

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04934

研究課題名（和文）加齢に伴う衰えを察知するための会話分析手法とその評価

研究課題名（英文）Conversation analysis for detecting age-related decline and its evaluation

研究代表者

脇田 由実（Wakita, Yumi）

大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・教授

研究者番号：10590359

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）：1. 高齢者日常会話データベース構築：自立生活を過ごす高齢者ではなく、生活支援が必要な特別養護老人ホームやサービス付き高齢者住宅での高齢者同士の日常会話を22回を収録・10会話分の書き起こし文も構築。22会話中15会話はオンライン会話。
2. 会話者の動作情報および話題の広がりや推移情報の衰え推定における有効性評価：会話中の頭部の動きの変化量が生活支援を受けている高齢者と自立生活を過ごす高齢者間で傾向が異なることを確認。日常会話における話題の推移特性が若年者と高齢者とは異なり、高齢者と若年者との90.5%で識別できることを確認。従来の発話のピッチやパワー情報に加えることで、衰え推定精度の向上を示唆。

研究成果の学術的意義や社会的意義

【学術的意義】相手の発話の理解度が応答時発声のピッチやパワーの継時変化、会話者の頭部の動きの変化量、話題の広がりなどで推定できたこと、本推定が、年齢や会話手段（対面かオンラインか）に寄らず精度よくできることを確認できたことは、会話音声分析分野にて意義があると思われる。

【社会的意義】高齢者における加齢による衰え度合の推定を行うことを目的とする、認知症に至る前の段階での理解力の低下が日常会話の発話の音響的特徴として現れると仮定し、理解力の僅かな低下を推定可能な技術は、高齢者にいち早く免許返納の時期を促すことができ、高齢ドライバーの事故の減少に貢献すると考える、

研究成果の概要（英文）：1. Development of daily conversation database among elderly people: 22 conversations among elderly people in nursing homes and serviced residences who need daily living assistance. 10 transcriptions of the conversations were also constructed. 15 of the 22 conversations were online conversations.

2. The effectiveness of dynamic features of head motion on speakers and Topic-shift characteristics in daily conversation for age-related decline estimation: We confirmed that the amount of change in head motion during conversation tended to differ between the elderly who received daily living assistance and the elderly who lived independently. Also we confirmed that the Topic-shift characteristics in daily conversation differ between younger and older adults, and can be distinguished in 90.5% of cases between older and younger adults. These results suggests that adding this information to conventional FO and SPL information for each utterance will improve the accuracy of estimating decline.

研究分野：音声コミュニケーション

キーワード：加齢による衰え推定 日常会話 頭部動作の変化量 話題の広がり度 マイクロホン距離 会話理解度

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

死亡事故が減少する中、高齢者の交通死亡事故率は年々増加しており、一番の原因は「運転操作不適」である。能力の衰えもあるが、衰えの自覚がなく若い頃と同じだと過信していることが問題である。認知症予防や健康維持対策が多く提案されているが、自覚がなければ予防対策に疎い。死亡に至る重大事故は突然起こり、対策は後手に回る。第三者が衰えを察知し本人に伝えて自覚させることが非常に重要になる。従来、健康見守りシステムが提案されているが、接触型の健康測定機器が多く、これらは本人に測定のスストレスや手間がかかるものが多いため、つい測定を怠るうちに全く使わなくなる問題を抱えている。

一方、会話の観察は、非接触な手段で人の健康や状態を知る有効手段であり、認知症予防や回復に有効な会話手法や、会話の非言語情報による感情推定などが提案されている。また腕輪などの装着機器で会話量を測定し健康管理を行う商品もあるが、これらは健康度合いは判断しても衰え度合いを扱えない。指標が「会話量」に留まっているのも、会話の変化の要因が複雑で扱いが困難であるからだと考える。

2. 研究の目的

自ら衰えを自覚していない高齢者に、日常生活の中でさりげなく衰えを察知し本人に警鐘を促すことで、今までできなかった「事故の未然防止」を可能にしたい。衰えの察知には、日常生活の中でさりげなくセンシングする手段が必須であり、会話の観察は最適手段であると考えている。我々はこれまで、日常会話に非言語情報（主に声の高さや大きさ）が、加齢に伴う聴力や理解力の衰えを判断する特徴量として有効かどうかを探り、発話ごとの声の高さや大きさの継時変化度合が高齢者の衰え推定するに有効であることを報告してきた。

しかしながら、以下2つの課題が残る。①実験に用いた高齢者音声は、生活支援を受けていない自立生活を過ごす高齢者の会話音声であった。研究の対象となる少し理解力が低下する兆候にあるまたは理解力が低下している高齢者の会話を用いて、衰え推定方法を評価する必要がある。②これまで衰え推定のパラメータとして、発話毎のピッチやパワーの継時変化情報を主に用いてその有効性を示してきた。しかし有効性に個人差が大きく、他の特徴量を加味した衰え推定手法を提案し推定率の向上を目指す必要がある。

3. 研究の方法

(1) 特別養護老人ホーム（特老と記載）およびサービス付き高齢者住宅（サ高住と記載）にお住いの高齢者における日常会話データベースの構築

日常会話音声を用いて加齢による衰えの推定の研究を行うためには、自立生活を過ごす高齢者のみではなく、生活支援を既に受けている高齢者の会話音声と前者を比較しながら進める必要がある。そこで、特老やサ高住にお住いの高齢者（70歳代～80歳代）の日常会話20名分22会話を収録した。場所は各自施設の食堂など施設内の共用部屋で行った。普段通りの会話をお願いし、内7会話については、言葉が聞き取れず会話が止まりそうな際にスタッフがサポートした会話であった。1会話につき3～4分間の会話である。内10会話分について書き起こし文を付加してデータベース化した。

コロナ禍により、上記高齢者施設にて収録ができない課題があったが、オンライン会議ツールを利用し、2020年以降は、オンラインでの日常会話の収録に切り替えた。上記22会話中15会話はオンライン会議ツールを用いた日常会話である。

(2) 高齢者の聴力や理解力に注力した衰え推定性能の向上

これまで我々は、高齢者の会話理解力の衰え推定に発声毎の基本周波数(F0)と発声レベル(SPL)の継時変化情報が有効であることを報告しているが、推定精度に個人差が大きかった。そこでこれら以外の情報として「会話時の身振り手振りの大きさ」、「会話した話題の推移」に注目し、これらが推定に有効かどうかを調べた。

さらに、高齢者施設にて会話を収録する際には、テレビの音や周辺の会話音が目標会話と同程度の音量で会話と同時に収録されるため、目標の会話音声のみを抽出する技術が新たに必要となった。入力音の音量の継時変化を用いることで、マイクロホンに近くのみを抽出する技術を合わせて構築した。

4. 研究成果

衰え推定性能の向上を目指し、会話者の頭部の動きや、会話する話題の移り変わり特性などをパラメータとして用いることの有効性を調べた。また、高齢者施設にて日常会話を収録する際に、周辺の会話騒音の大きさが課題であったが、これらの騒音から目標音声のみを抽出する方法も構築した。

(1) 日常会話時の頭の動きに注目した自立生活を過ごす高齢者と第3者から生活支援を受けられる高齢者との識別可能性

会話中に話し手が相手に応答する際の頭部の動きに着目し、会話中の画像の中から応答発

話時の頭部部分のオプティカルフロー値を算出して、自立生活を過ごす高齢会話者と特老にて生活支援を受けている高齢会話者との比較を行った。

図1は両者のオプティカルフロー値をプロットしたものである。応答発声中の頭部の動きについては、水平軸（X軸）値が0.8以上には、自立生活を過ごす高齢会話者のデータしかプロットされておらず、自立生活を過ごす高齢者の方が水平軸（X軸）方向の動作が大きい傾向にあることがわかる。オプティカルフロー値をパラメータとしてSVMを用いて両者の識別実験を行ったところ、特別養護老人ホームの高齢者の適合率は83.3%であった。これは、本オプティカルフロー値が加齢による衰えの推定に有効であることを示唆している。ただ今回の結果は老人ホームの会話者4名分の24の応答発声シーンを用いた評価結果であるため、さらに多くのデータで追加検証する必要がある。

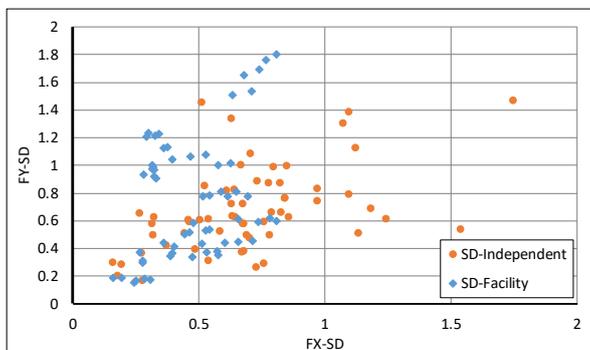


図1 日常会話における応答発声部分の頭部部分のオプティカルフローの標準偏差値

(2) 日常会話の話題の移り変わり特性を用いた高齢者と若年者との会話の識別手法

これまでは、会話音声の非言語情報（各発話の基本周波数やパワーの継時変化、頭部画像のオプティカルフロー値）を用いて加齢による衰え推定を試みてきたが、日常会話の話題の推移特性に注目し、まずは若年者と高齢者との有意な差がないかを調べた。1会話の時間が約3～4分の若年者の7会話と高齢者の6会話を用いて、まずは音声認識を行い、認識結果から内容語のみを抽出する。各会話を同じ話題を話している時間帯で会話を区切り、区間ごとに、内容語を抽出し、word2vecツールを用いて単語間の意味的類似度を総当たりで算出し、単語類似度平均値と分散値を比較した。図2は、単語間類似度（word similarity=WS）の平均値と分散値をプロットしたものである。両者の傾向が違ってくる。若年者の方が一つの話題であっても多様な意味を持つ単語に広げて話しているが、高齢者は、限られた単語にとどまった会話をしている。この特徴を用いて日常会話から世代推定を行ったところ、高齢者から見て90.5%の識別率（適合率）であった。

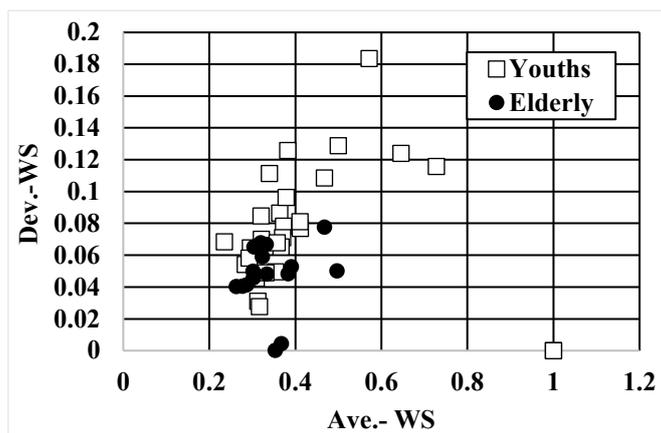


図2 話題ごとの単語間類似度の平均値（横軸）と分散値（縦軸）

(3) 高齢者住宅の食堂にて音声収録をする際の周辺騒音対策

高齢者施設にて会話を収録する際に、施設内の共用スペースをお借りして収録したが、施設の性質上テレビが常に放映状況であることと、従業員の方たちが比較的大きな声で施設利用者に声をかけることが頻繁にあり、周辺音の音量が大きい。しかも、収録する高齢者にマイクロホンを意識してお話し頂くと自然な日常会話が損なわれるため、マイクロホンを図3のように机の側面に設置しているが、会話者がマイクロホンの位置を意識せずに話すことからマイクロホンと会話者との相対位置が固定しないことと、会話者が頻繁に小声で話すため、収録音量が確保

できないこと、などの要因から、目標となる会話音声に周辺騒音に埋もれてしまう問題が発生した。データとして収録するには、騒音対策が不可欠となった。



図3 高齢者施設における会話収録の際のマイクロホンの設置状況

従来、会話者の周辺以外の騒音を除去する技術はいくつか実用化されているが、会話者とマイクロホンの相対位置が固定しないことや、周辺騒音も音声であり目標となる音声と類似した周波数特性をもっていることから、従来法の除去対策では不十分であった。そこで、入力された音区間ごとに基本周波数 (F0) と音量 (SPL) の分散を測定し、これらの値を用いてマイクロホン周辺の音のみを抽出する技術を構築した。周辺騒音に比べて音量が小さくても、また会話者とマイクロホンの位置関係や音源方向が固定しなくても、音源がマイクロホン周辺にあれば、そのみを抽出できる技術である。

図4に、会話者とマイクロホンとの距離がそれぞれ 30 cm と 120 cm のところで会話を行った場合の発話ごとの F0 と SPL の標準偏差値を記載している。男性会話者 4 名分の会話である。F0 平均値には両者の違いがないが、SPL の標準偏差値については、マイクロホン距離 30 cm の発声の方が 120 cm の場合より標準偏差が高い傾向にあることがわかる。

SPL の標準偏差値を用いて、SVM 法にて両者の識別実験を行ったところ、マイクロホン距離が近い 30 cm で発生した音声を 88.9% の適合率で抽出することが可能となった。

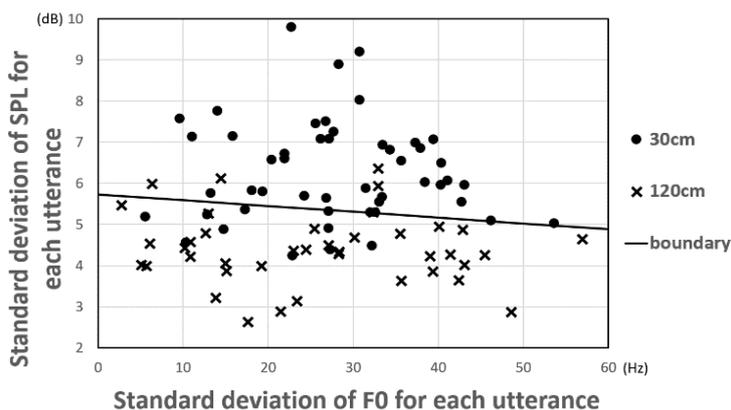


図4 会話者とマイクロホンとの距離の違いが、発声毎の F0 と SPL 値に及ぼす影響

以上により、日常会話から加齢に伴う衰えの推定手法として、従来、発声毎の F0 や SPL の平均値や標準偏差値が有効であることを示してきたが、そのほかの特徴量においても有効なパラメータをいくつか提案できた。一つは会話中の応答発声における頭部の動き、特に水平方向の動きの変化量が、特老にお住いの高齢者と自立生活を送る高齢者との間で傾向が異なること。もう一つは日常会話における話題の範囲の広さが高齢者と若年者とは異なることである。さらに日常会話収録時の周辺騒音の問題が新たに発生したが、周辺騒音対策技術を提案し解決できている。

本期間中に、特老とサ高住とで日常会話収録を行うことができたが、まだデータとしては 22 会話分であり多くはない。また、後者のサ高住での収録を用いた実験が不十分である。本期間中に確認できた衰え推定に有効な可能性のある特徴量を総合的に利用した衰え推定手法の提案と評価を行う必要もある。今後は、2022 年より採択された科研費 (基盤 C: 22K04626) にて実証実験を実施し、加齢による衰え推定技術として仕上げていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tomoyuki Takata, Yumi Wakita	4. 巻 13328
2. 論文標題 Estimation of Online Lecture Quality Using Fundamental Frequency Characteristics Extracted from Student utterances	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Learning and Collaboration Technologies. Designing the Learner and Teacher Experience	6. 最初と最後の頁 304-312
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-031-05657-4_22	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 Hikaru Nishida, Yotaro Iida, Yumi Wakita	4. 巻 583
2. 論文標題 Age Estimation Function Using End-of Sentence Expression for Conversation Support System Based on Associative Words Board	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 240-248
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-031-20859-1_24	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 Iida Yotaro, Yumi Wakita	4. 巻 12787
2. 論文標題 Topic-Shift Characteristics of Japanese Casual Conversations Between Elderlies and Between Youths	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 418-427
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-78111-8_28	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 該当する
1. 著者名 Nishikawa Kazu, Akihiro Kuwahara, Hirakawa Rin, Kawano Hideaki, Nakatoh Yoshihisa	4. 巻 2
2. 論文標題 Machine learning model for discrimination of mild dementia patients using acoustic features	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cognitive Robotics	6. 最初と最後の頁 21~29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 該当する

1. 著者名 Naoto Kosaka, Yumi Wakita	4. 巻 12199
2. 論文標題 Identification of target speech utterances from real lounge conversation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Human Communication, Organization and Work	6. 最初と最後の頁 52 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-49907-5_4	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 Natsumi Kana, Wakita Yumi, Matsuda Chitose	4. 巻 -
2. 論文標題 Age-dependent degradation estimation focusing on dynamic features of head motion in daily conversation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	6. 最初と最後の頁 373 375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cogr.2021.12.003	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 Kana Natsumi, Yumi Wakita, Yoshihisa Nakatoh	4. 巻 11582
2. 論文標題 Estimating Age-Dependent Degradation using Nonverbal Feature Analysis of Daily Conversation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Healthcare Applications	6. 最初と最後の頁 222-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-22219-2_17	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 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Tomoyuki Takata, Yumi Wakita
2. 発表標題 Estimation of Online Lecture Quality Using Fundamental Frequency Characteristics Extracted from Student utterances
3. 学会等名 International Conference on Human-Computer Interaction 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hikaru Nishida, Yotaro Iida, Yumi Wakita
2. 発表標題 Age Estimation Function Using End-of Sentence Expression for Conversation Support System Based on Associative Words Board
3. 学会等名 International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Iida Yotaro, Yumi Wakita
2. 発表標題 Topic-Shift Characteristics of Japanese Casual Conversations Between Elderlies and Between Youths
3. 学会等名 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoyuki Takada, Yumi Wakita
2. 発表標題 Estimation of online lecture quality using fundamental frequency characteristics extracted from student utterances
3. 学会等名 24RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小坂直人 脇田由実
2. 発表標題 会話支援システムのための簡易な目標発声特定方法
3. 学会等名 2021年度日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazu Nishikawa, Rin Hirakawa, Hideaki Kawano, Yoshihisa Nakatoh
2. 発表標題 System of Predicting Dementia Using Transformer Based Ensemble Learning
3. 学会等名 IEEE International Conference on Consumer Electronics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazu Nishikawa, Rin Hirakawa, Hideaki Kawano and Yoshihisa Nakatoh
2. 発表標題 Analysis of Prosodic Features of Dementia Speech for Machine Learning
3. 学会等名 5th International Conference on Inventive Computation Technologies (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kosaka Naoto, Yumi Wakita
2. 発表標題 Identification of target speech utterances from real lounge conversation
3. 学会等名 22nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosaka Naoto, Yumi Wakita
2. 発表標題 Evaluating target utterance identification method using practical free conversation
3. 学会等名 2nd IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kana Natsumi, Yumi Wakita, Chitose Matsuda
2. 発表標題 Effectiveness of dynamic image features for estimating daily conversation atmosphere
3. 学会等名 2nd IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kana Natsumi, Yumi Wakita, Chitose Matsuda
2. 発表標題 Age-dependent degradation estimation focusing on dynamic features of head motion in daily conversation
3. 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazu Nishikawa, Rin Hirakawa, Hideaki Kawano, Kenichi Nakashi, Yoshihisa Nakatoh
2. 発表標題 Detecting System Alzheimer's Dementia by 1d CNN-LSTM in Japanese Speech
3. 学会等名 Proc. of International Conference on Consumer Electronics (ICCE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazu Nishikawa, Rin Hirakawa, Hideaki Kawano, Kenichi Nakashi, Yoshihisa Nakatoh
2. 発表標題 Effective Speech Features for Distinguishing Mild Dementia Patients from Healthy Person
3. 学会等名 Proc. of 2nd International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kana Natsumi, Yumi Wakita, Yoshihisa Nakatoh
2. 発表標題 Estimating Age-Dependent Degradation using Nonverbal Feature Analysis of Daily Conversation
3. 学会等名 International Conference on Human-Computer Interaction 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoto Kosaka, Kohei Kido, Yumi Wakita
2. 発表標題 A Simple Identification Method for Differentiating between Ambient and Target Speech
3. 学会等名 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究 分担者	中藤 良久 (Nakatoh Yoshihisa) (10599955)	九州工業大学・大学院工学研究院・教授 (17104)	
研究 分担者	松田 千登勢 (Matsuda Chitose) (70285328)	摂南大学・看護学部・教授 (34428)	

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