

令和 6 年 5 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00602

研究課題名（和文）End-to-Endモデルに基づく汎用的な音声理解・対話

研究課題名（英文）End-to-End Model for Task-Independent Speech Understanding and Dialogue

研究代表者

河原 達也（Kawahara, Tatsuya）

京都大学・情報学研究科・教授

研究者番号：00234104

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,400,000円

研究成果の概要（和文）：End-to-Endモデルに基づく汎用的な音声理解・対話に関して、音声認識の高度化の観点と対話生成の高度化の観点から、様々な研究を実施した。まず、音声から発話行為や感情を直接認識するEnd-to-End処理系を設計・実装した。次に、少資源言語の音声認識のために、話者認識や言語認識・ドメイン認識を統合し、効果的に学習を行う方法を提案した。また、音声から句読点付きテキストや整形テキストを直接生成するモデルも構築した。さらに、感情認識と音声認識・性別認識を統合し、効果的に学習する方法を研究した。対話生成についても、ユーザの意図や感情に加えて、システムの意図や感情を推論する機構を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音声認識はend-to-endモデルで大規模なデータで学習することで、大きな性能の向上を実現したが、少資源言語の音声認識や感情認識の性能はまだ十分でない。これに対して、様々な音声の属性を統合することで、大きな改善が得られることを示した。

対話生成においても大規模言語モデルが隆盛を極めていますが、ロボットなどに実装する際には意図や感情などの内部状態のモデルを構築・学習することで、共感的・共生的なシステムの実現につながるものが期待される。

研究成果の概要（英文）：For general-purpose speech understanding and dialogue based on the end-to-end models, various studies were conducted from the perspective of advanced speech recognition and dialogue generation. First, we designed and implemented an end-to-end system that directly recognizes dialogue acts and emotions from speech. Next, we proposed an effective learning method for speech recognition of low-resource languages by integrating speaker, language and domain recognition. We also built a model for generating punctuated and cleaned text directly from speech. Furthermore, we studied how to integrate emotion recognition with speech and gender recognition for effective learning. With regard to dialogue generation, end-to-end models represented by the large-scale language models have become the mainstream, and we proposed a mechanism to reason the user's intention and emotion and the system's intention and emotion before response generation.

研究分野：知能情報学

キーワード：音声理解 音声対話 音声認識 End-to-Endモデル

### 1. 研究開始当初の背景

深層学習に代表される機械学習の進展と大規模なデータベースの蓄積によって、音声認識や画像認識の性能はこの10年間で飛躍的に向上し、様々な場面で使われるようになった。深層学習の特長は、入力信号と出力目標となる学習ラベルの対データが大量に与えられれば、その写像を精緻に学習できることであり、音声認識においても音響特徴量系列と文字列や単語列 (= テキスト) との間の End-to-End モデルが実現されている。しかしながら、我々人間が音声でコミュニケーションする際に、テキスト化すれば事足りるわけでない。相手の意図や要求を理解し、それに応答することで、コミュニケーションが成立する。

このような音声理解・対話を行うシステムについても長い研究の歴史があるが、スマートフォンアシスタントやスマートスピーカで実現されているように、天気や交通案内を調べたり、検索した結果を返すものにとどまっている。これらは基本的に一問一答の域を出ない。多くの ChatBot も質問 - 応答パターン of データベースを検索して出力しているに過ぎない。近年、対話データベースを用いた深層学習による会話モデル (= ニューラル会話モデル) の研究も行われているが、用例にないものは「そうですね」などの無難な応答を出す傾向にある。そもそも、対話の応答は、相手の入力からの写像で生成できるものでない。それまでの履歴に加えて外部知識も必要であり、それらを取捨選択する上でも現在の発話の理解は必要である。このように音声理解のモデル化については、明確な検索クエリの要素 (= 意味スロット) が定義されるタスクを除いて、ほとんど定式化すら行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、人間どうしが行うような音声コミュニケーションにおいて、相手の意図や発話内容 (概念) さらに感情を理解し、応答するためのモデルを考える。

ここで2つの大きな核心的な問いがある。第一に、形式的な意味スロットが定義されない一般的な会話において、何をもちて「理解」したと定義するかである。本研究では、図1に示すように、意図・概念と感情を捉えることを目指す。意図は、質問 / 説明などの発話行為として定式化される。概念については、内容語・焦点語の抽出から出発し、BERT などの最新の分散表現を含めて、様々な表現法を検討する。感情については、ポジティブ / ネガティブなどのカテゴリ化・定量化が考えられる。

第二に、応答において、意図・内容の「理解」や感情への「共感」をどのように表出するかである。そのために、リアルタイムの相槌が有効である。例えば、「はい、はい」や「そうですね」なども、タイミングや韻律によって、表出される「理解」や「共感」の程度は大きく異なる。すなわち相槌は、理解・共感の程度に基づいて生成できると考えられる。相槌以外に、理解を確かめる聞き返しや、深い共感を示す笑いなどについても検討する。

本研究では、特にドメイン (話題やシナリオ) を限定しないで、音声コミュニケーションにおける意図・概念や感情を理解し、リアルタイムに応答するためのモデル化とシステム実装を行う。従来の音声理解・対話システムは、認識結果のテキストを入力として設計・構築が行われているが、音声認識誤りの影響を受けるばかりか、音声に含まれるニュアンスや感情などの情報が損失する。また、上述のように理解・共感の程度を抽出するには、音声から直接処理することが望ましい。そこで、音声から理解を行う系、さらには対話生成までの End-to-End モデルを研究する。これが実現できれば、逆過程として、相手の反応から理解や共感の程度を推定することも考えられる。

### 3. 研究の方法

以下のように研究を実施する。

- (1) 音声認識モジュールの事前学習：音響特徴量系列を入力とし、単語を出力単位とするモデルを、注意機構付きエンコーダ・デコーダで構成する。様々な言語やドメインへの適用を検討する。
- (2) 発話行為 (意図) 推定：単語列 (文) を再帰型ニューラルネットワークでエンコードして、発話行為を推定するニューラルネットワークは構築する。(1)の音声認識のネットワークに直接結合することで、End-to-End モデルを構成する。
- (3) 文・単語の概念表現：まず、内容語・焦点語を抽出する。その上で、BERT などの分散表現の利用も検討する。
- (4) 感情分析：単語列 (文) を入力として、感情分析を行うニューラルネットワークを構築する。(2)と同様に音声認識モジュールと密結合することで、End-to-End モデルを構成する。
- (5) 相槌などの生成：上記の End-to-End 理解系に基づいて、相槌や聞き返し・笑いなどを生成する。対話コーパスから学習することも検討する。
- (6) 応答生成：理解結果と外部データベースに基づいて応答を生成する。従来のニューラル会話モデルと異なり、発話行為や意図を推定することで、適切かつ説明可能な応答を生成する。

## 4. 研究成果

### 4.1. 音声から発話行為を認識する End-to-End モデル

音声言語理解とは、発話に含まれる意図や意味概念を抽出する処理である。従来は、自動音声認識の後処理として定式化されていた。これは通常正しい書き起こしで学習されるが、音声認識誤りにも対処する必要がある。また、音声の特徴には、発話意図に関連するものの、テキストでは表現されないものがある。本研究では、音声から直接発話行為に変換する End-to-End モデルを提案した。提案モデルでは、発話行為認識は、音響から単語列に変換する音声認識モデルの最終層の直前で結合している。そしてネットワーク全体は統合的に最適化される。これにより、安定した学習が可能になり、音声認識誤りに対する頑健性も向上する。このモデルは、さらに発話行為のセグメンテーションを行うように拡張されている。Switchboard コーパスを用いた評価により、提案手法が従来のパイプライン処理よりも発話行為の認識精度を大幅に向上することが実証された。

### 4.2. 音声から感情を認識する End-to-End モデル

音声からの感情認識には主に韻律特徴が用いられるが、テキストの特徴も有用である。この問題を解決するために、音声認識モデルと感情認識モデルを End-to-End で統合する。これは音声から単語列に変換する音声認識モデルを使用することで実現される。具体的には、音声認識モデルのデコーダの状態と音響的特徴を利用し、感情認識モデルに入力する。この入力から特徴を学習するリカレントネットワークの上に、重要な特徴フレームに注目するための自己注意メカニズムを採用する。最後に、マルチタスク学習法を用いて、対象データセット上で音声認識と感情認識タスクを同時に最適化する。このモデルは IEMOCAP データベースにおいて 68.63%の重み付き精度(WA)と 69.67%の重みなし精度(UA)を達成し、これは最先端の性能である。

### 4.3. 音声認識における意味情報の活用

注意機構に基づく sequence-to-sequence (seq2seq) モデルは、自動音声認識において有望な結果を達成している。しかし、これらのモデルは左から右への方法でデコードするため、右側の文脈を活用できない。この問題に対して、BERT を外部言語モデルとして知識蒸留を通じて、seq2seq 音声認識に適用することで、左右両方の文脈を活用する。提案手法では、BERT は、seq2seq ASR の学習を誘導するソフトラベルを生成する。さらに、BERT への入力として、現在の発話以前の文脈も活用する。実験評価により、本手法は、日本語話し言葉コーパス(CSJ)において、音声認識性能を大幅に改善することが示された。

### 4.4. 音声から句読点付きテキストを生成する End-to-End モデル

従来の自動音声認識システムでは、音声認識結果の読みやすさのために重要な句読点が生成されない。また、句読点は機械翻訳などの後続の自然言語処理タスクにも必要となる。句読点を後処理として音声認識結果に挿入する句読点予測モデルに関する多くの研究があるが、句読点予測に音響情報を利用しておらず、音声認識誤りの影響を直接受ける。本研究では、音声を入力とし、句読点付きテキストを出力する End-to-End のモデルを提案した。このモデルは、音響情報を利用しつつ、音声認識誤りに対して頑健に句読点を予測することが期待される。また、中間層の出力と句読点のないテキストを用いてモデルを学習するための補助損失を組み込むことを提案する。提案モデルは、音声認識誤り率を犠牲にすることなく、カスケードシステムよりも高い句読点予測精度を達成した。また、提案モデルは、カスケードシステムと比較して、パラメータ数が 1/7 程度となっている。

### 4.5. 音声から整形済みテキストを生成する End-to-End モデル

従来の音声認識システムは、入力音声に現れるすべての単語を忠実に再現するように設計されているため、認識精度が高いときでも、人間にとって読みやすい文を出力するとは限らない。本研究では、フィルターや言い誤りの削除、句読点や脱落した助詞の挿入、また口語的な表現の修正など、適宜必要な編集を行いながら、音声から直接可読性の高い書き言葉スタイルの文を出力する End-to-End モデルを構成した。また、音声に忠実な書き起こしを疑似的に復元することで、End-to-End モデルの学習を補助する手法と、句読点位置を手がかりとした新しい音声区分化手法も併せて提案する。700 時間の衆議院審議音声を用いた評価実験により、提案手法は音声認識とテキストベースの話し言葉スタイル変換を組み合わせたカスケード型のアプローチより高精度かつ高速に書き言葉を生成できることを示す。さらに、国会会議録作成時に編集者が行う修正作業を分類・整理し、これらについて提案システムの達成度と誤り傾向の分析を行う。

### 4.6. 音声認識における話者認識の活用

話者が偏在するデータセットにおける自動音声認識のための話者情報の効果的な利用に取り組んだ。End-to-End システムにおいて、話者と音声の同時認識が研究されているが、話者認識の出力である話者情報が音声認識に明示的に利用されることはない。本研究では、音声認識のた

めの話者埋め込みにヒントを得て、話者認識を音声認識デコーダに直接接続することを提案した。この End-to-End モデルは、音声認識の損失を話者認識にバックプロパゲートすることを可能にし、その結果、同時最適化を実現する。このアーキテクチャは、会議や少資源言語のような、話者の少ないデータセットに有効である。その結果、話者クラスタ情報の利用が音声認識と話者認識の両方を改善し、提案手法が他の手法を凌駕することが示された。

#### 4.7. 少資源言語の音声認識における言語・ドメイン認識の活用

少資源言語の音声認識のために、大規模な事前学習済みモデルを、1 時間程度のデータセットのみで効果的にファインチューニングすることに取り組んだ。ファインチューニングは、ドメイン適応と言語適応から構成され、ドメインまたは言語のいずれかでマッチングされた異種データセットを用いて行われる。効果的な適応のために、ドメイン認識と言語認識の補助タスクをマルチタスク学習により組み込む。さらに、補助タスクの埋め込み結果は、音声認識のための事前学習モデルのエンコーダ出力に融合される。ECCC (the Extraordinary Chambers in the Courts of Cambodia) のコーパスを用いたクメール語音声認識の実験評価により、まずドメイン適応を行い、次に言語適応を行うことが有効であることが示された。さらに、ドメイン認識とドメイン ID 埋め込みを融合したマルチタスクが最も高い性能を与え、ベースラインから文字誤り率が絶対値で 6.47% 改善した。

#### 4.8. 感情認識における性別認識の活用

本研究では、音声からの感情認識のための音声認識と性別認識の効果的な事前学習に取り組んだ。具体的には、まず音声認識で自己教師あり学習モデルを事前学習することで、言語情報を学習し、従来のマルチタスク学習における勾配競合問題に対処する、2 段階のファインチューニング法を提案する。IEMOCAP データセットを用いた実験結果から、音声認識による事前学習が音声認識を用いた単純なマルチタスク学習を大幅に上回ることが示され、2 段階ファインチューニング法の有効性が実証された。また、性別認識と音声認識の事前学習を組み合わせることで、感情認識のより効果的な埋め込みを導出する方法を検討する。モデルの上位層は音声認識に特化しているため、スキップコネクションを組み込むことで、性別情報を効果的に埋め込むことができる。シングルタスク学習のベースラインと比較して、本手法は 76.10% の UA を達成し、絶対値で 3.97% 改善した。

#### 4.9. 共有笑いの生成

ユーザの発話に共感を示す上で、共有笑い、すなわち相手が笑った場合に同調して笑うことが重要と考えられる。しかしながら、ユーザが笑った場合にロボットが常に笑えばよいわけではない。「私はいつもどじなんですよ」といったように自虐的に笑う場合も多いためである。初対面の男女による会話データを用いて、相手の発話の音声的な特徴に基づいて、相手が笑ったか、自分も笑うか、そして笑う場合はどのように笑うか(大笑いか社交的な笑い)を判定する 3 つのモデルを機械学習した。笑いには任意性が高いため、予測精度は必ずしも高くないものの、この共有笑いのモデルをアンドロイド ERICA に実装することで、ロボットによる共感やロボットの人間らしさといった評価項目が向上することを確認した。

#### 4.10. システムの意図推定に基づく共感的応答生成

共感的応答生成に対する従来研究では、ユーザーの経験や感情をより良く理解するために、感情の原因に関する常識的な知識や推論を取り入れようとしている。しかし、これらのアプローチは、システムの視点を無視し、ユーザの視点からのみの文脈の因果関係を理解することに主眼を置いている。本研究では、ユーザの視点(ユーザの欲求や感情)とシステムの視点(システムの意図や反応)の両方を考慮した、多様な共感応答生成のための常識に基づく因果関係説明アプローチを提案した。具体的には、用例推論と常識を統合することで、ChatGPT のシステムの視点に対する推論能力を強化する。そして、常識に基づく因果関係の説明を ChatGPT と T5 に基づくモデルの両方に統合する。実験評価により、提案手法が、客観評価と人間による主観評価の両方において、他の同等の手法を凌駕することが実証された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Mimura Masato, Kawahara Tatsuya	4. 巻 30
2. 論文標題 End-to-End Generation of Written-style Transcript of Speech from Parliamentary Meetings	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Natural Language Processing	6. 最初と最後の頁 88 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5715/jnlp.30.88	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 Soky Kak, Mimura Masato, Kawahara Tatsuya, Chu Chenhui, Li Sheng, Ding Chenchen, Sam Sethserey	4. 巻 31
2. 論文標題 TriECCC: Trilingual Corpus of the Extraordinary Chambers in the Courts of Cambodia for Speech Recognition and Translation Studies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Asian Language Processing	6. 最初と最後の頁 1--21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S2717554522500072	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 Inaguma Hirofumi, Kawahara Tatsuya	4. 巻 29
2. 論文標題 Alignment Knowledge Distillation for Online Streaming Attention-based Speech Recognition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 1 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASLP.2021.3133217	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 Ueno Sei, Mimura Masato, Sakai Shinsuke, Kawahara Tatsuya	4. 巻 42
2. 論文標題 Synthesizing waveform sequence-to-sequence to augment training data for sequence-to-sequence speech recognition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 333 ~ 343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.42.333	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21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 21件）

1. 発表者名 H.Shi, Y.Shu, L.Wang, J.Dang, and T.Kawahara.
2. 発表標題 Fusing multiple bandwidth spectrograms for improving speech enhancement.
3. 学会等名 APSIPA ASC (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H.Shi, L.Wang, S.Li, J.Dang, and T.Kawahara.
2. 発表標題 Subband-based spectrogram fusion for speech enhancement by combining mapping and masking approaches.
3. 学会等名 APSIPA ASC (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H.Futami, H. Inaguma, S.Ueno, M.Mimura, S.Sakai, and T.Kawahara.
2. 発表標題 Non-autoregressive error correction for CTC-based ASR with phone-conditioned masked LM.
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 J.Nozaki, T.Kawahara, K.Ishizuka, and T.Hashimoto.
2. 発表標題 End-to-end speech-to-punctuated-text recognition.
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 K.Soky, S.Li, M.Mimura, C.Chu, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Leveraging simultaneous translation for enhancing transcription of low-resource language via cross attention mechanism.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H.Shi, L.Wang, S.Li, J.Dang, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Monaural speech enhancement based on spectrogram decomposition for convolutional neural network-sensitive feature extraction.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H.Zhang, M.Mimura, T.Kawahara, and K.Ishizuka.
2 . 発表標題 Selective multi-task learning for speech emotion recognition using corpora of different styles.
3 . 学会等名 IEEE-ICASSP ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S.Ueno and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Phone-informed refinement of synthesized mel spectrogram for data augmentation in speech recognition.
3 . 学会等名 IEEE-ICASSP ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 M.Mimura, S.Sakai, and T.Kawahara
2 . 発表標題 An end-to-end model from speech to clean transcript for parliamentary meetings
3 . 学会等名 APSIPA ASC ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 H.Futami, H.Inaguma, M.Mimura, S.Sakai, and T.Kawahara
2 . 発表標題 ASR rescoring and confidence estimation with ELECTRA
3 . 学会等名 IEEE Workshop Automatic Speech Recognition & Understanding (ASRU) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 S.Ueno, M.Mimura, S.Sakai, and T.Kawahara
2 . 発表標題 Data augmentation for ASR using TTS via a discrete representation
3 . 学会等名 IEEE Workshop Automatic Speech Recognition & Understanding (ASRU) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 H.Inaguma, M.Mimura, and T.Kawahara
2 . 発表標題 VAD-free streaming hybrid CTC/Attention ASR for unsegmented recording
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年



1 . 発表者名 H.Inaguma, M.Mimura, and T.Kawahara
2 . 発表標題 StableEmit: Selection probability discount for reducing emission latency of streaming monotonic attention ASR
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 T.Zhao and T.Kawahara
2 . 発表標題 Multi-referenced training for dialogue response generation
3 . 学会等名 SIGdial Meeting Discourse & Dialogue ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 S.Isonishi, K.Inoue, D.Lala, K.Takanashi, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Response generation to out-of-database questions for example-based dialogue systems.
3 . 学会等名 Int'l Workshop Spoken Dialogue Systems (IWSDS) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 H.Feng, S.Ueno, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 End-to-end speech emotion recognition combined with acoustic-to-word ASR model.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 T.V.Dang, T.Zhao, S.Ueno, H.Inaguma, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 End-to-end speech-to-dialog-act recognition.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S.Zhang, T.Zhao, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Topic-relevant response generation using optimal transport for an open-domain dialog system.
3 . 学会等名 COLING ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 H.Futami, H.Inaguma, S.Ueno, M.Mimura, S.Sakai, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 Distilling the knowledge of BERT for sequence-to-sequence ASR.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 H.Inaguma, M.Mimura, and T.Kawahara.
2 . 発表標題 CTC-synchronous training for monotonic attention model.
3 . 学会等名 INTERSPEECH ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Inaguma, M. Mimura, and T. Kawahara.
2. 発表標題 Enhancing monotonic multihead attention for streaming ASR.
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 日本音響学会、岩野 公司、河原 達也、篠田 浩一、伊藤 彰則、増村 亮、小川 哲司、駒谷 和範	4. 発行年 2022年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 208
3. 書名 音声 (下)	

1. 著者名 井上 昂治、河原 達也	4. 発行年 2022年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 272
3. 書名 音声対話システム	

〔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	井上 昂治  (Inoue Koji)  (10838684)	京都大学・情報学研究科・助教   (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	吉井 和佳  (Yoshii Kazuyoshi)  (20510001)	京都大学・情報学研究科・准教授     (14301)	

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