

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12880

研究課題名（和文）認知症の早期診断を目的とした新しい認知機能検査法

研究課題名（英文）New Cognitive Testing Method for Early Diagnosis of Dementia

研究代表者

田中 久弥（Tanaka, Hisaya）

工学院大学・情報学部（情報工学部）・教授

研究者番号：80296384

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：認知症の早期診断に用いる検査時間が短く感度が高い検査法の研究開発を行った。独自検査指標であるブレイン・コンピュータインタフェース誤入力距離値SEDVを開発し100名以上高齢者で検証を行い神経心理学検査MMSEとの高い相関を得た。またこれらのデータを用いて認知機能の状態・症状の分類モデルを作成した。疑いなし群を含む4分類で正答率は57.1%、また疑いなし、軽度認知障害、アルツハイマー型認知症の3分類で正答率69.0%、疑いなしと軽度認知障害の2分類で正答率は78.8%であった。いずれも検査時間は30分未満であり本研究が早期診断の検査の一つとして有用である可能性を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究成果は検査の自動化、遠隔化に役立てることができる。それができたら自宅で一人で検査をして脳情報に基づく客観的な指標に基づいて病院にかかるきっかけを作ることができる。また検査の簡便化にも役立つ。日本では認知症診断を受けたがらない人、受けたとしても確定診断まで平均15.0ヶ月かかることが分かっている。確定診断が早ければ薬物療法とリハビリテーション療法が受けられ、認知症の進行を抑えることができる。また社会問題として、アジア圏の高齢化率増加に伴い認知症患者が増加しており、2050年にアジア人の6720万人が発症すると予測されている。本研究の手法は言語に依存しない検査方法が開発できる。

研究成果の概要（英文）：We developed a new test method with short test time and high sensitivity for early diagnosis of dementia, and developed an original test index, the Brain-Computer Interface Error Distance Value (SEDV), during a three-year research period, and validated it in over 100 elderly subjects, obtaining high correlation with the MMSE neuropsychological test. Using these data, we also developed a classification model of cognitive status and symptoms. The correct response rate was 57.1% for the four categories including the no suspicion group. The correct response rate was 69.0% for the three categories of no suspicion, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. The correct response rate for the two categories of no suspicion and mild cognitive impairment was 78.8%. All of the tests took less than 30 minutes, indicating that this study may be useful as one of the tests for early diagnosis.

研究分野：生体情報学

キーワード：認知症 軽度認知障害 ブレイン・コンピュータインタフェース 文字入力 早期診断

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

社会問題として、アジア圏の高齢化率増加に伴い認知症患者が増加しており、国際アルツハイマー協会研究によれば 2050 年にアジア人の 6720 万人が発症すると予測されている。日本では認知症診断を受けたがらない人、受けたとしても気がついてから確定診断まで様々な検査が必要で平均 15.0 ヶ月かかることが分かっている (認知症の人と家族の会, 2014)。確定診断が早ければ薬物療法とリハビリテーション療法が受けられ、認知症の進行を抑えることができる。

そのため、従来の問診法、画像診断法、体液診断法に次ぐ簡便な検査方法が必要になった。この検査法を実用化することで、早期診断の一部を機械で代行することができ、検査を受ける人の心的負担、身体的負担、待ち時間等の解消が期待でき、認知症専門医の判断材料を増やし、確定診断を早めることができる。

2. 研究の目的

我々の検査法(BCI法)の有用性を確かめることである。100名以上の被験者への検証実験実施し画像診断法、問診法との相互検証を行い、検査の感度・特異度(両者が高いほど正しい検査である指標)を90%程度まで高めることがねらいである。これまでの研究で認知機能が低下するほど(MMSE, FABでの問診), 誤入力文字距離(SEDV)が大きくなることが示された。つまり認知機能の低下を何文字標的から外れたか(単位文字)という客観的指標で表すことができた。

3. 研究の方法

P300-Speller と呼ばれる脳の言語情報をコンピュータで可視化する技術を使い、その言語情報の誤りを認知機能低下の指標とする。我々は認知症患者に文字を注視させコンピュータにその文字を推定させるプログラムを作成した。このプログラムを用いてコンピュータからの刺激文字に対する注意集中を脳波計測で数値化・分類する。認知機能障害が進行すると打ち間違えが増える(図1)。

東京医科大学病院の協力のもと、外来患者のデータを収集し診断の有用性を明らかにするための検証実験を行う。従来の医師の診断・神経心理士による神経心理指標と、この診断装置の指標に相関があるかを検証する。



図 1: BCI 法による認知機能評価の様子

4. 研究成果

独自検査指標であるブレイン・コンピュータインタフェース誤入力距離値 SEDV を開発し 100 名以上高齢者で検証を行い神経心理学検査 MMSE との高い相関を得た(図2)。またこれらのデータを用いて認知機能の状態・症状の分類モデルを作成した。疑いなし群を含む 4 分類で正答率は 66.67%、疑いなしと軽度認知障害の 2 分類で正答率は 78.8% であった。いずれも検査時間は 30 分未満であり本研究が早期診断の検査の一つとして有用である可能性を示すことができた(図3)。

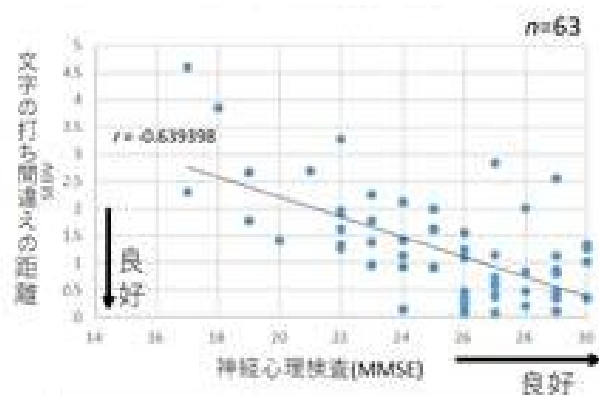
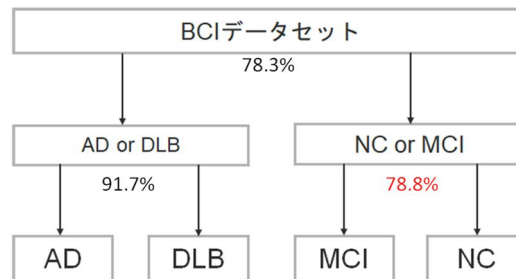


図2 BCI法によって計測された打ち間違い距離(SEDV)と神経心理検査の相関

	NC	MCI	AD	DLB
年齢	75.37±1.80	78.25±1.21	80.38±1.70	80.75±1.08
MMSE	28.88±0.48	27.44±0.34	22.71±0.61	23.08±1.22
教育年数	15.25±2.14	13.35±0.55	11.59±0.72	11.36±0.49



BCIによる分類器と精度(N=69, Total: 66.67%)

文字入力型BCIによる認知症タイプ分類モデルの提案 (田中・福島他、日本認知症学会学術集会2020)

図3 BCI法と機械学習を組み合わせた認知機能低下の症状・状態の予測モデル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Akihiro Fukushima, Ryo Morooka, Hisaya Tanaka, Hirao Kentaro, Akito Tugawa and Haruo Hanyu	4. 巻 26
2. 論文標題 Classification of dementia type using the brain-computer interface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 216-221
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10015-020-00673-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 諸岡 遼, 福島 暁洋, 佐藤 茜, 田中 久弥, 馬原 孝彦, 平尾 健太郎, 都河 明人, 羽生 春夫	4. 巻 22
2. 論文標題 BCIと前頭葉機能検査を用いた認知症の早期診断法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 211-218
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11184/his.22.2_211	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 栗原 龍之典, 諸岡 遼, 濱中 咲希, 田中 久弥, 馬原 孝彦, 都河 明人, 羽生 春夫	4. 巻 21
2. 論文標題 文字入力型BCIを用いた認知症患者の新しい認知機能評価法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 21-30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11184/his.21.1_21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 福島 暁洋, 田中 久弥, 都河 明人, 深澤 雷太, 平尾 健太郎, 清水 聡一郎
2. 発表標題 文字入力型BCIによる認知症タイプ分類モデルの提案
3. 学会等名 第39回日本認知症学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Yuri Nishizawa, Hisaya Tanaka, Raita Fukasawa, Kentaro Hirano, Akito Tsugawa and Soichiro Shimizu
2. 発表標題	Evaluation of Cognitive Decline Using Electroencephalograph Beta/Alpha Ratio During Brain-Computer Interface Tasks
3. 学会等名	International Symposium on Affective Science and Engineering 2021 (ISASE2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Kohei Yoshida, Hisaya Tanaka, Raita Fukasawa, Kentaro Hirano, Akito Tsugawa and Soichiro Shimizu
2. 発表標題	Estimating Cognitive Decline using P300 based Spelling-Brain-Computer Interface
3. 学会等名	International Symposium on Affective Science and Engineering 2021 (ISASE2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Akihiro Fukushima, Hisaya Tanaka, Haruo Hanyu, Akito Tsugawa
2. 発表標題	Validity of Cognitive Function Decline Level using BCI
3. 学会等名	10th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	田中久弥, 諸岡 遼, 福島 暁洋, 佐藤 茜, 馬原 孝彦, 平尾 健太郎, 都河 明人, 羽生 春夫
2. 発表標題	ブレイン・コンピュータインタフェースの入力誤りによる認知機能評価
3. 学会等名	第38回日本認知症学会学術集会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 諸岡 遼, 福島 暁洋, 佐藤 茜, 田中 久弥, 馬原 孝彦, 平尾 健太郎, 都河 明人, 羽生 春夫
2. 発表標題 認知症初期群の前頭葉機能とBCIの誤入力の関係
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuri Nishizawa, Hisaya Tanaka, Raita Fukasawa, Kentaro Hirao, Akito Tsugawa & Soichiro Shimizu
2. 発表標題 Evaluation and Classification of Dementia Using EEG Indicators During Brain-Computer Interface Tasks
3. 学会等名 International Conference on Human-Computer Interaction 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohei Yoshida, Hisaya Tanaka, Raita Fukasawa, Kentaro Hirao, Akito Tsugawa & Soichiro Shimizu
2. 発表標題 Multiple Regression Model for Cognitive Function Evaluation Using P300 Based Spelling-Brain-Computer Interface
3. 学会等名 International Conference on Human-Computer Interaction 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田 昂平, 田中 久弥, 清水 聡一郎, 金高 秀和, 平尾 健太郎, 佐藤 友彦, 深澤 雷太
2. 発表標題 P300スベラーを用いた高齢者の事象関連電位の短時間計測
3. 学会等名 電気学会計測/知覚情報合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤侑里, 田中久弥, 清水聡一郎, 金高秀和, 平尾健太郎, 佐藤友彦, 深澤雷太
2. 発表標題 文字入力型BCIタスク時の脳波を用いた認知機能低下の指標の検討
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 久弥, 久保 稜磨, 都河 明人, 深澤 雷太, 佐藤 友彦, 平尾 健太郎, 金高 秀和, 清水 聡一郎
2. 発表標題 ブレイン・コンピュータインタフェースと機械学習による認知症の症状・状態の予測
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke MINAMIO, Hisaya TANAKA, Raita FUKASAWA, Kentaro HIRAO, Akito TSUGAWA, Soichiro SHIMIZU
2. 発表標題 Visualization of Spatial Attention on the BCI Cognitive Test Screen
3. 学会等名 International Society of Affective Science and Engineering 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島 暁洋, 田中 久弥, 都河 明人, 深澤 雷太, 平尾 健太郎, 清水 聡一郎
2. 発表標題 文字入力型BCIを用いた認知機能評価における階層的分類モデルの提案
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会サイバーコロキウム
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------