

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月8日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]
東京工業大学・科学技術創成研究院
[職・氏名]
准教授・吉村奈津江
[課題番号]
JPJSBP1 20193510

1. 事業名 相手国: ドイツ (振興会対応機関: DAAD) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 閉じ込め症候群患者のための脳波を用いたブレイン・コンピュータ・インタフェース

(英文) Development of an EEG-based brain-computer interface for completely-locked in syndrome patients

3. 共同研究全実施期間 2019年4月1日～2022年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

University of Tuebingen, Professor, Niels Birbaumer

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,105,524 円
内訳	1年度目執行経費	1,356,313 円
	2年度目執行経費	749,211 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	5名
相手国側参加者等	6名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	2	5 (0)
2年度目	0	0	0 (0)
3年度目	0	0	0 (0)
4年度目	-	-	- (-)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

筋萎縮性側索硬化症(ALS)の進行に伴い、眼球運動を含む全身の運動機能が損失されてしまう「完全閉じ込め症候群(CLIS)」となった患者のために、CLIS 患者での実験基盤が既に確立されているドイツ側のチームと、脳波を用いた詳細な情報抽出実績を上げてきた日本側チームとが協力して意思伝達システムを構築することを目的とした。日本では CLIS 患者での実験を行える制度がないため、日本側参加者がドイツおよびイタリアの患者宅に滞在し、実験およびデータ計測を実施する一方で、ドイツ側参加者は日本側で確立した新たな実験パラダイムの習得やワークショップ参加のために日本に滞在する形で研究交流を推進した。国際共著論文 2 報を発表し、国内特許を出願した。またアウトリーチとして、スイス人映画監督(Jean-Stéphane Bron)による映画“THE BRAIN”(2021 年にフランス、スイスにて公開)に我々の取り組みが一部紹介されており、2020 年 2 月に他界した実験協力者の追悼集会が 2022 年 5 月に行われ、両国代表者のコメントと映画が配信される予定となっている。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

ブレインマシンインタフェース(BMI)研究では健常者や脳卒中片麻痺の患者のデータを利用しているものが多く、それらの脳波の特徴をそのまま CLIS 患者に利用できるかどうかは不明な点が多いのが現状である。現在の BMI で最も多く利用されている脳波の周波数成分の特徴が CLIS 患者で異なる傾向があることを、我々は経験的に認識していたが、それを以下の学術論文として公開した。

Maruyama Y, Yoshimura N, Rana A, Malekshahi, A, Tonin A, Jaramillo-Gonzalez A, Birbaumer N, Chaudhary U, Electroencephalography of completely locked-in state patients with amyotrophic lateral sclerosis, *Neuroscience Research*, 162, DOI: 10.1016/j.neures.2020.01.013, pp. 45-51, (2021).

その一方で、日本国側で確立した実験パラダイムを健常者と CLIS 患者に適用し比較した結果から、これまでの実績以上に Yes と No の違いが安定して得られること、そしてその現象が CLIS 患者にも認められることが示された。これは CLIS 患者の脳機能が運動機能以外は健常者と同等とみなせることを裏付ける結果でもあると考えられる。この成果は以下の学術論文として公開した。

Yoshimura N, Umetsu K, Tonin A, Maruyama Y, Harada K, Rana A, Ganesh G, Chaudhary U, Koike Y, Birbaumer N, Binary semantic classification using cortical activation with Pavlovian-conditioned vestibular responses in healthy and locked-in individuals, *Cerebral Cortex Communications*, Vol. 2, Issue 3, tgab046, pp. 1-13, (2021).

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

CLIS 患者のための意思伝達システムの確立に長年注力してきたドイツ側代表者の Birbaumer 教授と日本側代表者が 2017 年にドイツに 3 ヶ月滞在中に初めて実験参加者となったイタリア人患者との取り組みが、スイス人映画監督(Jean-Stéphane Bron)の目に留まり、映画“THE BRAIN”の一部に含まれることとなった。映画は 2021 年に完成しフランス、スイスにて公開されたが、完成前の 2020 年 2 月に協力者のイタリア人患者は他界した。その患者の家族との交流は今でも続いており、2022 年 5 月にイタリアで映画の上映会も行う追悼集会の準備が現在進められており、両国代表者はそれぞれ上映前に短いスピーチを行う予定である。イベントは facebook および YouTube で配信予定。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資

する等の社会的貢献はどのようにあったか)

2020年1月に、THE SWISS BIENNIAL ON SCIENCE, TECHNICS + AESTHETICS という一般市民も対象とした「人間の意識」をテーマにした集会にドイツ側代表者とともに招待された。ドイツ側代表者の講演について日本側代表者が座長を担い、後のパネルディスカッションではパネリストとして登壇し、「意識」について市民と意見交換を行った。

THE MYSTERY OF CONSCIOUSNESS, The 13th Swiss Biennial on Science, Technics + Aesthetics, Luzern, Swiss, Jan 18th, 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=jmc2QfrC3nk>

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

ドイツ側代表者のラボに所属していた Alessandro Tonin の博士号取得のためのアカデミックサブスーパーバイザーに日本側代表者が依頼を受けた。また、日本側代表者のラボの修士課程、博士課程の学生各1名は、CLIS 患者の実験を行うためにイタリアおよびドイツに渡航し、貴重な経験をさせることができた。ドイツ側の代表者のラボに所属していた学生合計 4 名は日本に来日し、ワークショップの参加や実験パラダイムの習得などを行うことができた。

(6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

ドイツ側代表者はメンバーとともに NPO 法人 ALS Voice を設立 (<http://www.alsvoice.org/>) し、日本側代表者は共同研究を引き続き行う計画である。一方、日本国内での取り組みは、科研費(基盤 B)による支援のもとで CLIS まで進行していない患者を対象とした取り組みを行い、患者本人の意見を聞きながら効果検証を通して技術を確立している予定である。これにより、より実現性の高いシステム構築を目指すことができると考えている。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など

以下の国内特許を出願した。

出願番号:特願 2020-108549

名称:情報処理装置および情報処理方法

発明者:吉村奈津江, ゴウリシャンカー ガネシュ, ルドビコ ミナティ, 小池康晴、吉田英一

出願人:東京工業大学、産業技術総合研究所

出願日:2022年6月24日