



2017年7月3日

報道関係者各位

慶應義塾大学

ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）技術の急速な社会展開 に対して倫理綱領3基準をサイエンス誌に発表

—神経科学者、倫理学者、法学者、教育学者からなる学際・国際チームによる研究成果—

慶應義塾大学理工学部生命情報学科 牛場潤一准教授（リハビリテーション神経科学研究室）は、ドイツ、米国、カナダ、スイスの研究グループと共同で、ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）技術の急速な社会展開に対して遵守すべき倫理綱領3基準を策定し、ライフサイエンス分野における世界最高峰の三大学術雑誌の1つである「Science」（2017年6月30日（米国東部時間）発行）に声明として発表しました。

現在、脳と機械を直接つなぐBMIの技術開発が大きく進展し、フェイスブック、ニューラリンク、パナソニックなどの企業が相次いでBMIの製品化を表明しています。その一方、BMIによって思考が読み取られる危険性や、人間がサイボーグ化していくことの是非といった倫理的な懸念が、社会で急速に広がっています。今回の声明が、BMIの産業化に取り組む企業の行動規範の遵守と開示を促し、BMIの倫理実装に関する世界基準になることが期待されます。また、BMIに対する正しい知識に基づいた社会受容や、科学的に適切な法整備につながることを期待されます。

1. 本研究のポイント

- ・脳と機械を直接つなぐBMI研究の世界的権威であるドイツ、米国、スイス、日本の研究者が、倫理学者、法学者、教育学者と共同で、BMI技術に必要な倫理綱領3基準を策定した。
- ・BMI研究には、
 - 「BMI動作が引き起こした事故や事件に対する法的責任の明確化（行動責任）」
 - 「読み出した脳情報の保護、脳への不正なアクセス防止（個人情報保護）」
 - 「技術情報の正確かつ迅速な開示に基づく倫理規範の熟成と社会受容の促進（社会啓発）」の倫理綱領3基準が必要なことを示した。
- ・フェイスブック、ニューラリンク、パナソニックなどの世界的企業がBMIの産業化を進めているなか、本声明を軸に健全な社会実装が進むことが期待される。

2. 研究背景

現在、脳の信号からコンピューターを操る技術「BMI（ブレイン・マシン・インターフェース）」の開発熱が、シリコンバレーで高まっています。フェイスブックはBMIを使って、言葉を発したり文字を書いたりするときの脳情報を読み出し、念じるだけで文字入力可能なテレパシー技術の開発を進めていることを公表しました。また、テスラやスペースXの創業者として知られるイーロン・マスク氏もBMIの新会社（ニューラリンク）を設立し、脳卒中などによる体の麻痺をサイボーグ的に治療再建する技術や、思考のアップロードやダウンロードが可能な技術を開発すると宣言しました。日本で

も、慶應義塾大学がパナソニックなどと共同で、これまでの医療では治療が困難とされてきた脳卒中重度片麻痺患者の脳活動を調整する BMI を開発し、現在、関東 4 病院で医師主導治験が進められているところです（2018 年度中の薬機法承認取得を予定）。このように、脳と機械を直接つなぐ BMI の実用化は現在、SF の世界を超えて世界中で急速に進んでいます。

しかしその一方で、BMI 技術の実用化には倫理的、法的な懸念が拭えません。ユーザーの意に反して思考が読み取られる危険性、脳や体の一部が BMI によって置き換えられてサイボーグ化することへの恐怖、BMI が行った行動や判断にユーザーがどこまで責任をとられるのか、といった点が数多く指摘されているのが現状です。しかし BMI は、脳科学、医学、AI、ロボティクスが融合した高度複雑技術であるため、「BMI がどのように動作しているのか?」、「BMI で何ができ、何ができないのか?」、「BMI 利用によって、脳はどこまで変化する可能性があるのか?」といった理解が難しく、したがって BMI が人間や社会に及ぼす影響を検討することがこれまで困難でした。

そこで今回、長年にわたって第一線で BMI 研究に携わり、企業との BMI 産業化研究にも取り組んでいる複数の世界的権威が協働し、倫理学者、法学者、教育学者も加わった以下の研究グループによって、ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) 技術に関する倫理綱領 3 基準を策定しました。

<研究グループ>

- ・イェンス・クラウゼン博士（ドイツ、神経倫理学）
BMI による脳機能の拡張が引き起こす倫理的、社会的問題を研究する神経倫理学者。
- ・エバーハート・フェッツ博士（米国、神経科学）
世界で初めてサルを用いて BMI 制御実験に成功した世界的権威。
- ・ジョン・ドナヒュー博士（スイス、神経科学）
脊髄損傷患者の脳に針電極を埋め込み、脳信号によってダイレクトにロボットアームを操作する実験に成功した BMI の世界的権威。
- ・牛場潤一博士（日本、慶應義塾大学、神経科学）
脳卒中片麻痺患者の脳信号から直接ロボットデバイスを操作して麻痺した手の運動を介助する BMI リハビリ法を考案した研究者。これまでの医療では治療が困難とされてきた超重度運動麻痺の機能回復に成功。本研究分野の第一人者。パナソニックとの BMI の産業化も推進中。
- ・ウリケ・スパーハース博士（ドイツ、神経倫理学）
医療介入行為に関する説明責任問題を研究する教育学者。
- ・ジュニファー・チャンドラー博士（カナダ、法学）
BMI によって脳機能が変化したユーザーの法的責任や人格権について研究する法学者。
- ・ニルス・ビルバウマー博士（ドイツ、神経科学）
神経難病 ALS によって“完全閉じ込め”状態となった患者の脳信号を読み出してパソコン操作を可能にし、患者が再びコミュニケーションをとれるようにした BMI の世界的権威。
- ・スルヨ・ソーカダー博士（ドイツ、神経科学者）
脊髄損傷患者に BMI を適用し、脳信号を使ってウェアラブルロボットを直接駆動することで麻痺手を動かし、街中のレストランで食事ができることをデモンストレーションした研究者。本研究分野の第一人者。

3. 研究内容・成果

本声明では、脳と機械を直接接続する BMI 技術の産業化に際してはらむ倫理的懸念について、「BMI 動作が引き起こした事故や事件に対する法的責任の明確化（行動責任）」「読み出した脳情報の保護、脳への不正なアクセス防止（個人情報保護）」「技術情報の正確かつ迅速な開示に基づく倫理規範の熟成と社会受容の促進（社会啓発）」からなる倫理綱領 3 基準を策定しました。

1) 「BMI 動作が引き起こした事故や事件に対する法的責任の明確化（行動責任）」

BMI に人工知能が搭載され、人間の処理能力を大きく超えた情報量を即座に分析できる技術が脳に直接接続されるようになった今、人間の意思が及ばないところで BMI が駆動して事故や事件が起きた時のことを想定して、人間と BMI 製造企業の間での法的責任、賠償問題、立証責任を事前に明確化し、同意の下で運用する必要があることを示しました。この問題は刑法や保険制度の設計などにも影響を及ぼすため、早急な検討が望まれます。

2) 「読み出した脳情報の保護、脳への不正なアクセス防止（個人情報保護）」

無線を通じて飛び交う脳情報のセキュリティ（盗難・改ざん対策）や、BMI のハッキングによる脳への不正アクセスの防止について、技術的対策を施した製品の開発とその内容に関する社会への事前開示が必要であることを示しました。この問題は製造責任や消費者保護に関する法的整備にも影響を及ぼすため、早急な検討が望まれます。

3) 「技術情報の正確かつ迅速な開示に基づく倫理規範の熟成と社会受容の促進（社会啓発）」

BMI の研究開発途上で新たに発見された特性の迅速な開示と、それによる社会的検討の促進が必要であることを示しました。たとえば、論文執筆者のひとりである牛場潤一准教授は、BMI の長期利用によって神経系の機能に変容することを 2011 年に発見し、学術論文でその詳細を発表しました。BMI の人体への悪影響を懸念する声があるなかで、逆にこれを神経機能再生治療として医療応用する流れを生み出し、現在の医療で困難とされている脳卒中超重度片麻痺の回復を実現するに至っています。BMI はこうした揺らぎのなかで成長している技術であることを開示した上で、科学技術の利用推進や規制を検討することが望まれます。

4. 今後の展開

今回の声明が、BMI の産業化に取り組む企業の行動規範の遵守と開示を促し、BMI の倫理実装に関する世界基準になることが期待されます。また、BMI に対する正しい知識に基づいた社会受容や科学的に適切な法整備につながることを期待されます。

5. 特記事項

本発表論文に関連した慶應義塾大学 牛場潤一准教授による BMI 研究は、AMED の支援を受けて行われております。

※(参考)慶應義塾大学とパナソニックの共同開発についての記事

「念じて動かす技術」BMI 難病治療の現場に広がる - NIKKEI STYLE (2017 年 2 月)

<http://style.nikkei.com/article/DGXXZ012499470T00C17A2TZQ001?channel=DF130120166089>

<原論文情報>

Jens Clausen, Eberhard Fetz, John Donoghue, Junichi Ushiba, Ulrike Spörhase, Jennifer Chandler, Niels Birbaumer, Surjo R. Soekadar. Help, hope, and hype: Ethical dimensions of neuroprosthetics -Accountability, responsibility, privacy, and security are key. Science 356(6345), 2017.

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、各社科学部等に送信させていただいております。

・研究内容についてのお問い合わせ先

慶應義塾大学 理工学部 生命情報学科 准教授 牛場 潤一 (うしば じゅんいち)

TEL : 045-566-1678 FAX : 045-566-1678 E-mail : ushiba@bio.keio.ac.jp

<http://www.brain.bio.keio.ac.jp/>

・本リリースの配信元

慶應義塾広報室 (竹内)

TEL : 03-5427-1541 FAX : 03-5441-7640 Email : m-koho@adst.keio.ac.jp

<http://www.keio.ac.jp/>