

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K07778

研究課題名(和文) 機械学習を用いた顔・会話・行動からの早期認知症診断ツールの開発

研究課題名(英文) Investigation of a Model for Evaluating Cognitive Decline from Facial Photographs Using AI

研究代表者

亀山 祐美 (KAMEYAMA, Yumi)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：60505882

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：認知症が正常か顔写真を用いてXceptionというAIモデルは正答率92.6%と高い弁別能を示すことができた。より良いAIモデルの作成するには時間もかかるため、既存の「顔年齢」AIソフト(Microsoft azure face API)によるAI顔年齢が認知機能(MMSE)と相関するか検討した。人で見た目年齢を評価した方がMMSEに強く相関していたが、azureでは評価できなかった。その原因としてazureでは、暦年齢より15歳ほど若く判定され最大値が74歳であり、日本人高齢者の判定が苦手である可能性が考えられた。日本人の顔判定モデルは、日本人高齢者で作成する必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知症は高齢化社会において最も深刻な問題の一つであり、今後の治療戦略においては早期診断がとて重要になっている。簡単で非侵襲的で安価な認知症のスクリーニングが望まれている。我々は、顔だけで認知症をスクリーニングできることを世界で初めて示すことができたが、既存のAI azureモデルでは、顔年齢は認知機能低下を反映していなかった。日本人高齢者の顔年齢AIソフトは、日本人の顔写真で作成する必要があり、また認知機能低下を予測するより良いモデルも今後作成していく必要がある。

研究成果の概要(英文)： An AI system, which would perform better than the human eye, we examined whether AI facial age reflects cognitive decline and MMSE score. The multiple existing AI models and "face age" AI software (Microsoft azure face API) were assessed. The Alzheimer's disease group (121 people) and normal group participants (Kashiwa cohort study of 117 people) were photographed. We evaluated their faces using multiple AI models and the Microsoft azure face API to examine the relationship between cognitive decline and MMSE.

The AI model called Xception showed high discrimination with a sensitivity of 87.3%, specificity of 94.6%, and a correct answer rate of 92.6%. The scores calculated by the AI model correlated with cognitive decline more strongly in the lower half of the face than in the upper half. The AI azure facial age correlated with "10 later judged perceived age" ($r = 0.791$, $p = 3.88 \times 10^{-27}$) but it would not correlate with MMSE.

研究分野：認知症

キーワード：認知症 AI 顔写真

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2025年には日本に認知症患者が700万に増えると予測されており、その前段階の軽度認知障害MCIも400万人程度いると言われている。正常からMCIになる、また、MCIから認知症になる高齢者を早期に発見し、介入できるよう、認知症早期発見ツールを開発したい。認知症の早期発見ツールは、どこでもでき、特別なスキルを要さず、簡便、安価であることが求められている。「物忘れ外来」といった名前の外来が増えているが、受診したくない、またはできない高齢者も多く、高齢者健診の一環で、スクリーニングができることが理想である。

人工知能(AI)は、現在急速に発展している分野であり、医学においても様々な応用がされてきている。我々は、早期認知症診断研究の一貫で、脳血流 SPECT の正常、アルツハイマー病(AD)、レビー小体型認知症(DLB)の鑑別を比較的簡単な深層学習(deep learning)に行わせることができ報告した(Iizuka, Sci Rep., 2019)。しかしながら、脳血流 SPECT、PET 検査など核医学検査は10~20万円と高額であり、3600万人を超える65歳以上の高齢者の認知症スクリーニングには向かない。そこで、以前から「認知症になると老けて見える」と「顔(表情)による認知症判別」に注目し、「見た目年齢」が認知機能と強く相関すること(Umeda-Kameyama, GGI,2020)、パイロット研究で、AIモデルで9割の正答率で認知症か正常か判別できたこと(Umeda-Kameyama, aging,2021)を報告した。顔をAIで認知症か正常かスクリーニングできれば、採血や注射、放射線、腰椎穿刺などの侵襲は一切なく、費用も安い。顔だけではなく音声や睡眠・活動データなど組み合わせることによってさらに良い精度を出すことも可能かもしれない。

2. 研究の目的

研究開始当初、様々なアルツハイマー病に対する治験が効果を期待できず打ち切りになっていたが、発症した時には既に神経変性が進んでいるということが原因と思われている。したがって、発症前はリスク(動脈硬化疾患、低活動、肥満など)を減らし、認知機能低下を早期に診断することが重要である。食事や運動など介入で認知症の発症や進行を抑えることができるとわかってきており、正常からMCIになる、また、MCIから認知症になる高齢者を早期に発見し、介入できるようになれば、認知症患者の増大の抑制につながるかもしれない。

認知症を診断するには、心理検査、頭部MRI、脳血流SPECT、髄液検査、アミロイドPETなどがある。しかしながら、コストや侵襲性からスクリーニングには向かない。そこで、簡便で安価な「顔(表情)から認知症を判別するモデル」の作成を目的とし、顔写真・音声(声)と認知機能のデータを集め、AIモデルを作成することにした。コロナ禍でデータが思うように収集できなかったことを受け、既存の「顔年齢」AIソフト(Microsoft azure face API; AI azure)によるAI顔年齢が認知機能(MMSE)を反映しているか、検討を行った。

3. 研究の方法

研究1. 顔写真から認知症かどうか判別するモデルの構築

1) 顔写真・認知機能テストデータ集積

認知症患者は、東京大学医学部附属病院老年病科の外来・入院患者を対象にし、正常者は、9月~11月に行われる柏コホート研究(平成24年より2年おきに実施されている東京大学高齢社会総合研究

機構による非介護地域高齢者の検診調査)、令和4年からは警察庁・警視庁に協力を要請し、滝野川庁舎において運転免許更新の認知機能検査受験する高齢者において、顔写真撮影・認知機能検査を行った。

2) Microsoft azure face APIによる解析

研究1より良い AI モデルの作成するには、さらに顔写真をあつめるために時間もかかるため、既存の「顔年齢」AI ソフト(Microsoft azure face API; AI azure)による AI 顔年齢が認知機能(MMSE)を反映しているか、また、azure face API の感情とうつスコア(GDS15)は関連するか検討を行った。

アルツハイマー型認知症群は東大病院老年病科「物忘れ精査」患者(aMCI 含む)(121 名)病棟・外来で話をしてリラックスしたところで撮影。正常群は柏コホートスタディー(117 名)の検診の最後に撮影。いずれも無表情の顔写真用いた。Microsoft azure face API で顔の評価を行い、認知機能低下、MMSE との関係を検討した。

1. 顔写真の準備

アルツハイマー型認知症群は東大病院老年病科「物忘れ精査」患者(aMCI 含む)(121 名)病棟・外来で話をしてリラックスしたところで撮影。正常群は柏コホートスタディーの検診の最後に撮影(117 名)いずれも「証明書写真を撮る感じで」と無表情の顔写真用いた。

2. Microsoft azure face API で評価

AI azure で顔年齢、感情(怒り、嫌悪、恐怖、幸福、悲しみ、驚き)を判定。

3. AI azure 顔年齢は認知機能(MMSE)を反映しているか、うつスコア(GDS15)と感情のスコアの相関を検討した。文献1)の人判定見た目年齢のデータを利用した。

研究2. 音声から認知症かどうか判別するモデルの検討

下記、30 質問の録音を行い、音声特徴量をもちいた解析を行った。

①・ここに来るまでの流れ

- Q1. ご自宅はどちらになりますか？
- Q2. 今日はここまで来るのに、どれくらい時間がかかりましたか。
- Q3. お家を出られた後、どのように来られましたか？
- Q4. そうなると、本日は何時くらいに家を出ましたか。

②・生活史

- Q5. ご自身のお生まれはどちらになりますか？

③・普段の生活

- Q13. 普段はどのようにお過ごしですか？(おおよその1週間のスケジュールを教えてください。
- Q14. 朝は何時に起きて、何時に寝ていますか？
- Q15. 外出はどのくらいの頻度でされますか。(どこに行かれることが多いですか？)
- Q16. お風呂は毎日入っていますか。(湯船にはつかりますか？)
- Q17. 食事の支度はどうされていますか？(3食召し上がっていますか。/ 昨夜は何を食べましたか？)
- Q18. 家の掃除はどうされていますか？(どのくらいの頻度でされますか？)
- Q19. 洗濯はどうされていますか？(どのくらいの頻度でされますか？)

④・興味・関心

- Q20. 最近、テレビやネットで気になっているニュースについて教えてください。
- Q21: 最近あった悲しい出来事について教えてください。それはいつ起こったことですか？
- Q22: 最近あった不安な出来事について教えてください。
- Q23: 最近、腹が立った出来事について教えてください。
- Q24: 嫌な気分になった最近の出来事について教えてください。
- Q25: 最近あった出来事で驚いたことを教えてください。
- Q26 最近あった楽しい出来事について教えてください。それはいつ頃の出来事ですか？
- Q27: あなたが尊敬している人について教えてください
- Q28: 最近夢中になっていることは何ですか？

⑤・この後の予定・時間の流れ

- Q29. 今日のこの後のご予定はどうなっていますか？(どのようにご自宅までお帰りになりますか。
- Q30. 前回の受診日はいつでしたか？

4. 研究成果

研究1.

1) 顔写真から認知症を判別するAIソフトの開発

顔写真は、柏コホート 2000 枚、滝野川庁舎(運転免許更新の認知機能受験者)1800 名協力が得ら

れ、顔写真を撮影した。さらに顔写真と認知機能検査を行う必要があるため、今後も継続して顔写真を集めるべく、複数の認知症専門外来の研究者と共同研究の申し入れをした。

2) Microsoft azure face API による解析

AI azure 顔年齢は、10 人の医療従事者で判定した「人判定見た目年齢」と相関していた ($r = 0.791$, $p = 3.88 \times 10^{-27}$) (図 1)。

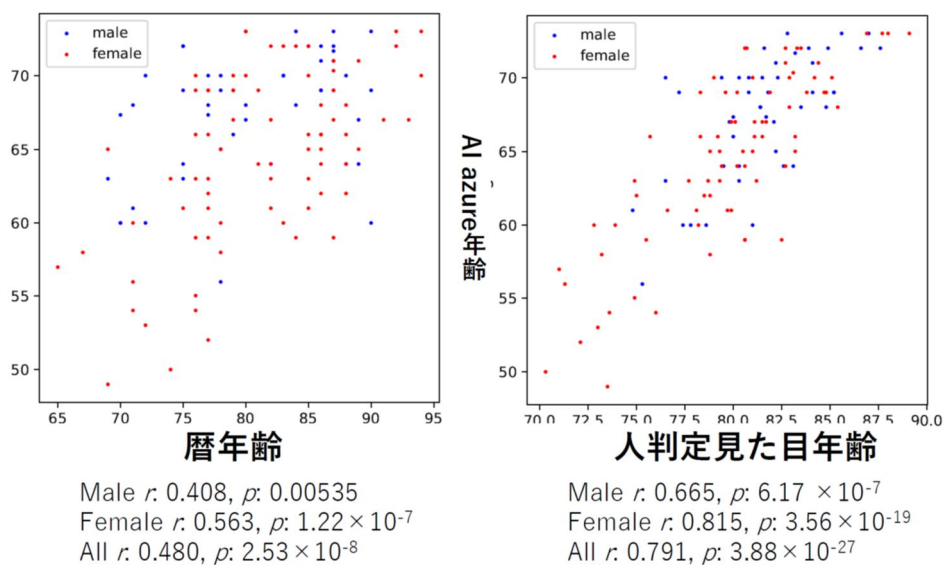


図1. AI azure 年齢と暦年齢、人判定見た目年齢の関係

MMSEと相関すると予測したが、AI azure による顔年齢判定では、暦年齢のほうが強い相関を示す結果であった(表 1)。うつスコア(GDS15)と感情(怒り、嫌悪、恐怖、幸福、悲しみ、驚き)はいずれも相関しなかった(図 2; 悲しみとの散布図、表 2)。

男性	r	p
暦年齢	-0.273	5.69×10^{-8}
azure	-0.262	1.96×10^{-7}
difference		0.817

女性	r	p
暦年齢	-0.232	0.000177
azure	-0.143	0.0220
difference		0.132

全体	r	p
暦年齢	-0.256	5.62×10^{-11}
azure	-0.215	4.33×10^{-8}
difference		0.283

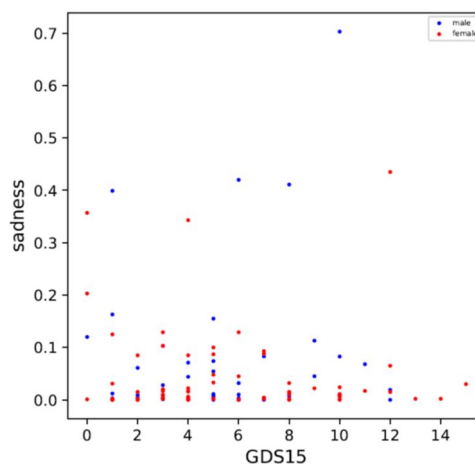


表1. 暦年齢、AI azure 年齢と MMSE との相関

図2. うつスコア(GDS15)と感情(悲しみ)

AI age	Smile	Anger	contempt	disgust	Fear	happiness	neutral	Sadness	Surprise	Bald	見た目	暦年齢	性別
0.037	0.027	-0.045	0.000	-0.163	-0.143	0.027	-0.014	0.020	-0.126	-0.061	0.064	0.040	-0.015

表2. うつスコア(GDS15)と感情の相関

< 考察 >

人判定見た目年齢と AI azure 顔年齢はかなり良い相関を示した。人判定見た目年齢は、暦年齢よりも認知機能とよい相関を示したが、AI azure の成績は、暦年齢に及ばなかった。その原因として AI azure では、暦年齢より 15 歳ほど若く判定され日本人の判定が苦手であったり、また、最大値が 74 であり高齢者の判定が苦手の可能性が考えられた。人判定見た目も、最低 10 人の判定が必要であり、人数を減らすとうまくいかない現状から、たった一つの AI モデルでは、評価できないのかもしれない。

< 小括 >

75 歳以上の高齢者の顔写真で年齢を判定する AI ソフトはまだなく、Microsoft azure face API よりも「10 人の人判定見た目年齢」のほうが、認知機能を反映している結果となった。日本人の顔写真をさらに集め、顔年齢 AI ソフトや認知機能低下顔判定ソフトの開発が望まれる。顔写真を用いて認知機能低下を予測することができ、医療機関への受診を促すきっかけになると、将来的に、医療過疎地での認知症スクリーニングや、認知症発症や悪化の予防、治療薬開始につながることも期待できる。

研究2 . 音声から認知症かどうか判別するモデルの検討

30 質問の会話の録音をし、音声特徴量をもちいた解析を行った。

29 名(男性 7 名、女性 22 名)のデータを認知機能 MMSE の点数で 3 群に分け、それぞれのグループの自然言語処理モデルの開発を行った。

本研究は東京大学 大学院新領域創成科学研究科の大学院生の学位論文として論文化された (Igarashi, Umeda-Kameyama, et.al. Assessment of adjunct cognitive functioning through intake interviews integrated with natural language processing models. Front Med (Lausanne), Apr 21,2023)。

現在、他の解析についても論文投稿中である。

< まとめ >

認知症かどうか顔(表情)や音声から判別できる AI モデルを開発した。今後安定したモデルを作成するべくさらに症例数を増やしていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6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 Umeda-Kameyama Yumi, Kameyama Masashi, Tanaka Tomoki, Son Bo-Kyung, Kojima Taro, Fukasawa Makoto, Iizuka Tomomichi, Ogawa Sumito, Iijima Katsuya, Akishita Masahiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Screening of Alzheimer's disease by facial complexion using artificial intelligence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Aging	6. 最初と最後の頁 1765 ~ 1772
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18632/aging.202545	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 Sawada Mika, Kubota Naoto, Sekine Rie, Yakabe Mitsutaka, Kojima Taro, Umeda-Kameyama Yumi, Usami Satoshi, Akishita Masahiro, Ogawa Sumito	4. 巻 16
2. 論文標題 Sex-related differences in the effects of nutritional status and body composition on functional disability in the elderly	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0246276 ~ 0246276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0246276	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamada Yoko, Kojima Taro, Umeda-Kameyama Yumi, Ogawa Sumito, Eto Masato, Akishita Masahiro	4. 巻 96
2. 論文標題 Outcomes of anticoagulant prescribing for older patients with atrial fibrillation depends on disability level provided by long-term care insurance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Archives of Gerontology and Geriatrics	6. 最初と最後の頁 104434 ~ 104434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.archger.2021.104434	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Iritani Osamu, Okuno Tazuo, Miwa Takaki, Makizako Hyuma, Okutani Fumino, Kashibayashi Tetsuo, Suzuki Kumiko, Hara Hideo, Mori Eri, Omoto Shusaku, Suzuki Hirokazu, Shibata Minoru, Adachi Hiroaki, Kondo Kenji, Umeda Kameyama Yumi, Kodera Kumie, Morimoto Shigeto	4. 巻 21
2. 論文標題 Olfactory-cognitive index distinguishes involvement of frontal lobe shrinkage, as in sarcopenia from shrinkage of medial temporal areas, and global brain, as in Kihon Checklist frailty/dependence, in older adults with progression of normal cognition to Alzheimer's disease.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geriatrics Gerontology International	6. 最初と最後の頁 291 ~ 298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.14128	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Moritoyo Takashi, Nishimura Naoko, Hasegawa Keiko, Ishii Shinya, Kirihara Kenji, Takata Munenori, Svensson Akiko Kishi, Umeda Kameyama Yumi, Kawarasaki Shuichi, Ihara Ryoko, Sakanaka Chie, Wakabayashi Yurie, Niizuma Kuniyasu, Tominaga Teiji, Yamazaki Tsutomu, Hasumi Keiji	4. 巻 -
2. 論文標題 A first in human study of the anti inflammatory profibrinolytic TMS 007, an SMTP family triprenyl phenol	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 British Journal of Clinical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/bcp.15651	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 Toshiharu Igarashi, Yumi Umeda-Kameyama, Taro Kojima, Masahiro Akishita, Misato Nihei	4. 巻 10
2. 論文標題 Assessment of adjunct cognitive functioning through intake interviews integrated with natural language processing models	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Front Med	6. 最初と最後の頁 1145314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmed.2023.1145314	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8件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 亀山祐美
2. 発表標題 「ワークショップブルックスケアと化粧療法医学」 医療現場における化粧療法の必要性
3. 学会等名 第59回日本癌治療学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 亀山祐美
2. 発表標題 「シンポジウム高齢者診療の性差におけるニューノーマル」 認知症の性差と ニューノーマルな認知症診療
3. 学会等名 第15回日本性差医学・医療学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 亀山祐美、亀山征史、秋下雅弘
2. 発表標題 高齢者医療でのAIの可能性
3. 学会等名 第32回日本老年学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 亀山祐美、亀山征史
2. 発表標題 認知機能低下者の顔を見分けることができるAIの可能性
3. 学会等名 第20回日本抗加齢医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yumi Kameyama, Masashi Kameyama, Masahiro Akishita
2. 発表標題 Symposium AI and Cognitive Disorders Screening of dementia by facial complexion using artificial intelligence.
3. 学会等名 Regional IPA/JPS Meeting and the 36th Annual Meeting of Japanese (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 亀山祐美
2. 発表標題 認知症早期診断の新規バイオマーカー嗅覚・見た目についての最近の知見
3. 学会等名 第64回日本老年医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 亀山祐美、亀山征史
2. 発表標題 AIと認知症診療 顔写真による検討
3. 学会等名 第12回日本脳血管・認知症学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 亀山祐美、亀山征史、矢可部満隆、石井正紀、小島太郎、宮尾益理子、小川純人、秋下雅弘
2. 発表標題 高齢入院患者における長谷川式簡易知能評価スケール・MMSE下位項目の性差
3. 学会等名 第16回日本性差医学・医療学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 江藤文夫、飯島節、伊東秀文、亀山祐美	4. 発行年 2023年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 416
3. 書名 神経内科学テキスト（改訂第5版）	

1. 著者名 亀山祐美、梅田悦生	4. 発行年 2023年
2. 出版社 同文書院	5. 総ページ数 192
3. 書名 ひと目でわかる検査数値 改訂第二版	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 疾患該当性判定プログラム及び疾患該当性判定装置	発明者 亀山征史、飯塚友道、亀山祐美、秋下雅弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2022-51137	取得年 2022年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

東京大学医学部附属病院 プレスリリース https://www.h.u-tokyo.ac.jp/press/20210126.html
--

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
研究分担者	田中 友規 (Tanaka Tomoki) (30750343)	東京大学・高齢社会総合研究機構・特任研究員 (12601)	
研究分担者	小島 太郎 (Kojima Taro) (40401111)	東京大学・医学部附属病院・講師 (12601)	

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
---------	---------