通過しているから問題がないという態度ではなく、社会から問われたときにきちんと答えられるという義務を負っていることが指摘されている。

4. 考察及び今後の展望

以上、結果で述べたように、若手ELSI研究者の認識については一定程度明らかにすることができたと考えられる。本節では、明らかとなった若手ELSI研究者の認識について<倫理的・社会的問題>、<BMIと社会の関係>という2つの

[BMIについての人文・社会科学系(哲学、STS)の研究者の課題] (2人) : 具体的には、カプグラ症候群⁶のように何が問題なのかよく分からないケースが例として挙げられている。カプグラ症候群のように、例えば、奥さんの顔を見てよく分からないというのは問題だが、それはどの視点に帰属すれば問題となりうるのかということはよく分かっていない。「何が異常なのか、どういう概念で記述すれば異常なのか分からない」(No.2、20代、男性)という状況にある。このような状況下で、質的な、馴染み深さが消えてしまうというのは、何が問題なのだろうか。単純に、誰がみても救うべきものだという、苦痛を感じているか、病気であると見なされるケースは分かりやすい。しかしながら、不明瞭な形で、病気や、人の機能異常というものがみえてくるが、それについてどのように対処していくと問題となるのかがよく分かっていない。このような問題は医学の問題でもあり、哲学・倫理学者の課題でもあると認識されている。また、BMIの専門家だけが社会とのコミュニケーションをするだけでなく、BMIの専門家と社会の間に立てるような人が活躍できるような環境が必要であると認識されている。

側面から考察を行う。

若手ELSI研究者は、<倫理的・社会的問題>については詳細に指摘していることは確かであり、このような指摘についてはアップストリーム・エンゲージメントの観点からは、BMI研究

者が自身の研究の内容や技術開発において注視すべき点になると考えられる。特に、BMI研究者が意識しづらいと推測される内容としては、[リハビリと医療の線引き] や [治療やリハビリとエンハンスメント] などが挙げられる。これらは、倫理的議論における、いわゆる線引き問題と言われるものであり、どのような基準や見解を取るかによって境界は曖昧になるため議論が必要不可欠であり。また、哲学的問題に関する概念として4つの概念、[責任帰属の問題]、[自由意志の問題]、[人間の概念の変容]、[本物らしさ（オーセンティシティ）の喪失] が抽出されたが、インタビュー対象者のELSI研究者が専門的見地から指摘可能な問題であると考えられる。このような指摘については、実際のBMI技術開発の背景や根幹に関わるものであるが、実際の技術開発の現場においてはこのような問題についてBMI研究者が仔細に検討することは困難であると推測される。そのため、このような問題への指摘や対応においてこそ、ELSI研究者の役割が現行以上に重要視されるべきであり、アップストリーム・エンゲージメントの観点からも、このような問題についてはBMI研究者とELSI研究者の協同によって検討に取り組むべきであろう。

また、若手ELSI研究者は<BMIと社会の関係>についても様々な指摘を行っている。市民を含め関係アクターがどのように科学技術開発に関与していくのかについては、アップストリーム・エンゲージメントの提案がなされている。ELSI研究者からも、市民が何らかの形で技術開発に関与していくという点では、[誰がBMI技術をコントロールすべきなのか] の必要

性や、[市民と専門家の対話の必要性とその難しさ] が指摘されている。具体的には、広く[BMIが社会の側に与える価値観をどのようにすくい上げるのか] を理解し、BMIを実際に使用するような患者などについての[使用者のニーズの汲み取り方の必要性とその難しさ] が重要視されている。そのような市民の関与に対しての、[BMIの専門家の真摯な態度の必要性] も同時に指摘されている。また、市民とBMIの専門家以外の専門家である人々のBMI技術開発への関与としては、[BMIについての人文・社会科学系（哲学、STS）の研究者の課題] として、哲学やSTS領域の研究者（自分たちも含め）への、市民とBMIの専門家の間を結ぶメディエーターの役割の期待や、市民向けのアウトリーチを遂行する役割を担うことが望まれている。

以上を見る限り、ELSI研究者はBMIと社会の関係について様々な指摘を行っているようにみえるが、実際はどのような状況が好ましいのかについては迷いがあり難しさを感じていると考えられる。この理由として考えられることは、社会（一般市民）とBMI（専門家）の架け橋になれる可能性が自分たちを含めELSI研究者にはあると認識している一方で、本人たちはそのような役割を担うことが本当に出来るのかどうか確信が持てないからではないかと推測される。確かに、科学技術社会論や科学技術コミュニケーション論においては、ELSI研究者が、一般市民と専門家の間に入る事が出来るアクターの1つであるとされ、両者の特性や認識を踏まえた上での視点を提供することが可能であると考えられる状況にある。実際に、サイエン

スカフェなど科学技術と社会の接点においてもELSI研究者はこのような役割を割り振られることは多い。また、科学技術研究においてもELSI研究者はアウトリーチ活動や倫理的・社会的問題の捕捉などの役割を担うようになってきたことは現実的な状況としてある。しかしながら、実際には若手ELSI研究者はこの状況に困惑していることが本研究結果から提示される。

社会（一般市民）とBMI（専門家）を繋ぐことが可能なアクターの存在として、[BMIについての人文・社会科学系（哲学、STS）の研究者の課題] という概念からも理解されるように、自身の存在を認識している一方で、どのようなアクターが[使用者のニーズの汲み取り方の必要性とその難しさ] を解決できるのか、[BMIが社会の側に与える価値観をどのようにすくい上げるのか] を捕捉することが可能であるかについて難しさを指摘している。例えば、[使用者のニーズの汲み取り方の必要性とその難しさ] に関して、あるインタビューは次のように述べている。「現場に出て行って使用者のニーズを聞かないと分からない。聞き取りをしているかもしれないけど、技術が応用されるときにはされているかもしれないけど、技術開発の初期からそのようなニーズをどうすればくみ取れるのか。細かいニーズをくみ取るにはアンケートを重ねても難しい。技術が進展すればニーズをきめ細かく抽出することも可能だろうけど。」（No.2、20代、男性）また、[誰がBMI技術をコントロールすべきなのか] に関しては「なんかもう、市民が何と言おうと、専門家が何と言おうと、おっきな母体に結局振り回されちゃう。だから、その母体を最初から、

市民も専門家もコントロールできるようなものにしとかなないと、BMIなんて特にやばいんじゃないかって思ってる。」（No.7、20代、女性）という意見が表出している。また、[市民と専門家の対話の必要性とその難しさ] に関しては、市民と専門家の対話の必要性は認識する一方で、「難しいよね・・・、さいきんはサイエンスカフェなどで、話を、プレゼンをしていこうという場は出来つつはあるけど。BMIだと現場がどうなっているのかというのもあれだし、どうしたらいいんですかね・・・。」（No.5、20代、女性）と述べている。このように、若手ELSI研究者はBMIと社会の間の架け橋になることが期待され、実際の状況的にはそのような役割の一部を担っている一方で、同時にそのような役割を果たすことに対する「難しさ」を認識しているという図式が明らかになった。今後の課題としては、このような難しさをどのように解消し、ELSI研究者や他のアクターがBMIと社会の間の架け橋になっていくのかについての検討が必要であろう。

本研究の限界のひとつは、先端的科学技術であるBMIという個別の科学技術についての調査であり、かつその個別のBMI技術について回答者の属性をELSI若手研究者に限定しているため、他の先端科学技術の議論や他のアクターの認識にまで単純に本調査の結果や議論を当てはめることは難しいことである。当然ながら、先端科学技術という枠組みの中では本調査の内容を援用できる側面もあると考えられるが、他の先端科学技術の議論や他のアクターの認識については対象とする科学技術やインタビューの有する特性によって異なる可能性があるため

別途検討の余地があると考えられる。つまり、他の先端科学技術との比較や検討を行うためには、本調査内容を下敷きにして別途、他の先端科学技術や他のアクターへの調査を行う必要があり、この点については今後の課題として位置づけられる。

以上、得られた結果をもとに考察を行ってきたが、最後に今後の展望について述べる。本研究から示唆されることは、ELSI研究者がBMIのアップストリーム・エンゲージメントの文脈において重要なアクターであり、特に、倫理的・社会的問題や社会との関係においては関与の必要性が高いということである。ELSI研究者というアクターをアップストリーム・エンゲージメントの文脈において、どのように位置付け、参加を促進していくかということに関しての枠組み構築は今後の課題であろう。特に本調査か

らも明らかとなったELSI研究者が抱える「難しさ」をどうやって克服し、ELSI研究者の積極的な参加を推し進めるのかは大きな課題である。また、ELSI研究者だけではなく、アップストリーム・エンゲージメントにおいて重要なアクターである市民についての取り組みの必要性は急務である。筆者らは、中関心層～高関心層の市民を対象とした市民参加型ワークショップを開催し、また、低関心層を対象とした社会調査を行った。これらの結果は現在分析中であるが、ELSI研究者を対象とした本研究内容を補完すると考えられる。BMIと社会の関係を巡る議論は途についたばかりであり、今後のBMIの社会への応用可能性を勘案すると、今後の研究の必要性は増すばかりである。本研究がBMIと社会の関係を考える上で、一助となることを願っている。

謝辞

インタビューに応じてくださった方々に感謝いたします。本論文のもとになる草稿についてコメントやアドバイスをいただいた、佐倉統教授、武藤香織准教授、水島希特任助教に感謝いたします。本研究の一部は、文部科学省委託研究費である脳科学研究戦略推進プログラムの支援を受けています。

註

- ¹ 科学的な安全性などの確率は専門家の間である程度の一致はみられると考えられるが、その確率が安全か危険かという評価には、個人の判断が入るため、科学的問いの領域を越えるということである。
- ² 社会に実装される段階以前の研究開発中の科学技術。
- ³ エンハンスメントとは、人間の平均や標準を超えて能力増強することである。
- ⁴ マインドリーディングとは、脳情報を読み取る技術である。
- ⁵ 今回の対象者は大学院生でも全て博士課程在籍者のため、経験・知識は本論文の研究対象として十分であると考えられる。
- ⁶ 家族、恋人、親友などが瓜二つの替え玉に替わっているという妄想を抱いてしまう精神疾患の一種。

参考文献

- Fukushi, T. et al. (2007). Ethical considerations of neuroscience research: The perspectives on neuroethics in Japan. *Neuroscience Research*, 57, 10-16
- Glaser, B. G. & Strauss, A.L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company.
- Kearnes, M. et al. (2006) *Governinb at the Nanoscale*. DEMOS.

- Pidgeon, N. & Rogers-Hayden, T. (2007) . Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'? Health, Risk & Society, 9(2),191-210.
- Royal Society and Royal Academy of Engineering (2004) . Nanoscience and nanotechnology: Opportunities and uncertainties. Royal Society and Royal Academy of Engineering.
- Weinberg, A.M. (1972) . Science and Trans-Science. Minerva,10(2)
- 神谷之康 (2008) 「マインドリーディングの原理と倫理」 『脳21』 11(2): 28-32.
- 木下康仁 (1999) 『グラウンデッド・セオリー・アプローチ—質的実証研究の再生』 弘文堂
- 木下康仁 (2003) 『グラウンデッド・セオリー・アプローチの実践—質的研究への誘い』 弘文堂
- 小林 信一他 (2007) 『社会技術概論』 放送大学教育振興会
- 小林傳司 (2004) 『誰が科学技術について考えるのか』 名古屋大学出版会
- 小林傳司 (2007) 『トランス・サイエンスの時代』 NTT出版
- 平川秀幸他 (2007) 「市民と専門家の熟議と協働のための手法とインタフェース組織の開発」 社会技術研究開発事業 平成19年度研究開発実施報告書
- 藤垣裕子 (2003) 『専門知と公共性—科学技術社会論の構築へ向けて』 東京大学出版会
- 三上直之他 (2009) 「ナノテクノロジーの食品への応用」をめぐるとの三つの対話—アップストリーム・エンゲージメントのための手法の比較検討—」 科学技術コミュニケーション 6, 50-66.
- 美馬達哉 (2008) 「ブレイン・マシン・インターフェースの倫理」 『脳21』 11(2), 49-54.
- 山口富子 (2008) 「萌芽期の科学技術を取り巻く社会的文脈の考察—ナノテクノロジーを事例に」 科学技術社会論研究 6, 99-107.
- 文部科学省脳科学研究戦略推進プログラムホームページ <http://brainprogram.mext.go.jp/outline/>



磯部 太一 (いそべ たいち)

1980年2月28日

[出身大学又は最終学歴] 東京大学大学院学際情報学府修士課程修了

[専攻領域] 科学技術社会論、ELSI 研究

[主たる著書・論文] (3本まで、タイトル・発行誌名あるいは発行機関名)

磯部太一 (2010) 「萌芽的科学技術であるブレイン・マシン・インターフェース (BMI) と社会の関心の考察：市民認識を手掛かりとして」 『脳科学時代の倫理と社会』, 261-287.

住田朋久・磯部太一 (2011) 「脳ブームの社会的背景とマスメディア」 『新通史日本の科学技術 第3巻：世紀末転換期の社会史 /1995年～2011年』 原書房, 568-576.

磯部太一 (2012) 「BMIに関する脳神経倫理的問題の動向」 『ケース・スタディ生命倫理と法 第2版 (ジュリスト増刊)』 有斐閣, 323-328.

[所属] 東京大学大学院学際情報学府博士課程

[所属学会] 科学技術社会論学会、生命倫理学会、日本神経科学学会、Society for Social Studies of Science

The Perceptions of ELSI Researchers to Brain-Machine Interface : Ethical & Social Issues and the Relationship with Society.

Taichi Isobe*

Abstract

Recently, the importance of BMI (Brain-Machine Interface) as emerging technology in neuroscience has increased because it can expand the possibility of rehabilitation and brain understandings. BMI is an emerging technology in neuroscience that can decode and control information in the brain, elucidate brain functions, and recover and supply brain and physical function. On the other hand, BMI will raise new social and ethical problems which are qualitatively different from Genetically Modified Organization (GMO) and nanotechnology. In Japan, the opportunity to make dialogue and discussion such as science café and symposium between BMI researchers and general public have increased in a few years. In this situation, ELSI (Ethical, Legal & Social Issues) researchers have become facilitator and mediator between BMI researchers and general public. In society, they are representative of non-experts facing off against BMI experts, and society desire their important role in this context. In this paper, I analyze how they perceive ethical and social issues about BMI technology and how they perceive the relationship between BMI and society.

Graduate School of Interdisciplinary Information Studies the University of Tokyo.

Key Words : ELSI researcher, perception research, Upstream engagement, Emerging technology, Science communication, Brain-Machine Interface (BMI) .