

話者の意図伝達を目的とした多言語間対話支援環境の検討

福島 拓^{1,a)}

概要: 本稿では、医療従事者と外国人患者の間の対話支援を目的とした、多言語対話シート作成システム LuPaCa について述べる。近年、世界的なグローバル化により、多言語間でのコミュニケーションや情報共有の機会が増加している。そのため、機械翻訳技術は急速に発展しているが、完全に正確な翻訳は現時点では難しい。また、多言語話者によってあらかじめ正確に翻訳された多言語の対話群である用例対訳も活用されているものの、対話の自由度の低さや対話時間がかかるなどの課題が存在していた。本稿では、これらの問題を解決するシステムの設計方針と構築結果、実験結果について述べる。また、意図を正確に伝達可能な多言語間対話支援環境についての検討内容を報告する。

1. はじめに

近年、世界的なグローバル化により、日本国内でも外国人の数は増加傾向にあり [1]、多言語間でのコミュニケーションや情報共有の機会が増加している。しかし、すべての訪日外国人が日本語を理解しているとは言い難く、母語以外の言語によるコミュニケーションは困難であるため [2], [3], [4]、日本語を理解できない外国人と日本人との間で正確な情報共有を十分に行うことはできない。特に医療分野では、対話中の誤訳によって重大な問題が発生する可能性もあり、正確性を担保できない機械翻訳は適切な対話が行えない可能性がある。

そこで、正確な情報共有を可能にする技術として、多言語話者などによりあらかじめ正確に翻訳された多言語の対訳群である用例対訳の作成が行われている [5], [6]。また、用例対訳を用いた支援が行われており、医療分野でも多言語医療対話支援システム [7], [8], [9], [10] が提供されている。これらのシステムでは、システム開発者があらかじめ登録した用例対訳を利用することが主流である。そのため、システム利用時に医療従事者が利用したいテキストを追加することは難しく、その場で必要となったテキストを正しい翻訳で利用することが困難であった。

そこで我々は、医療従事者自身が外国人患者とのコミュニケーションの場で利用する対話シートをあらかじめ作成する、多言語対話シート作成システム LuPaCa の研究開発を行っている [11], [12], [13]。対話シートとは、医療従事者から外国人患者に対して伝えたいテキスト群をあらかじめ登録したものを指す。本システムでは、実際に多言語間対

話を行う医療従事者自身があらかじめテキストを登録することにより、正確性の高い対話支援および円滑な対話支援を目指している。本稿では、これまでの取り組みについて述べた後、意図を正確に伝達可能な多言語間対話支援環境についての検討内容を報告する。

2. 関連研究

現在、多言語間コミュニケーション支援を目的として、機械翻訳を用いた支援技術の研究が多く行われており、子供向けの機械翻訳 [14] や多言語対面環境の討論支援 [15]、携帯端末向けの自動通訳 [16] や、多言語による農業支援 [17] など、様々な分野で利用されている。しかし、機械翻訳の精度は年々向上しているものの、正確性が求められる医療分野でそのまま利用可能な精度には達していない [18]。ニューラル機械翻訳の登場により翻訳精度の急激な向上 [19], [20] も見られるが、文の一部が翻訳されない「訳抜け」の問題が新たに生じている [19]。また、従来型の翻訳システムと比べて翻訳誤りの原因の追及が難しい点 [20] や、翻訳結果の流暢性が高いため、翻訳誤りに気づきにくいという問題 [19] が指摘されている。また、機械翻訳は動的な翻訳を行うため [21]、すべての対訳の正確性を担保することはできない。

そこで現在、正確性が求められる分野においては、用例対訳と機械翻訳を併用したシステムが提案されている [9], [10]。文献 [9], [10] では、医療従事者が外国人患者とコミュニケーションをとる際に、システム開発者などによってあらかじめ登録された用例対訳を用いるか、自由に入力したテキストを用例対訳と機械翻訳を併用して翻訳することで対話を行っていた。例として、文献 [10] では、カ

¹ 大阪工業大学情報科学部
^{a)} taku.fukushima@oit.ac.jp

テグロ分けされた用例対訳の検索機能と自由文による検索機能を有している。この手法では、患者との対話を行う場面で1対話ごとに用例対訳を検索していたため、対話に時間や手間がかかっていた。また、必要な用例対訳が登録されていない場合もある。

本システムでは、医療従事者自身が医療現場で利用するテキストをあらかじめ登録する。また、対話シート利用時までに、多言語話者に新しく登録されたテキストの用例対訳の作成依頼をする。このように、医療従事者がテキストを登録したり多言語話者が新しい用例対訳を作成したりすることで、外国人患者とのコミュニケーションにおいて対話時間が短縮され、正確な翻訳が利用可能となる。また、実際に多言語間対話を行う際に用例対訳検索を不要とすることで、円滑な対話支援を目指す。

3. 多言語対話シート作成システム LuPaCa

本システムは、患者とのコミュニケーションの場で利用する「対話シート」を医療従事者が作成・利用するシステムである。医療従事者が選択した対話シートを外国人患者に提示し、外国人患者が回答をシステム上に入力することで多言語間対話支援を行っている。対応する患者言語は英語、中国語、韓国・朝鮮語、スペイン語、ポルトガル語である。また、本システムはWebシステムであり、iPadなどのタブレット端末を用いた操作を可能としている。

以降、3.1節で本システムの設計方針について述べる。また、3.2節と3.3節でシステムの各機能についてそれぞれ述べる。本稿では、主に文献[11]の内容に基づいて説明を行うが、文献[12]や文献[13]で追加した機能についても適宜説明を行う。

3.1 設計方針

本研究では、以下の3点の設計方針をもとにシステム構築を行っている。

(1) 多言語間において正確な意図の伝達を行う

本システムでは、翻訳の正確性を高めることと、翻訳を行わないことの、2つのアプローチから正確な意図の伝達を目指している。なお、後者については本節の項目(2)で触れることとする。

前章でも述べたとおり、機械翻訳は全ての文章の正確性を担保できない。用例対訳は人手での翻訳をあらかじめ行うため、正確性の担保は可能である。ただし、あらかじめ用意された用例のみ翻訳が可能であるため、全ての文章を翻訳することはできない。このため、本システムでは用例対訳を基本的に使用するが、用例対訳で翻訳できない文は機械翻訳を用いる。医療機関において一般的に使用される対話文については用例対訳を使用し、一般的に使用されない対話文や新たに必要になった対話文、日常会話（正確性が医療対話ほど不要）については機械翻訳を使用すること

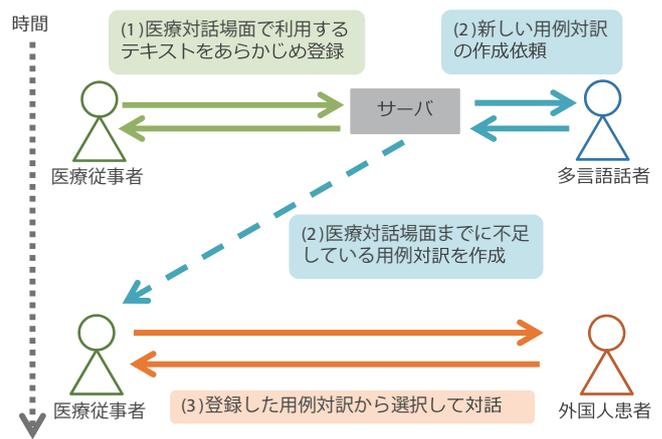


図1 本システムの利用までの流れ

で、正確性と対話の自由度を両立する。また、機械翻訳を使用した場合は、正確でない可能性を利用者に提示し、注意を促す。

また、準備段階（対話シートの作成）と医療対話場面との時間差を利用することで、用例対訳を増やす取り組みも行っている。本システムの利用までの流れを図1に示す。本システムでは、医療対話前に医療従事者があらかじめ対話シートの作成（図1(1)）を行い、対話シート作成から利用までのタイムラグを利用して多言語話者が新しい用例対訳を作成（図1(2)）する。このことにより、外国人患者との対話（図1(3)）において用例対訳が利用可能となる上、対話文の入力が不要となる。このことで、正確な対話や対話時間の短縮を可能とする。

このほかに、入力文と類似した表現の用例対訳を活用可能とする。このことで、機械翻訳の利用頻度の現象を可能とした。本機能については、3.2節で詳しく説明する。

(2) 医療従事者が知りたいことを患者から得る

医療現場における対話では、医療従事者から患者への質問が多く行われる。問診場面などではルーチン作業が多い上に、医療従事者は入力技術向上の訓練が可能なることから、医療従事者から患者に対する質問において、機械翻訳は利用可能な精度にまで高まっている。一方、患者からの回答は多岐多様である。例えば症状の伝達においては、医療従事者からの同じ質問に対しても、5W1Hの有無、同義語の違い、単語と文の違いなど、多様な回答方法が存在し、これらが誤訳の要因の一つであることが文献[11]で明らかになった。病気で来院している患者に機械翻訳の入力技術習得を促すことも現実的ではない。このように、多言語環境における患者からの回答は、翻訳誤りを引き起こす要因が多く存在しており、機械翻訳のみでの解決は非常に困難であった。

そこで、本システムでは、質問と質問に対応する回答群の組（回答様式）を用意し、それらを正確に多言語化することで前述の問題解決を行っている。これは、患者からの回答を、医療従事者が知りたい内容に制限をかけることも

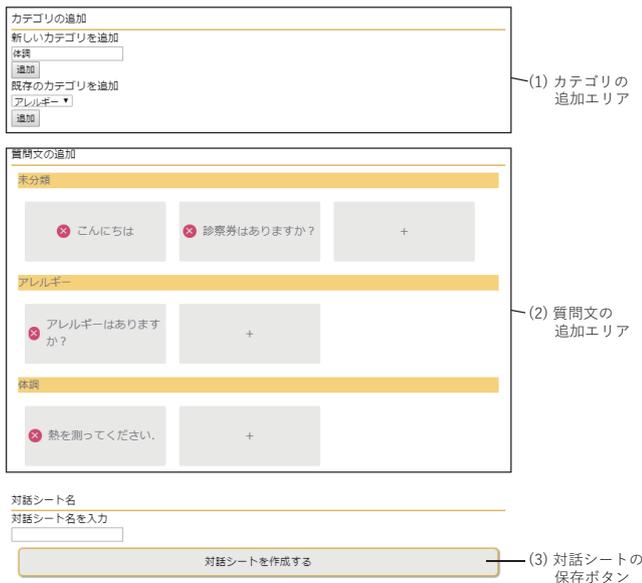


図 2 対話シート作成機能画面例

意味している。以降、アレルギー項目のチェックリストなど、あらかじめ作成された回答様式を「回答候補」とする。また、必要に応じて画像や尺度を活用した回答候補を作成することで、翻訳を不要とした対話支援を行う。本手法については、3.3.1 項で詳しく説明する。

(3) 医療機関や医療従事者ごとにカスタマイズ可能な仕組みとする

医療対話の内容は、内科や放射線科などの診察部門ごとに統一した内容にすることも可能である。しかし、本システムでは医療機関や医療従事者ごとにカスタマイズを可能な仕組みをとっている。これは、紙や PDF ベースの多言語問診票などとは異なり、情報技術を活用しているためにカスタマイズが容易であることが理由の一つとして挙げられる。そのほかにも、専門家は専門的な作業に注力可能な支援を行うべきであるという設計思想をもとに、医療従事者自身が利用しやすい形態にカスタマイズ可能な仕組みとしている。

また、カスタマイズされた対話シートについてはシステム内で共有を可能としている。共有された他の医療従事者の対話シートを利活用可能とすることで、ベテランの医療従事者から新人の医療従事者への知識伝達も可能になると考えられる。

3.2 対話シート作成機能

本節では、対話シート作成機能(図 1(1))について述べる。本機能は医療従事者が利用する。図 2 に対話シート作成画面例を示す。対話シートの作成では、医療従事者が患者とのコミュニケーションの際に利用したいテキストを自由に入力し、対話ボタンの追加を行う。同時に、並び替えや削除も可能としている。作成された対話シートはシステ



図 3 対話シート利用機能画面例

ム内で共有される。また、既存の対話シートをカスタマイズして、新たな対話シートの作成も可能としている。

対話ボタンは図 2(2) 内の「+」ボタンをタップし、追加したい文を入力することで追加することができる。また、図 2(1) でカテゴリを追加することで、対話ボタンを任意のカテゴリに分類することができる。図 2(3) で対話シートを保存した後は、用例対訳に存在していない文を類似の用例対訳に置き換え支援をする(機械翻訳で翻訳されるはずであった文を、既存の用例対訳に変換する)機能を用意している*1。

3.3 対話シート利用機能

本節では、対話シート作成機能(図 1(3))について述べる。本機能は医療従事者が主に操作し、医療従事者と外国人患者の間での対話を行う。図 3 に対話シート利用機能の画面例を示す。医療従事者は、患者言語を図 3(1) で選択した後、図 3(2) の対話ボタンのタップや、図 3(3) への自由文の入力を行う。選択または入力されると、図 4 に示す患者提示画面が表示される。

患者提示画面では、図 4(1) に、選択または入力された質問文が用例対訳や機械翻訳を用いて翻訳された結果と、元の日本語を提示している。図 4(2), (3) は、医療従事者からの質問を受けて、外国人患者が回答を行う領域である。図 4(3) は患者言語の自由文を入力可能としており、入力文は機械翻訳で日本語に翻訳される。

3.3.1 回答候補の自動提示機能 [12]

図 4(2) では、質問文に合わせて回答候補が提示される*2。適切な回答候補を提示することで、機械翻訳を使用せずに

*1 用例対訳に登録されていない「痛いのはどこですか?」という文が入力されたとする。このままであれば、機械翻訳を使用して患者言語に翻訳されることとなる。本機能では、例えば「どこが痛いですか?」という用例対訳が作成済みの類似文を提示する。この文を対話シート作成者が選択することで、正確な翻訳文(用例対訳)の利用が可能となる。

*2 文献 [11] では、図 4(2) に「はい/いいえ」のボタンが常に表示されていた。

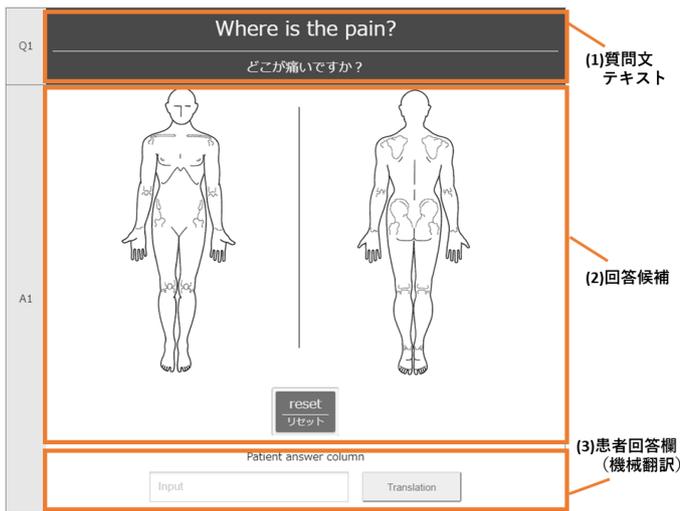


図 4 患者提示画面例

意図の伝達を可能としている。

図 4(2) に提示される回答候補は、質問文とデータベースに登録されている回答候補提示条件とが一致した場合に提示される。回答候補提示条件は、疑問詞、疑問句^{*3}、名詞、動詞、形容詞の単語と、提示する回答候補が手動で登録されている^{*4}。条件に合致しない疑問文が入力された場合は「はい/いいえ」ボタンが提示される。

回答候補の枠組みとしては、以下を用意している。本システムでは、システム管理者がこれらの1つ以上を組み合わせ、回答候補を作成している。

- 択一選択ボタン（「はい/いいえ」など）
- 複数選択ボタン（症状や既往歴、アレルギーなど）
- 数値入力領域（日付などの翻訳不要なテキスト入力領域）
- プルダウンメニュー（「日/週/月/年」など）
- 画像（人体図などを提示し、該当箇所をタップ可能としている）
- 複数段階評価（痛みなどの尺度）

3.3.2 回答候補の推薦機能 [13]

本機能では、回答候補の提示頻度を増やすために、前項の回答候補提示条件のうち名詞のみが一致した場合にも、回答候補の推薦を行う（図 5）。3.3.1 項とは異なり、医療従事者に回答候補を利用するかどうかの確認を求めている（図 5(1)）。これにより、疑問詞がない質問文でも回答候補を利用可能としている^{*5}。

^{*3} 疑問詞の後に続く単語。

^{*4} 例：回答候補提示条件として「疑問詞 “どこ”、名詞 “症状” が登録されているとする。この内容と質問文が一致した場合、回答候補「人体図」が提示される。

^{*5} 例えば、「どのようなアレルギーがありますか？」の意味で「アレルギーがありますか？」と入力したとする。この文の場合、疑問詞が含まれていないため、通常であれば「はい/いいえ」で回答することとなる。しかし、医療従事者はアレルギーの種類が聞きたいと考えられる。このため、回答候補にアレルギー一覧の表示をシステムが推薦することで、スムーズな対話が可能となる。



図 5 回答候補推薦機能画面例

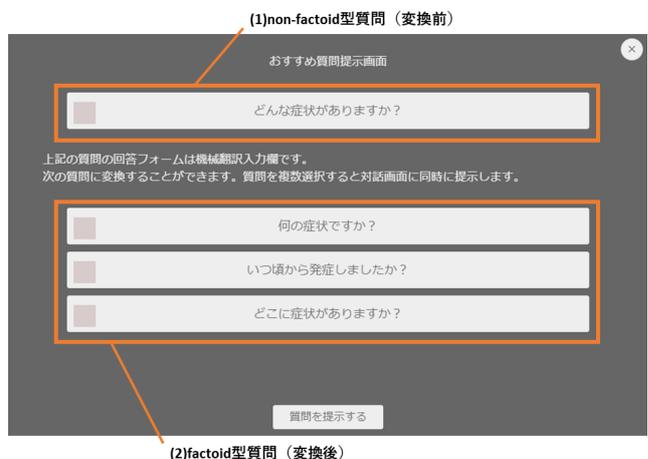


図 6 non-factoid 型質問変換機能画面例

3.3.3 non-factoid 型質問変換機能 [13]

本機能では、機械翻訳を使用せざるを得なかった non-factoid 型質問を factoid 型質問に変換する機能である。factoid 型質問とは、単語や短い言葉が回答になるような質問のことであり、疑問詞が「なに」「どこ」「いつ」などの質問がこれにあたる。対して non-factoid 型質問とは、長い文章での説明が必要となる質問のことであり、疑問詞が「なぜ」「どのような」などの質問がこれにあたる。non-factoid 型質問の一部は、複数の factoid 型質問を組み合わせることで包含が可能であると考えられるため、本機能の構築を行っている。

本システムでは、変換前の non-factoid 型質問と変換後の factoid 型質問を組み合わせ登録できる仕組みを構築した。この対話ボタンを選択すると、図 6 に示す「おすすめ質問提示画面」に遷移する。おすすめ質問提示画面では、元の質問と変換後の質問を選択できるようになっており、複数選択すると対話画面に同時に提示される。

4. 実験と考察

本章では、過去に行った実験とその考察の概要を述べる。

4.1 各実験の共通内容

本章で述べる全ての実験では、被験者を医療従事者役として、患者役の実験協力者と対話することを依頼している。被験者には、あらかじめ用意した対話シートを用いて、指定された医療対話（6～8項目）を行うように依頼している。患者役の実験協力者に対しても、あらかじめ用意した患者の症状を元に回答を行うように依頼している。

なお、用例対訳や機械翻訳自体の正確性の検証を目的としていないため、患者役と医療従事者役をともに日本人とした。患者を中国人と仮定する実験とするために、データベースに登録済みの用例は用例対訳が作成済みと仮定してそのまま日本語を提示している。未登録の文は機械翻訳を用いて中国語に翻訳し、その後再度日本語に翻訳した折り返し翻訳文を提示している。

4.2 対話シートの利用や用例対訳と機械翻訳の併用 [11]

対話シートの利用効果や用例対訳と機械翻訳の併用効果についての検証を目的とした実験を実施した。このため、著者らが用意した対話シートを用いた医療対話と、被験者によってカスタマイズされた後の対話シートを用いた医療対話との比較を行った。

実験は、(1) システムを用いて医療対話を実施（患者役の実験協力者に質問し、回答を記録）、(2) 対話シートのカスタマイズを行う、(3) カスタマイズ後の対話シートを用いて、2回目の医療対話を実施、の手順で実施した。

実験の結果、カスタマイズによって、医療対話時間が15%減少、および、機械翻訳の使用割合が31ポイント減少することが見られた。また、アンケートによる主観評価において、2回目の医療対話の方が、自分の伝えたいことを伝えることができる傾向にあることが分かった。医療対話の正解率（患者役が伝えた症状などが医療従事者役に正確に伝わった割合）も上昇傾向にあった。しかし、機械翻訳を利用した場合に、誤訳によって医療対話に要する時間がかかったり、完遂できなかったりする例も見られた。また、機械翻訳を用いた場合に、患者役の症状などが正確に伝わらない例も散見された。

4.3 回答候補自動提示機能の有用性確認 [12]

本実験では、3.3.1項で述べた、回答候補の自動提示機能の有用性確認を目的としている。実験では、旧システム（文献 [11]、回答候補の自動提示なし）と新システム（文献 [12]、回答候補の自動提示あり）の両システムを順に用いて、医療対話を実施した。

実験の結果、回答候補を自動提示した医療対話項目において、医療対話時間が11%～37%減少したことが分かった。また、回答候補が自動提示された医療対話においては、機械翻訳の使用がなされず、機械翻訳による誤訳の可能性を減少させることができた。しかし、回答候補として提示さ

れた人体図において、頭のつもりで入力された結果を目であると誤伝達される例も存在していた。また、疑問詞を含まない文が入力されたことにより、回答候補が提示されない例が散見された。

4.4 回答候補推薦機能と non-factoid 型質問変換機能の有用性確認 [13]

本実験では、3.3.2項で述べた、回答候補の推薦機能と、3.3.3項で述べた、non-factoid 型質問変換機能の有用性確認を目的としている。実験では、旧システム（文献 [12]、回答候補提示のみあり）と新システム（文献 [13]、回答候補の提示と推薦の両者あり、non-factoid 型質問変換機能あり）の両システムを順に用いて、医療対話を実施した。

実験の結果、回答候補の推薦機能を用いた医療対話項目において、医療対話時間が10%～41%減少したことが分かった。また、non-factoid 型質問変換機能を用いた医療対話項目において、医療対話時間が10%減少したことが分かった。しかし、回答候補の推薦機能および non-factoid 型質問変換機能の両者ともに、操作が不慣れであったりUIが複雑であったりしたため、利用されない場合も散見された。

5. 話者間の正確な意思疎通が可能な多言語間対話支援のための検討

本章では、前章までで述べた多言語対話シート作成システムを用いて、より話者間の正確な意思疎通を行うために必要な要件について検討する。

5.1 安心のための対話

4.2節の実験より、患者側の意図を一定程度、医療従事者に伝達可能であることが示された。正確に伝達できなかった多くは、機械翻訳の誤訳によるものであった。この傾向は、4.3節や4.4節の実験でも、機械翻訳を使用せざるを得なかった場合に見られた。これらのことから、本システムの用例対訳や回答候補を用いることで、多くの場合において話者の意図の伝達が可能であることがわかる。

しかし、本システムでは、閉ざされた質問（回答候補の作成が可能な質問）を用いた対話について主に扱ってきたが、医療機関での問診場面などでは、まず「今日はどうされましたか？」のような開かれた質問から始める必要があるとされている [22]。これは、患者の考え方の理解や、医療従事者が考えている（思い込んでいる）症状への誘導を防ぐためである。また、患者の返答の繰り返しや要約、相づちなどが患者の語りの促進に重要であるとされている [22]。診断や治療に必要な内容について閉ざされた質問は大まかな来院理由が分かった後に実施される。このことから、本システムのみを利用した対話のみでは、情報収集や診断に悪影響を与える可能性があり、患者に安心感を与えること

ができない可能性が考えられる。

本システムでは、non-factoid 型質問変換機能を用いて、開かれた質問を閉ざられた質問に変換することで翻訳を行いやすい形式へ誘導しているが、実際の問診場面に適用するには、自由度を残した回答形態を用意する必要があると考えられる。また、まず開かれた質問への回答を促し、その内容から閉ざされた質問や用例対訳へ誘導するような仕組みの検討が必要であると考えられる。

また、医療分野では人間同士の発話による対話が重要な位置を占めており、安心感を与える要因の一つでもあると考えられる。このため、音声による対話支援が必要となる可能性がある。本システムで提案している用例対訳を活用するためには、音声による質問文検索 [23], [24] を行い、該当する質問文と回答候補の提示する機能や、翻訳文を音声合成などを用いて発話する機能などが必要になると考えられる。

5.2 データの収集

本システムで使用している回答候補は、医療従事者への聞き取りなどをもとに、著者らが作成したものになる。より適切な対話を実現していくためには、用例対訳や回答候補、回答候補の提示条件などの拡充が必要になると考えられる。

このうち、画像、尺度、択一選択ボタンなどの、回答候補の枠組みについては、動的ではなく、ヒューリスティックに作成する必要があると考えられる。これは、システムへの実装の自動化が困難であることと、枠組みが無尽蔵に増える可能性が低いことが理由に挙げられる。

回答候補の枠組みで使用する単語群や用例対訳、回答候補の提示条件については、動的に増やす仕組みが今後必要になると考えられる。これらは、医療分野で使用される用語集や、実際にシステム内で使用された文から生成可能になると考えられる。特に、症状やアレルギーなどの単語群については、穴あき用例^{*6}の概念 [25] を使用することで、自動生成および翻訳が可能になると考えられる [26]。

5.3 文化差への対応

本システムでは、日本人医療従事者と外国人患者の間の対話支援を目的としている。このため、文化や宗教の違いや、医療制度の違いによる問題が生じる可能性がある。このうち、言語によって体の部位を指す範囲が異なる [27] などの差異については、人体図の画像を用意し、直接指し示すことで解決している。しかし、このような文化や言語的な差異については、医療従事者や患者が互いに認知することは困難な場合が多い。

このため、用例対訳や機械翻訳文の中に含まれる、文化

^{*6} 文の一部の単語部分を穴あきにして、単語を入れ替え可能とした用例。

差が生じる可能性のある文について検出し、提示する必要があると考えられる。文化差を自動検出する取り組みとしては、Wikipedia を活用した手法が提案されている [28] が、同様に医療分野における自動検出手法の構築が必要になると考えられる。

6. おわりに

本稿では、医療従事者と外国人患者の間の対話支援を目的とした、多言語対話シート作成システム LuPaCa の設計方針と構築したシステムについてそれぞれ述べた。また、従来研究の実験結果と考察から、正確な意思疎通が可能な多言語問対話支援のための検討を実施した。今後は、5章で述べた各課題についての解決を目指す。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K18096 による。

参考文献

- [1] 法務省：平成30年末現在における在留外国人数について、法務省(オンライン)、入手先 (http://www.moj.go.jp/nyuukokukanri/kouhou/nyuukokukanri04_00081.html) (参照 2019-12-18)。
- [2] Takano, Y. and Noda, A.: A temporary decline of thinking ability during foreign language processing, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, Vol. 24, pp. 445-462 (1993).
- [3] Aiken, M., Hwang, C., Paolillo, J. and Lu, L.: A group decision support system for the Asian Pacific rim, *Journal of International Information Management*, Vol. 3, No. 2, pp. 1-13 (1994).
- [4] Kim, K. J. and Bonk, C. J.: Cross-Cultural Comparisons of Online Collaboration, *Journal of Computer Mediated Communication*, Vol. 8, No. 1 (2002).
- [5] 福島 拓, 吉野 孝, 重野亜久里: 正確な情報共有のための多言語用例対訳共有システム, *情報処理学会論文誌. コンシューマ・デバイス&システム*, Vol. 2, No. 3, pp. 23-33 (2012).
- [6] Bond, F., Nichols, E., Appling, D. S. and Paul, M.: Improving Statistical Machine Translation by Paraphrasing the Training Data, *Proceedings of IWSLT 2008*, pp. 150-157 (2008).
- [7] 宮部真衣, 吉野 孝, 重野亜久里: 外国人患者のための用例対訳を用いた多言語医療受付支援システムの構築, *電子情報通信学会論文誌*, Vol. J92-D, No. 6, pp. 708-718 (2009).
- [8] 杉田奈未穂, 丸田洋輔, 長谷川旭, 長谷川聡, 宮尾 克: ケータイ多言語対話システムとその応用, シンポジウム「モバイル'09」, pp. 63-66 (2009).
- [9] 福島 拓, 吉野 孝, 重野亜久里: 用例対訳と機械翻訳を併用した多言語問診票入力手法の提案と評価, *情報処理学会論文誌*, Vol. 54, No. 1, pp. 256-265 (2013).
- [10] 尾崎 俊, 松延拓生, 吉野 孝, 重野亜久里: 携帯型多言語問診票対話支援システムの開発と評価, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol. AI2010-47, pp. 19-24 (2011).
- [11] 尾崎文香, 福島 拓, 重野亜久里: LuPaCa: 医療従事者による用例登録を可能とした多言語対話シート作成システム, *情報処理学会論文誌*, Vol. 58, No. 1, pp. 134-142 (2017).
- [12] 松本 尚, 福島 拓, 重野亜久里: 回答候補の自動提示を可能とした多言語対話シート作成システムの開発, *電子情報通信学会技術研究報告*, 人工知能と知識処理, Vol. 117,

- No. 452, pp. 19–24 (2018).
- [13] 下田桂輔, 福島 拓, 重野亜久里: 回答候補推薦機能を有した多言語対話シート作成システムの開発, 情報処理学会研究報告, グループウェアとネットワークサービス研究会, Vol. 2019-GN-106, No. 17, pp. 1–8 (2019).
 - [14] Matsuda, M. and Kitamura, Y.: Development of Machine Translation System for Japanese Children, *Proceedings of the 2009 ACM International Workshop on Intercultural Collaboration (IWIC'09)*, pp. 269–271 (2009).
 - [15] 福島 拓, 吉野 孝, 喜多千草: 共通言語を用いた対面型会議における非母語話者支援システム PaneLive の構築, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J92-D, No. 6, pp. 719–728 (2009).
 - [16] 花沢 健, 奥村明俊, 岡部浩司, 安藤真一: 携帯端末向け自動通訳の実用化に向けた開発と評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-CDS-3, No. 26, pp. 1–8 (2012).
 - [17] 林 冬恵, 石田 亨, 村上陽平, 大谷雅之, 中口孝雄: 言語グリッドを用いた多言語農業支援, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J100-B, No. 9, pp. 714–721 (2017).
 - [18] 林田尚子, 石田 亨: 翻訳エージェントによる自己主導型リペア支援の性能予測, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D1, No. 9, pp. 1459–1466 (2005).
 - [19] 中澤敏明: 機械翻訳の新しいパラダイム: ニューラル機械翻訳の原理, 情報管理, Vol. 60, No. 5, pp. 299–306 (2017).
 - [20] 鶴岡慶雅: ニューラル機械翻訳の衝撃, 情報処理, Vol. 58, No. 2, pp. 96–97 (2017).
 - [21] 塚田 元, 渡辺太郎, 鈴木 潤, 永田昌明, 磯崎秀樹: 統計的機械翻訳, NTT 技術ジャーナル, Vol. 19, No. 6, pp. 23–25 (2007).
 - [22] 鈴木富雄, 阿部恵子(編): よくわかる医療面接と模擬患者, 名古屋大学出版会 (2004).
 - [23] 福島 拓, 甲斐充彦: 円滑な多言語間対話支援のための音声入力を用いた用例対訳検索手法の提案, 電子情報通信学会技術研究報告, 人工知能と知識処理, Vol. 113, No. 441, pp. 29–34 (2014).
 - [24] 福島 拓, 甲斐充彦: 音声入力を用いた用例対訳検索における拡張コーパスの利用, 電子情報通信学会技術研究報告, 人工知能と知識処理, Vol. 115, No. 468, pp. 29–34 (2016).
 - [25] 福島 拓, 吉野 孝: 多言語用例対訳共有システムにおける穴あき用例の利用可能性, 電子情報通信学会技術研究報告, 人工知能と知識処理, Vol. 114, No. 461, pp. 23–28 (2015).
 - [26] 福島 拓, 吉野 孝: 穴あき用例と単言語話者作成の正確な用例とを活用した多言語用例対訳作成手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 1, pp. 166–173 (2019).
 - [27] 福島 拓, 吉野 孝, 田淵裕章, 北村泰彦: 多言語用例対訳を用いたコミュニケーションのための応答用例対作成システムの開発, 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム, pp. 1612–1618 (2009).
 - [28] 諏訪智大, 宮部真衣, 吉野 孝: 日本語版・中国語版 Wikipedia を用いた文化差検出手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1, pp. 257–266 (2014).