

穴あき用例を用いた多言語用例対訳作成手法の効果

福島 拓^{1,a)} 吉野 孝^{2,b)}

概要：世界的なグローバル化により多言語間コミュニケーションの機会が増加しているが、多言語間での正確な情報共有は十分に行われていない。正確な多言語間コミュニケーションが求められる分野では用例対訳が用いられているが、十分な数の用例対訳を確保することが困難であった。そこで本稿では、用例の一部を穴あきにして入れ替え可能とした穴あき用例を活用し、新たな用例対訳作成を行う手法を提案・実装した。本稿の貢献は以下である。(1) 穴あき用例を活用した用例対訳作成手法を提案し、実現した。(2) 穴あき用例と穴埋め単語の組み合わせを変えることで、多くの新たな用例作成が可能であることを示した。(3) 穴あき用例を活用した用例作成においては、複数段階の評価軸を用意し、用例の利用者をあらかじめ指定して利用可能性を評価すべきであることを示した。

1. まえがき

近年の世界的なグローバル化により多言語間コミュニケーションの機会が増加している。日本国内でも在留外国人数や訪日外国人数は増加傾向にあり [1], [2], 今後、外国人住民のさらなる増加が予想されている [3]。このため、政府内でも多文化共生の推進に関する研究会が開かれており [3], 今後、多文化共生社会になると考えられる。しかし、一般に多言語を十分に習得することは非常に難しく、母語以外の言語によるコミュニケーションは困難なこともあり [4], [5], [6], 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。

日本語を理解できないことの影響が顕著に現れる分野の1つに医療がある。医療分野では、わずかなコミュニケーション不足で医療ミスが発生する恐れがある。特に、日本語が通じない外国人と日本人の医療従事者間でのやり取りは、意思の疎通を十分に行うことができない。現在、日本語を理解できない外国人の支援は医療通訳者が行っているが、医療通訳者は慢性的な人員不足となっている。また、通訳者の身分保障や通訳者自身のメンタルケアなどの問題が存在している [7]。

そこで、多言語対応の医療支援システムの開発が多く行われている [8], [9], [10], [11]。これらのシステムでは、正確な多言語変換が可能な用例対訳が用いられている。用例対訳とは、用例を多言語に正確に翻訳したコーパスのこと

を指し、「保険証はお持ちですか?」「はい」「いいえ」などの利用現場で使用される言葉を多言語で提供することができる。この用例対訳を用いて、利用者が適切な質問やその回答を使用することで、正確な多言語対話が可能となる。

我々は用例対訳の収集、共有を目的とした多言語用例対訳共有システム TackPad (タックパッド) の開発を行っている [12]。収集した用例対訳は、正確性評価を行った後、多言語対応医療支援システムへの提供を目指している。また、日常会話を対象とした多言語用例対訳共有システムも開発されている [13]。また、用例対訳作成の効率化を目的として、用例の一部を穴あきにして単語を入れ替え可能とした「穴あき用例」が存在している [14]。穴あき用例を用いることで用例対訳の作成が効率的になるが、実際に運用されている穴あき用例は、穴あき用例を直接作成している場合が多い。既に存在している用例対訳からの穴あき用例の作成は行われておらず、既存の言語リソースの活用が課題となっていた。

そこで本稿では、穴あき用例を活用した用例作成手法を提案する。本手法では、既存の用例対訳から穴あき用例の作成を行う。本稿では、手法を実装したシステム開発とその評価を通じて、本手法の効果の検証を行う。

2. 関連研究

多言語間コミュニケーション支援を目的として、用例対訳や機械翻訳を用いた支援技術の研究が多く行われている。機械翻訳は自由に入力された文をすべて多言語に翻訳が可能であるため、子供向けの機械翻訳 [15] や多言語対面環境の討論支援 [16] など、様々な分野で利用されている。

¹ 大阪工業大学情報科学部
² 和歌山大学システム工学部
^{a)} taku.fukushima@oit.ac.jp
^{b)} yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

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 [17]。また、機械翻訳はルールや統計データに基づいて動的な翻訳を行うため [18]、すべての対訳の正確性を確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による支援が多く行われている。用例対訳を利用したシステムとして、多言語医療受付支援システム M^3 (エムキューブ) [8] や、ケータイ多言語対話システム [9] がある。また、自由文に対応するために、用例対訳と機械翻訳を併用したシステムも提案されている [10], [11]。

このように使用される用例対訳の収集・共有を目的として、我々は多言語用例対訳共有システム TackPad の開発を行っている [12]。TackPad では、(i) 医療従事者や患者などが必要な用例をシステムに登録、(ii) 翻訳者が (i) で登録された用例を各言語に翻訳、(iii) システム利用者が作成された用例対訳の正確性評価を行い、一定の閾値を超えた用例対訳を多言語対応医療システムへ提供する、の手順で、医療現場で求められている用例対訳の収集・共有を Web 上で行っている。現在、本システム上には用例数は全言語合わせて約 15,000 文が存在しているが、用例対訳の数は十分でないことが分かっている [12]。今後、医療分野で必要な用例対訳を網羅した場合、現在の数十倍の用例が必要であると考えられるが、対訳作成を行う翻訳者への負担が非常に大きくなるという課題を抱えている。また、より効率的な用例対訳作成の一方法として穴あき用例が存在している [14]。文献 [14] では、多言語用例対訳共有システムで収集された用例対訳をもとに、自動的に穴あき用例対訳が作成可能かどうかを調査している。この結果、穴あき用例は言語間で一対一に対応しておらず、自動的な穴あき用例対訳の作成は困難であることが示されている。また、穴あき用例の概念を使用した不足用例の発見（新規用例の作成）の可能性が示されているものの、実際に穴あき用例を活用した用例作成が行われておらず、効果が不明であった。本稿では、既存の用例対訳を活用して新たな用例作成を行う手法を提案し、実現可能性や課題点の検証などを行う。

3. 穴あき用例と穴埋め単語

本章では、提案手法で使用する穴あき用例と穴埋め単語について述べる。穴あき用例は、用例の一部の単語を穴あきにして入れ替え可能としたものである。穴あき用例の穴あき部分の単語を入れ替えることで、具体的な内容の伝達が可能となる。以降、用例の一部を穴あきにしたものを「穴あき用例」、穴あき部分に入れる単語を「穴埋め単語」とする。

穴あき用例の利用について検討した文献 [14] では、以下の手順で穴あき用例の抽出を行っている。本稿でも以下に示す文献 [14] の手法を用いて穴あき用例の作成を行う。

Step 1 形態素解析器を用いて用例を形態素に分割

形態素解析器を用いて用例を単語に分割する。その際、句読点や “?” “!” は除去する。

Step 2 1つの形態素のみが異なる用例の対を抽出

Step 1 で分割した形態素の 1 つのみが異なる用例の対を抽出する。その際、異なる形態素は同一品詞のもののみ抽出する。

Step 3 穴あき用例と穴埋め単語の抽出

Step 2 で抽出した、1 形態素のみ異なる用例群のうち、異なる単語群を「穴埋め単語」、それ以外の部分を「穴あき用例」として保存する。

なお、本稿では穴あき用例の穴あき部分を “[N]” のように表記する。使用するアルファベットは品詞を表しており、名詞は “N” を用いて表現する。例として、「頭が痛いです」の「頭」（名詞）が穴埋め単語の場合、穴あき用例としては “[N] が痛いです」と表記する。

4. 穴あき用例を用いた多言語用例対訳作成手法

本章では、穴あき用例を活用した用例作成手法と、提案手法を適用したシステムについて述べる。本稿では、新規穴埋め単語の追加と穴あき用例間の包含関係の追加の 2 つの手法を提案する。以降の各節では、手法を適用したシステムの概要を述べた後、システムの機能ごとに対応する手法についてそれぞれ述べる。

4.1 システム概要

本稿で述べる穴あき用例を用いた多言語用例対訳作成システムは、既存の穴あき用例に新しい穴埋め単語を追加することで、新たな用例の作成を行う。その際、既存の穴あき用例と穴埋め単語のリンク関係を活用することで、より適切な用例作成を目指す。このため、本稿ではデータベースに存在していない穴あき用例や穴埋め単語の追加は行わず、既存の穴あき用例や穴埋め単語の組み合わせを変えることで新たな用例の作成を行う。

本システムは、穴あき用例の詳細情報閲覧と穴あき用例間の関係閲覧の各機能が存在している。また、各閲覧機能の画面から 2 種類の用例作成を可能とした。

4.2 穴あき用例の詳細情報閲覧・新規穴埋め単語の追加

本システムでは、穴あき用例一覧から任意の穴あき用例を選択すると、詳細画面が表示される。穴あき用例の詳細情報閲覧機能の画面例を図 1 に示す。図 1 は穴あき用例 “[N] が冷たいです” の画面例である。図 1 の上段に選択した穴あき用例が、図 1 の中段に穴あき用例に既にリンクされている穴埋め単語の一覧がそれぞれ表示される。リンク済みの穴埋め単語は、他の穴あき用例も含めて使用された回数が多い順に並び替えて表示される。また、後述する

選択した穴あき用例

[[N]]が冷たいです

リンク済みの穴埋め単語

リンク済み単語数:10

穴埋め単語	穴あき用例で使用された回数
手	26
足	21
前腕	21
膝	19
腰	19
指	18
足首	18
上腕	18
肘	16
顔	7

穴埋め単語の候補

使える！	用例	穴埋め単語候補	可能性ポイント
☒	手首が冷たいです	手首	113
☒	目が冷たいです	目	58
☒	首が冷たいです	首	43
☒	のどが冷たいです	のど	29
☒	肛門が冷たいです	肛門	28
☒	乳房が冷たいです	乳房	26
☒	耳が冷たいです	耳	25
☒	お腹が冷たいです	お腹	21

図 1 穴あき用例の詳細情報画面例

用例作成手法を用いて追加された穴埋め単語は、赤字で表示される。

また、提案する用例作成手法の一つである新規穴埋め単語の追加が利用できる。本手法では、穴あき用例に適合する可能性が高い単語として、「穴埋め単語候補」を提示している。このことで、選択した穴あき用例に適切な穴埋め単語の選択補助を行う。

具体的には、穴埋め単語候補は下記の手順で抽出している。

- (1) 対象となる穴あき用例に属する穴埋め単語群を抽出する。
- (2) (1) で抽出した穴埋め単語が属する穴あき用例群を抽出する。このとき、(1) の穴あき用例は除く。
- (3) (2) で抽出した穴あき用例に属する穴埋め単語群を抽出する。このうち、(1) で抽出した穴埋め単語群に含まれない穴埋め単語を、穴埋め単語候補とする。

図 1 の下段が穴埋め単語候補の提示画面例である。各穴埋め単語候補の左端にあるチェックボックスにチェックを入れることで、穴あき用例に対応した穴埋め単語として登録される。また、チェックボックスにチェックを入れられなかった穴埋め単語は、穴あき用例に適合しなかったと判断し、穴埋め単語候補から除外する。穴あき用例や穴埋め

選択した穴あき用例

[[N]]がある ☒ 何か[[N]]はありますか

共通利用の穴埋め単語

リンク済み単語数:3

穴埋め単語	穴あき用例で使用された回数
アレルギー	5
持病	3
心当たり	3

左の穴あき用例でのみ使用された穴埋め単語

使える！	穴あき用例	右の穴あき用例に入れたとき
☐	熱	何か熱はありますか
☐	痛み	何か痛みはありますか
☐	水虫	何か水虫はありますか
☐	いば	何かいばはありますか

図 2 穴あき用例間の包含関係確認画面例

単語のみではなく、穴あき用例に穴埋め単語を入れた用例の形で提示することで、システム利用者が適切な判断を容易に行うことを可能としている。

なお、図 1 中の「可能性ポイント」とは、対象となる穴あき用例から穴埋め単語候補までのリンクの経路数である。穴埋め単語の候補は「可能性ポイント」の降順に並んでいる。このため、より多くの経路が存在している穴埋め単語候補がより上位に表示される仕組みとなっている。また、穴あき用例と穴埋め単語間のリンク関係が更新されるたびに可能性ポイントも更新される。

4.3 穴あき用例間の関係閲覧・包含関係の追加

図 2 に穴あき用例間の関係閲覧画面例を示す。図 2 は 2 つの穴あき用例を選択すると閲覧することができる。

図 2 の上段では、選択した穴あき用例間の包含関係が表示される。図 2 の場合、「何か [[N]] はありますか」で使用されている穴埋め単語はすべて「[[N]] がある」で使用可能であることを示している。また、図 2 の中段で共通して使用されている穴埋め単語の一覧が、図 2 の下段で一方の穴あき用例のみで使用されている穴埋め単語の一覧がそれぞれ表示される。

システム利用者は、図 2 の下段に示された穴あき用例と穴埋め単語を統合した用例が全て利用可能な場合に、包含関係を登録する。この機能により、包含されている穴あき用例に新たな穴埋め単語が追加された際に、包含している穴あき用例の穴埋め単語も増やすことを可能とした。また、一部の穴埋め単語のみが適切である場合は、包含関係は追加せず、適切な穴埋め単語のみを追加可能とした。

また、「穴あき用例 1 $\supseteq$ 穴あき用例 2」の関係が既にあ

下記の用例は正しいですか？

用例	穴埋め単語候補
熱が出ます	熱
便が出ます	便
母乳が出ます	母乳
尿が出ます	尿
寝汗が出ます	寝汗
血が出ます	血
いびきが出ます	いびき
尋麻疹が出ます	尋麻疹
微熱が出ます	微熱

☒ 上の用例は全て正しい

反映

図 3 穴あき用例間の包含関係確認画面例

る時に、「穴あき用例 2 ⊇ 穴あき用例 3」が追加された場合、「穴あき用例 1 ⊇ 穴あき用例 3」が適切であるかを判断する必要がある。本システムでは、図 3 に示すように、穴あき用例 3 に登録されている穴埋め単語のうち、穴あき用例 1 に登録されていないものを提示し、本システムの利用者に確認を依頼している。図 3 では、「[[N]] が出る」と「[[N]] が出ます」が同じ穴埋め単語群を持つときに、「[[N]] が出る」に対して「熱」「便」などの穴埋め単語を登録した際の確認画面である。ここで「上の用例は全て正しい」にチェックを入れて「反映」すると、「[[N]] が出る」に新たに登録された穴埋め単語群が「[[N]] が出ます」に対しても登録される。チェックを入れない場合は、包含関係が解消される。本機能により、利用者は穴あき用例間の包含関係を意識することなく用例の追加が可能となる。

5. 試用実験

本章では、前章で述べたシステムを用いた試用実験について述べる。本実験の目的は、穴あき用例を活用した用例対訳作成手法の効果検証である。本実験では、全ての穴あき用例に対して全ての適切な穴埋め単語をリンクさせることを目的とはせず、本手法が効果的に動作しているかの検証や、問題点の抽出を行う。本実験では、著者の一人が前述のシステムの各機能を利用して新しい用例の作成を行った。また、各穴あき用例の発話者は医療従事者か患者のどちらかであるとあらかじめ固定して作業を行った。

本実験では、多言語用例対訳共有システム TackPad[12] の日本語用例 6,011 文をもととなる用例として使用した。次に、形態素解析器 ChaSen[19] を利用し、3 章で述べた穴あき用例・穴埋め単語の抽出を行った。本実験では、抽出された穴あき用例・穴埋め単語のうち、名詞が穴あき・穴埋めとなっているもののみに限定した。本実験は、穴埋め単語 301 単語、穴あき用例 195 文をそれぞれ用いた。実験対象の穴あき用例と穴埋め単語のもととなった用例は 707

表 1 実験結果

(1) 実験前の用例数	707 文
(2) 実験で作成された用例数	692 文
単語追加機能による用例増加数	95 文
包含関係追加機能による用例増加数	540 文
関係閲覧画面での単語追加による用例増加数	57 文
(3) 単語追加機能の使用回数	6 回
(4) 包含関係追加機能の使用回数	40 回
(5) 包含関係の再確認回数	16 回
(6) 作成された包含関係数	67 リンク

・(5) は図 3 で挙げた、既存の包含関係が正しいかどうかを確認する機能の使用回数である。

・(6) で互いに包含関係にある場合は 2 リンクとしている。

表 2 穴あき用例にリンクされた穴埋め単語数の推移

	穴あき用例	穴埋め単語数		増加率
		実験前	実験後	
(1)	[[N]] が痛いです	26	64	146%
(2)	[[N]] が腫れています	21	57	171%
(3)	[[N]] に違和感を感じます	14	64	357%
(4)	[[N]] をけがしました	11	55	400%
(5)	[[N]] を用意して下さい	11	11	0%
(6)	[[N]] がしびれています	5	55	1,000%

・単位は単語である。

文である。

6. 実験結果と考察

6.1 提案手法の効果

表 1 に本実験の結果を示す。表 1(1), (2) より、本手法を用いることで、もとの用例数と比較して約 2 倍に増加したことがわかる。また、増加した用例の大半は包含関係追加機能によって作成されたことがわかる。ただし、表 1(3), (4), (5) より、包含関係追加機能の方が多く使用されたことも影響していると考えられる。これは、単語追加機能では提示されている全ての穴埋め単語の適切性を確認する必要があることや、包含関係追加機能では 1 つでも不適切な穴埋め単語が提示された場合に包含関係にないと判断可能であることが影響していると考えられる。本システムの実運用の際には、包含関係追加機能を中心機能として使用すると、利用者の負担軽減につながると考えられる。

穴あき用例にリンクされた穴埋め単語数の推移例を表 2 に示す。実験前に最も穴埋め単語数が多かった穴あき用例は「[[N]] が痛いです」であった。文献 [12] ではシステムの利用者が医療分野に必要な用例を登録する仕組みをとっており、「[[N]] が痛いです」は比較的作成を行いやすい用例であったと考えられる。表 2(1) より、「[[N]] が痛いです」の穴埋め単語の増加率が 146%であったことがわかる。追加された穴埋め単語は、「手」「足」「歯茎」「扁桃腺」など、様々な部位の単語が存在していた。他の穴あき用例に対しても多くの穴埋め単語が追加されており、「[[N]] がしびれ

表 3 穴埋め単語の追加・除外別の可能性ポイント

		追加	除外
総数		527 単語	68 単語
ポイント	平均	12.1	4.4
	中央値	5	2
	最大値	122	26
	最小値	1	1
順位	平均	13.1	24.1
	中央値	11	23
	最大値	37	37
	最小値	1	7

・「追加」は穴埋め単語候補のうち追加された単語を、「除外」は追加されなかった単語をそれぞれ示す。

ています」(表 2(6))は本実験で最も高い 1,000%の増加率となった。なお、本実験では、実験対象の 195 文中 28 文の穴あき用例のみに対して穴埋め単語の追加を行った。残りの 167 文に対しては穴埋め単語の追加を行っていないため、全ての穴あき用例に対して穴埋め単語の追加作業を行った場合、本実験よりも多くの用例作成が可能になると考えられる。ただし、「[[N]]を用意して下さい」(表 2(5))のように新たな穴埋め単語の追加を行うことができなかった穴あき用例も存在していた。これは、「[[N]]を用意して下さい」とリンクされていた穴埋め単語が他の穴あき用例で使用されていないことが要因である。このことは、新たな穴埋め単語の追加機能を用意することで解決可能になると考えられる。合わせて、新たな穴あき用例の追加機能も用意することでより多くの用例作成が可能になると考えられる。

6.2 可能性ポイントの適切性

本節では、4.2 節の穴埋め単語候補の並び替えで使った可能性ポイントの適切性について考察する。可能性ポイントは穴埋め単語の追加や包含関係の追加が行われるたびに再計算されるものであるが、本節の考察では実験開始時の可能性ポイントを用いる。また、穴埋め単語候補が穴あき用例に追加されたかどうかを用いて考察を行う。

表 3 に穴埋め単語が穴あき用例に追加されたかどうかと可能性ポイントおよび可能性ポイントを用いて並び替えた順位を比較した結果を示す。表 3 より、穴あき用例に追加された穴埋め単語の可能性ポイントは、追加されなかった穴埋め単語の可能性ポイントよりも大きかった傾向にあることが分かる。順位についても同様の傾向があり、表 3 の順位の最小値より、今回の実験では、1 番目から 6 番目に表示された穴埋め単語候補はすべて適切であったことが分かる。ただし、表 3 のポイントの最大値より、可能性ポイントが 26 であったものでも不適切であった穴埋め単語が存在していた^{*1}。このため、本稿で提案した可能性ポイント

^{*1} 「[[N]]が曲がりません」に対して「目」が候補として出現していた例である。

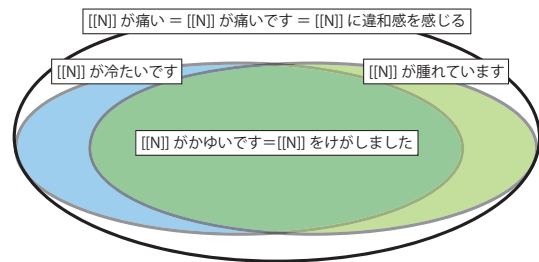


図 4 穴あき用例間の包含関係例

トは穴埋め単語候補を適切な順に並び替える点において一定の効果はあったが、最終的な適切性は人手での判断や、文献 [20] のように N-gram を活用した不正確な用例の抽出などを行う必要があると考えられる。

6.3 穴あき用例間の包含関係

本節では、穴あき用例の包含関係について考察する。

穴あき用例間の包含関係を図示したものの例を図 4 に示す。図 4 より、今回の実験では、「[[N]]が痛い」と「[[N]]に違和感を感じる」、「[[N]]がかゆい」と「[[N]]をけがしました」の穴埋め単語がそれぞれ同じものを使用する形に収束したことがわかる。また、「[[N]]が冷たいです」「[[N]]が腫れています」で使用された穴埋め単語は全て「[[N]]が痛い」で使用されている、などの分類が行われたことがわかる。

具体的に使用された穴埋め単語を調査した結果、「[[N]]が痛い」に含まれていて「[[N]]が冷たいです」に含まれていない穴埋め単語として「胃」や「骨」などの体内の部位を表す語が存在していた。「[[N]]が腫れています」も同様の傾向にあったが、体内でも「リンパ腺」などが含まれる点、身体表面でも「爪」などの固い部位が含まれない点が相違点として存在していた。また、「[[N]]がかゆい」「[[N]]をけがしました」は、体内および固い部位が穴埋め単語に含まれないという特徴が存在していた。

この他に、「[[N]]が止まらない」と「[[N]]が出る」は、が同じ穴埋め単語を共有している^{*2}、「[[N]]はどこですか？」は他の穴あき用例と共有して使用された穴埋め単語が存在しない^{*3}、などの分類が確認できた。

本実験では、多くの用例の適切性判断は問題なく行うことができた。しかし、一部の穴埋め単語は評価者によって使用可能であるかの判断が分かれる可能性があるものが存在していた。例として「歯が腫れています」という用例は、正確には「歯茎が腫れています」であるが、歯の周辺が腫れているという意味で使用される可能性がある。また、「胃が冷たいです」はおなかが冷えたという意味で使用される可能性も考えられる。提案システムでは穴埋め単語が穴あ

^{*2} 「涙」や「血」など体外に出てくるものが穴埋め単語として使用されていた。

^{*3} 「エレベータ」や「診察室」などの場所を表す語が穴埋め単語として使用されていた。

き用例に属するか否かのみを判断基準としていた。しかし、正確ではないが使用される可能性がある用例や、使用頻度が低い用例が出現した際の判断が難しいという課題がある。このため、複数の用例作成者間で異なる評価が行われた場合や、用例の利用頻度を反映可能とするために、複数段階の評価軸で用例の使用可能性を評価する必要があると考えられる。また、最終的な正確性に関しては、複数人での判断もしくは医療関係者による判断が必要になると考えられる。

また、本実験では、「[[N]] が腫れています」は患者が発話者であると固定して穴埋め単語の追加を行っていたため、体内の部位を表す単語は不適切であると判定していた。しかし、医療従事者が診察中に発する語の場合、「胃が腫れています」など、体内の部位も使用可能となる。これは、日本語が主語を省略可能であることが要因である。主語の省略は多言語への翻訳時に問題が発生するため、用例の利用者をあらかじめ指定した上で穴あき用例を用いた用例作成を行う必要があると考えられる。

7. まとめと今後の課題

本稿では、穴あき用例を活用した用例対訳作成手法について述べた。本手法では、既存の穴あき用例と穴埋め単語の組み合わせを変えることで、新たな用例の作成を行った。

本稿の貢献は、以下の3点である。

- (1) 穴あき用例を活用した用例対訳作成手法を提案し、実現した。
- (2) 穴あき用例と穴埋め単語の組み合わせを変えることで、多くの新たな用例作成が可能であることを示した。
- (3) 穴あき用例を活用した用例作成においては、複数段階の評価軸を用意し、用例の利用者をあらかじめ指定して利用可能性を評価すべきであることを示した。

今後は、本稿で明らかになった課題点を解決し、用例対訳共有システムに適用する。また、穴あき用例を用いた対訳作成手法について検討を行う。

謝辞 本研究の一部はJSPS科研費JP26730105による。

参考文献

- [1] 法務省：平成28年6月末現在における在留外国人数について（確定値），法務省（オンライン），入手先〈<http://www.moj.go.jp/nyuukokukanri/kouhou/nyuukokukanri04.00060.html>〉（参照2016-12-15）。
- [2] 法務省：平成28年上半年期における外国人入国者数及び日本人出国者数について（確定値），法務省（オンライン），入手先〈<http://www.moj.go.jp/nyuukokukanri/kouhou/nyuukokukanri04.00059.html>〉（参照2016-12-15）。
- [3] 総務省：多文化共生の推進に関する研究会報告書，総務省（オンライン），入手先〈http://www.soumu.go.jp/kokusai/pdf/sonota_b5.pdf〉（参照2016-12-15）。
- [4] 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).
- [5] 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).
- [6] Kim, K. J. and Bonk, C. J.: Cross-Cultural Comparisons of Online Collaboration, *Journal of Computer Mediated Communication*, Vol. 8, No. 1 (2002).
- [7] 高嶋愛里：在日外国人支援活動：京都における「医療通訳システムモデル事業」，国際保健支援会2 (2005)。
- [8] 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)。
- [9] 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)。
- [10] 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)。
- [11] 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)。
- [12] 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)。
- [13] 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)。
- [14] 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)。
- [15] 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)。
- [16] 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)。
- [17] 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)。
- [18] 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)。
- [19] 北内 啓，宇津呂武仁，松本裕治：誤り駆動型の素性選択による日本語形態素解析の確率モデル学習，情報処理学会論文誌，Vol. 40, No. 5, pp. 2325–2337 (1999)。
- [20] Fukushima, T., Yoshino, T. and Shigeno, A.: Proposal and Evaluation of an Extraction Method for Inaccurate Example Sentences Using a Web Search Engine for Multilingual Parallel Texts, *2011 Workshops of International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA2011)*, pp. 538–543 (2011)。