

翻訳不適箇所指摘による翻訳リペアコストと 翻訳リペア精度の評価

宮部 真衣[†], 吉野 孝^{†,‡}

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科 ^{††} 和歌山大学システム工学部 [‡] 情報通信研究機構

概要 翻訳リペアは、不適切な翻訳箇所の少ないメッセージを作成する方法として、機械翻訳を用いたコミュニケーションにおいて重要な役割を果たすと考えられる。当初、翻訳リペアを適切に行うには、母国語の十分な知識が必要であり、適切なリペアを行えるかどうかは個人の能力に依存すると考えられていた。そこで、本研究では翻訳リペア効率を改善するために、形態素解析を利用した翻訳不適箇所の指摘を行う。また、翻訳不適箇所指摘を用いた翻訳リペア実験を行い、指摘による翻訳リペアコストと翻訳リペア精度の評価を行った。実験の結果、以下の知見を得た。本稿では、修正すべき文を被験者が修正不要であると判断し、修正しなかった割合を不正確判定率として定義する。(1) 翻訳不適箇所を指摘しただけでは、翻訳リペア効率を改善することは難しい。(2) 不正確判定率が翻訳リペア効率改善に影響している可能性が高い。

Evaluation of Translation Repair Cost and Accuracy on Providing Translation Inadequacy Part

Mai MIYABE[†] Takashi YOSHINO^{†,‡}

[†] Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

[‡] National Institute of Information and Communications Technology

Abstract Translation repair using back translation plays an important role in intercultural communication using machine translation. It can present the method of creating messages that have few translation mistakes. Sufficient knowledge of native language is required to repair sentences adequately. This means that it is depended on individual ability whether people can do effectual translation repair. Therefore, we provided translation inadequacy part on translation repair to improve efficiency of translation repair. We evaluated the translation repair cost and accuracy on providing translation inadequacy part. As a result of the experiment, we obtained findings as follows. In this paper, we define an inaccurate-judgement rate as an evaluation index. The inaccurate-judgment rate shows the ratio of the sentence that had to be corrected. (1) Only providing translation inadequacy part, it is difficult to improve the efficiency of translation repair. (2) The inaccurate-judgment rate can affect the improvement of the efficiency of translation repair.

1 はじめに

現在、世界規模のインターネットの普及に伴い、多言語によるコミュニケーションの機会が増加している。一般に多言語を十分に習得することは困難であるため、多言語コミュニケーションでは機械翻訳などの技術が利用されている¹⁾。近年、翻訳技術は急速に進展しているが、完璧な翻訳を行うことは困難である。予備実験の結果、15文字以下の短文については、比較的高精度な翻訳が期待

できるが、長文になると不適切な翻訳箇所が増加する傾向が見られた。不適切な翻訳箇所を含む文をコミュニケーションに用いると、話者間の相互理解が困難になる。したがって、不適切な翻訳箇所の少ない文を作成する必要がある。文章中の不適切な翻訳箇所を減少させるために、入力文章を書き換えていくことを「翻訳リペア」と呼ぶ。

翻訳リペアは、不適切な翻訳箇所の少ない文章を作成する方法として、機械翻訳を用いたコミュ

ニケーションにおいて重要な役割を果たすと考えられる²⁾。しかし、翻訳リペアを行うには相応のコストを要する³⁾。

我々はこれまでに、折り返し翻訳を用いた翻訳リペアによる翻訳精度改善効果の検証を行ってきた⁴⁾。検証により、15文字以上32文字以下の文章では、一部の文章を除いて、約7回の翻訳リペアにより3言語（英語、中国語、韓国語）の翻訳結果の改善が可能であることがわかった。しかし、適切なリペアを行えるかどうかは個人の能力に依存する可能性が高いことがわかった。

翻訳リペアを適切に行うためには、様々な能力が要求される。翻訳リペアを行うにあたり、一番初めに要求される能力は、入力文と折り返し翻訳結果の照らし合わせによる翻訳不適箇所の推定能力である。入力文のうち、どの部分を修正すればよいかわからなければ、適切な翻訳リペアには繋がらない。

そこで、翻訳リペアで要求される能力のうち、翻訳不適箇所推定能力における支援を行う。翻訳不適箇所を指摘することにより、翻訳リペアの効率は改善されるのではないかと考えられる。

本稿ではこの仮説のもとに形態素解析を利用した翻訳不適箇所の指摘による翻訳リペア実験を行い、実験結果についての考察を行う。

2 関連研究

機械翻訳を用いたコミュニケーションでは、相互の発言内容理解は翻訳精度に依存する。低い翻訳精度の場合、相互理解ができず、思い違いが発生する⁵⁾。翻訳リペアは、このような思い違いの回避においても重要であると考えられる。

異文化協同作業におけるコミュニケーションにおいて行われた自己リペア²⁾では、母国語が英語に翻訳され、その英語を見ながら母国語の修正を行っており、母国語の修正により、文章の翻訳精度が向上している。しかし、母国語以外を十分に習得していない場合、翻訳結果を見ながら修正を行うのは困難である。母国語だけを用いてリペア作業を行う方法として、折り返し翻訳の利用が検討され⁶⁾、折り返し翻訳がリペア手段として有効であると示されている。また、折り返し翻訳のためのリペア支援機能の評価実験⁷⁾により、修正にかかるコスト（時間、回数）評価が行われている。

さらに、これまでにリペア（翻訳に適した文章

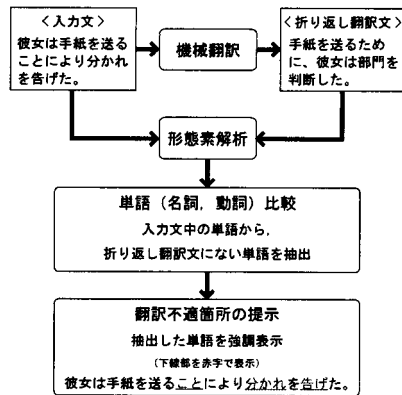


図1 翻訳不適箇所指摘の流れ

への修正) 支援機能の性能予測⁸⁾が行われており、折り返し翻訳機能の検証実験によって、折り返し翻訳結果の提示はリペアに有効であることが示されている。また、この研究ではリペア支援機能として折り返し翻訳、翻訳不適箇所の強調表示、修正教示を提案し、理想的な表示を行った場合の効果を検証している。林田らの研究では、強調表示だけでは適切な修正方法まではわからないものの、リペア作業の効率化において強調表示は有効であることが示されている。

本稿では、形態素解析を利用して自動的な翻訳不適箇所の指摘を行う。また、翻訳不適箇所の有無による差異の検証を行う。

3 形態素解析を利用した翻訳不適箇所指摘

翻訳リペアを行う場合、修正すべき箇所がわからなければ、適切に修正することができない。林田らの研究により、翻訳不適箇所の提示はリペア効率の向上に有効であると示されている⁸⁾。また、入力文と折り返し翻訳文の類似度計算により翻訳不適箇所の自動推定を行う、入力言い換え支援の研究が行われている¹⁾。

本研究では、入力文と折り返し翻訳文の形態素解析を行い、単語の比較により翻訳不適箇所を推定する。翻訳不適箇所指摘の流れを図1に示す。本研究では、以下の手順により翻訳不適箇所の指摘を行う。

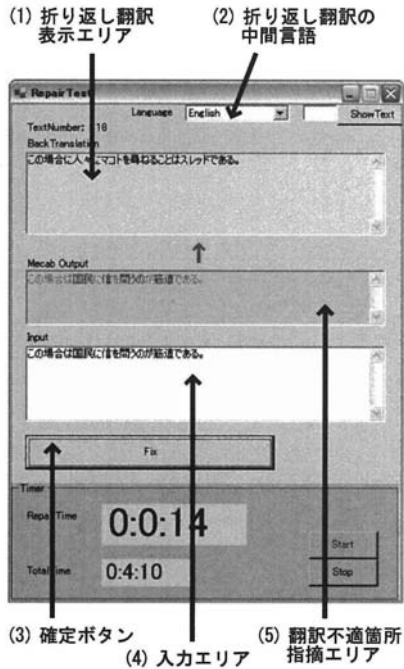


図 2 実験ツールの画面例

1. 機械翻訳により、入力文（「彼女は手紙を送ることにより分かれを告げた。」）の折り返し翻訳文（「手紙を送るために、彼女は部門を判断した。」）を取得する。
2. 形態素解析器 Mecab⁹⁾ を利用し、入力文および折り返し翻訳文の形態素解析を行う。
3. 入力文中の単語（名詞、動詞）のうち、折り返し翻訳文中に存在しない単語を抽出する。
4. 抽出した単語を翻訳不適箇所と判断し、赤字で強調表示する。（「こと」「分かれ」「告げ」を赤字で表示）

4 実験

4.1 実験概要

翻訳リペアを行う際、修正すべき箇所がわからなければ、適切な修正は困難である。適切な修正が行われなかった場合、リペア効率が低下する。具体的には、以下の事象が発生すると考えられる。

1. 修正の放棄

2. 修正コスト（修正回数）の増加
3. 修正後の折り返し翻訳結果の精度低下

そこで、2章に記述した翻訳不適箇所の指摘を行うことで、翻訳リペア効率が改善するかどうかを検証する。本稿では、上記の3つの事象をリペア効率の指標とする。翻訳リペア実験および翻訳結果の主観評価実験を行い、翻訳リペア効率の改善割合について、以下を仮説として実験結果の検証を行う。

[仮説 1]: 翻訳不適箇所の指摘を行うことにより、修正放棄数が低下する。

[仮説 2]: 翻訳不適箇所の指摘を行うことにより、修正コストが減少する。

[仮説 3]: 翻訳不適箇所の指摘を行うことにより、修正後の折り返し翻訳結果の精度が向上する。

4.2 翻訳リペア実験

翻訳不適箇所の指摘による翻訳リペア効率の改善効果を検証するために、翻訳リペア実験を実施した。実験の被験者は、和歌山大学システム工学部および大学院の学生 30 名である。

翻訳リペア実験を行う前に、日本語検定公式模擬・練習問題集¹⁰⁾の中級テストを実施した。テスト後、実験を行う際に折り返し翻訳および実験ツールの使い方について説明した。

本実験では、以下の2項目の作業を行った。

1. 翻訳不適箇所の 指摘がある 状態での翻訳リペア作業
2. 翻訳不適箇所の 指摘がない 状態での翻訳リペア作業

各項目について 100 文ずつ、計 200 文の翻訳リペア作業を行った。各被験者で2項目の実施順序は異なる。

本実験で使用したツールの画面例を図 2 に示す。入力エリア (図 2 (4)) に入力した文の折り返し翻訳結果が、折り返し翻訳表示エリア (図 2 (1)) に表示される。形態素解析により推定した翻訳不適箇所は、翻訳不適箇所指摘エリア (図 2 (5)) に表示される。指摘なしの実験では、翻訳不適箇所

表 1 未修正折り返し翻訳結果の評価結果

	英語		中国語		韓国語		3言語平均	
	1回目分	2回目分	1回目分	2回目分	1回目分	2回目分	1回目分	2回目分
平均	1.80	2.03	1.73	1.65	2.30	2.21	1.94	1.96
標準偏差	0.67	0.77	0.69	0.65	0.81	0.81	0.77	0.78
有意確率	0.023		0.458		0.369		0.733	

指摘エリアは非表示とした。翻訳システムは、言語グリッド¹¹⁾を介して高電社のJ-Server¹²⁾を使用した。

予備実験の結果より、15文字未満の文は高精度の翻訳結果が得られる可能性が特に高い傾向が見られた。一方で、機械翻訳システムでは、50文字以上の文の解析は非常に困難であり、80文字以上の文については解析がほとんど失敗すると指摘されている^{13, 14)}。現在、機械翻訳に必要な機能の改善が進んでいるが、十分な精度は得られていない¹⁵⁾。また、本実験でリペア対象文として用いる機械翻訳機能試験文¹⁶⁾の文字数については、30文字以下の文が全体の94.7%を占めている。そこで本実験では、20文字以上30文字以下の日本語文について翻訳リペア作業を行う。実験で利用した文は、機械翻訳機能試験文¹⁶⁾のうち、20文字以上30文字以下であり、修正作業が必要だと考えられる文を200文選択したものである。

実験の手順を以下に示す。

- 1) 折り返し翻訳結果を見ながら、原文と同じ意味になるように入力文を修正する。
- 2) 折り返し翻訳結果が同じ意味だと判断したら、確定ボタン(図2(3))を押し次の文を表示する。
- 3) 1)~2)の手順を100文行う。
- 4) 翻訳不適箇所指摘の有無を切り替え、別の100文について1~3の手順を行う。

1番初めの折り返し翻訳結果(未修正の翻訳結果)が原文と同じ意味になっていると被験者が判断した場合は、リペア作業を行わず、そのまま確定可能とした。また、5分程度リペア作業を行っても同義の文へと修正ができない場合、被験者の判断により修正を放棄することも可能とした。実験

には6~12時間を要し、実験中は適宜休憩をとるように指示した。

4.3 翻訳結果の主観評価実験

翻訳リペア実験により得られた翻訳リペア後の翻訳結果の精度を検証するために、翻訳結果の主観評価実験を行った。評価実験の被験者は、和歌山大学システム工学部の学生3名であり、翻訳リペア実験には参加していない被験者が評価を行った。

主観評価実験では、以下の2組の文について、翻訳文が元の日本語文と同じ意味になっているかどうか比較を行う。

1. 翻訳リペア実験で利用した日本語試験文と未修正の折り返し翻訳結果
2. 翻訳リペア実験で利用した日本語試験文と被験者による修正後の折り返し翻訳文

評価はWalkerらの適合性評価(5段階評価)¹⁷⁾により行った。評価値は、5: All(同じ意味)、4: Most(文法などに多少問題があるが、大体同じ意味)、3: Much(意味は何となく掴める)、2: Little(雰囲気は残っているが、もとの意味はわからない)、1: None(全く違う意味)である。

評価値が3未満の場合、折り返し翻訳文からは原文の意味が読み取れないことを意味する。評価値が3の場合は、何となく意味が分かるレベルの折り返し翻訳であることを意味し、評価値が4以上の場合、かなり精度が高く、コミュニケーションなどで問題なく利用できるレベルの折り返し翻訳であることを意味する。

評価は、並べられた2文(元の日本語文および折り返し翻訳文)を見て直観で評価し、1組の文に対して30秒以内で評価するものとした。

また、中間言語(母国語に折り返し翻訳する前の翻訳言語)については、一般に折り返し翻訳の

表 2 修正不要な文数

	1回目分 (文)	2回目分 (文)
英語	1	2
中国語	1	0
韓国語	2	4

精度が良ければ中間言語の翻訳精度も良いとされている⁶⁾。そのため、今回の実験では中間言語の翻訳精度評価については議論しない。

5 実験結果

指摘の有無の切り替え前のリペア (1~100 文) を 1 回目, 切り替え後のリペア (101~200 文) を 2 回目とする。今回の実験では, 被験者 1 名の正確なデータが取得できなかったため, 1 名を除いた 29 名の実験結果により検証を行う。

1 回目に指摘なし, 2 回目に指摘ありでリペアを行った被験者は 14 名, 1 回目に指摘あり, 2 回目に指摘なしでリペアを行った被験者は 15 名である。

各実施段階について修正放棄数, 修正コスト, 修正後の折り返し翻訳結果の評価の結果を示し, 指摘あり・なしのグループの差異について検証を行う。

5.1 未修正の折り返し翻訳結果の精度

未修正の折り返し翻訳結果 (被験者による修正が行われていない, 本来の実験テキストの折り返し翻訳結果) についての主観評価実験結果およびマン・ホイットニーの検定による使用テキストにおける有意確率を表 1 に示す。表 1 の 1 回目分, 2 回目分は, それぞれ実験の 1 回目, 2 回目に使われたテキスト 100 文の評価結果を意味する。英語については 1 回目分, 2 回目分の評価に有意水準 5% で有意差が見られるが, どの言語に関しても評価は 3 未満となっており, 未修正の状態では, 折り返し翻訳文からは原文の意味が読み取れないことを示している。

また, 未修正の折り返し翻訳結果の評価が 4 以上だった文の数を表 2 に示す。評価が 4 以上の場合, 精度が高く, 折り返し翻訳文から原文の意味が読み取れることを示す。すなわち, 未修正の状態では評価が 4 以上の文については, 修正する必要がない。

表 3 修正放棄数

	1回目 (文)	2回目 (文)
平均	21.0	16.8
標準偏差	11.2	10.3
有意確率	0.003*	

表 4 各実施段階における放棄数

	1回目		2回目	
	指摘なし (文)	指摘あり (文)	指摘なし (文)	指摘あり (文)
平均	21.3	20.7	17.0	16.5
標準偏差	11.9	10.8	11.6	9.2
有意確率	0.878		0.878	

5.2 修正放棄数

各実施段階の修正放棄数およびウィルコクソンの符号付順位検定による 1 回目と 2 回目の有意確率を表 3 に示す。表 3 の平均値は被験者 29 名の平均値である。

1 回目, 2 回目の平均放棄数はそれぞれ 21.0 文, 16.8 文となっている。1 回目と 2 回目には有意水準 1% で有意差があり, 2 回目のリペアで放棄数が減少している。

また, 指摘の有無における放棄数, マン・ホイットニーの検定による指摘の有無における有意確率を表 4 に示す。1 回目の指摘なし, および 2 回目の指摘ありの被験者は 14 名, 1 回目の指摘あり, および 2 回目に指摘なしの被験者は 15 名である。表 4 より, 各実施段階において, 指摘の有無における放棄数には有意差が見られない。すなわち, 指摘の有無は修正放棄数の減少に影響していないと考えられる。

5.3 修正コスト (修正回数)

各実施段階の修正回数およびウィルコクソンの符号付順位検定による 1 回目と 2 回目の有意確率を表 5 に示す。表 5 の平均値は被験者 29 名の平均値である。

1 回目, 2 回目の平均修正回数はそれぞれ 7.0 回, 5.9 回となっている。1 回目と 2 回目には有意水準 1% で有意差があり, 2 回目のリペアで修正回数が減少している。

表 5 修正回数

	1 回目 (回)	2 回目 (回)
平均	7.0	5.9
標準偏差	2.2	2.3
有意確率	0.000*	

表 6 各実施段階における修正回数

	1 回目		2 回目	
	指摘なし (回)	指摘あり (回)	指摘なし (回)	指摘あり (回)
平均	6.7	7.3	6.1	5.7
標準偏差	2.8	1.5	2.0	2.6
有意確率	0.198		0.326	

また、指摘の有無における修正回数およびマン・ホイットニーの検定による指摘の有無における有意確率を表 6 に示す。1 回目の指摘なし、および 2 回目の指摘ありの被験者は 14 名、1 回目の指摘あり、および 2 回目に指摘なしの被験者は 15 名である。表 6 より、各実施段階において、指摘の有無における修正回数には有意差が見られない。すなわち、指摘の有無は修正回数の減少に影響していないと考えられる。

5.4 修正後の折り返し翻訳結果の精度

各実施段階の被験者の 100 文の平均評価およびウィルコクソンの符号付順位検定による 1 回目と 2 回目の有意確率を表 7 に示す。表 7 の平均値は被験者 29 名の平均値である。

1 回目、2 回目の平均評価はそれぞれ 3.40、3.28 となっている。1 回目と 2 回目には有意差が見られない。しかし、表 1 の 3 言語平均評価と比較して、どちらの実施段階のテキストについても精度の向上が見られる。

また、指摘の有無における修正回数およびマン・ホイットニーの検定による指摘の有無における有

表 7 修正後の折り返し翻訳結果の評価結果

	1 回目	2 回目
平均	3.40	3.28
標準偏差	0.28	0.38
有意確率	0.053	

表 8 各実施段階における修正後の折り返し翻訳結果の評価結果

	1 回目		2 回目	
	指摘なし	指摘あり	指摘なし	指摘あり
平均	3.37	3.42	3.32	3.24
標準偏差	0.23	0.32	0.42	0.35
有意確率	0.419		0.383	

意確率を表 8 に示す。1 回目の指摘なし、および 2 回目の指摘ありの被験者は 14 名、1 回目の指摘あり、および 2 回目に指摘なしの被験者は 15 名である。表 8 より、各実施段階において、指摘の有無における評価の有意差は見られない。すなわち、指摘の有無は評価の改善に影響していないと考えられる。

6 考察

6.1 翻訳不適箇所指摘の有無から見た差異

実験結果から、修正放棄数、修正コスト、修正後の折り返し翻訳結果の精度の 3 指標について翻訳不適箇所の有無による有意差は見られなかった。すなわち、指摘の有無は翻訳リペア効率の改善に影響しないと考えられる。

今回の実験では、修正放棄数、修正回数について実施段階（1 回目、2 回目）の間に有意差が見られた。2 回目のリペアにおける修正放棄数、修正回数の減少の要因としては、次の項目が考えられる。

- 被験者の翻訳リペアへの慣れ
- 実験で使用した入力文の修正し易さの偏り

2 回目のリペアにおける修正放棄数、修正回数の減少にこれらの項目が影響しているか、今後検証する必要がある。

6.2 被験者の不正確判定率

本実験で使用したテキストの内、修正が不要であった文の数は表 2 に示したとおりである。つまり、表 2 に示した文以外は、何らかの修正が必要である。修正不要文を除いたテキストにおいて、被験者が何も修正せずに修正回数 0 で確定していた場合、被験者の文意一致判定が緩く、正確な判定がされていないと考えられる。

そこで、被験者が修正すべき文を修正不要であると判断した割合を不正確判定率とし、以下の計

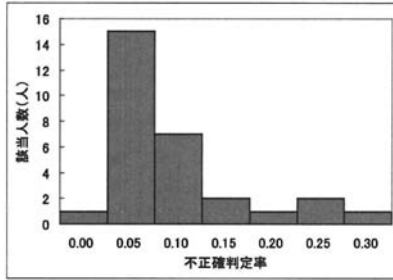


図 3 不正確判定率の分布

表 9 日本語検定の結果と各指標の相関

	相関係数	有意確率
放棄数 (1 回目)	-0.049	0.802
放棄数 (2 回目)	0.016	0.933
修正回数 (1 回目)	0.143	0.460
修正回数 (2 回目)	0.154	0.426
評価 (1 回目)	0.056	0.771
評価 (2 回目)	0.072	0.711

算式により定義する。

$$\text{不正確判定率} = \frac{(\text{修正回数 0 の文数}) - (\text{修正不要文の該当数})}{(\text{総テキスト数}) - (\text{修正不要文数}) - (\text{放棄文数})}$$

図 3 に被験者 29 名の不正確判定率の分布を示す。不正確判定率の平均は 0.076, 最大値は 0.287, 最小値は 0 である。

翻訳リペア実験前に実施した日本語検定の結果と各指標の相関を表 9, 実験結果から求めた不正

表 10 不正確判定率と各指標の相関

	相関係数	有意確率
放棄数 (1 回目)	-0.146	0.450
放棄数 (2 回目)	-0.183	0.342
修正回数 (1 回目)	-0.519	0.004*
修正回数 (2 回目)	-0.594	0.001*
評価 (1 回目)	-0.419	0.024*
評価 (2 回目)	-0.580	0.001*

確判定率と各指標の相関を表 10 に示す。(5%水準で有意であったものには, *印を付加した)

日本語検定の結果と不正確判定率の相関係数は -0.087, 有意確率は 0.655 であり, 日本語検定の結果と不正確判定率は無相関である。すなわち, 不正確判定率は, 日本語の能力に依存しないと考えられる。

表 9 より, 日本語検定の結果はどの指標とも相関がない。しかし, 表 10 から, 不正確判定率については修正放棄数以外の指標についての相関係数は, 5%水準で有意であり, 各実施段階の修正回数と評価は不正確判定率と負の相関関係にあることを示している。すなわち, 不正確判定率が高いほど修正回数が少なく, 修正結果の評価が低下すると考えられる。

7 おわりに

本稿では, 翻訳不適箇所指摘による翻訳リペア実験を行い, リペア効率の改善効果について修正放棄数, 修正コスト, 修正後の折り返し翻訳結果の精度により考察を行った。

実験結果から, 以下の結果が得られた。

1. 翻訳不適箇所の指摘の有無において, 修正放棄数に有意差は見られなかった。
2. 翻訳不適箇所の指摘の有無において, 修正コストに有意差は見られなかった。
3. 翻訳不適箇所の指摘の有無において, 修正後の折り返し翻訳結果の精度に有意差は見られなかった。

したがって, 翻訳不適箇所を指摘しただけでは翻訳リペア効率を改善することは難しいと考えられる。

また, 実験の考察から, 被験者の不正確判定率が翻訳リペア効率改善に影響している可能性が高いことが分かった。

これらのことから, 翻訳リペア効率を改善するためには, リペアが十分でない場合, さらにリペアが必要であることを提示するための仕組みが必要であると考えられる。今後は, 翻訳リペア効率を改善するために, 文意一致判定の仕組みや, 自動的な翻訳不適箇所の言い換えによる翻訳リペア支援機能について検討を行う。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (B)(19300036) の補助を受けた。

参考文献

- 1) 石田亨, 内元清貴, 山下直美, 吉野孝, “機械翻訳を用いた異文化コラボレーション,” 情報処理学会会誌, Vol.47, No.3, pp.269-275, March 2006.
- 2) 安岡美佳, 中小路久美代, 大平雅雄, 石田亨, 野村早恵子, “異文化協調作業における共有理解構築の機会としてのコミュニケーションエラー現象の利用,” 情報処理学会研究報告, 2003-HI-103, pp. 47-54, May 2003.
- 3) 坂本知子, 野村早恵子, 石田亨, 井佐原均, 小倉健太郎, 林良彦, 石川開, 小谷克則, 島津美和子, 介弘達哉, 畠中伸敏, 富士秀, 船越要, “機械翻訳システムに対する利用者適応の分析 – 異文化コラボレーションを目指して –,” 情報処理学会研究報告, 2003-ICS-135, pp.125-130, March 2004.
- 4) 宮部真衣, 吉野孝, 重信智宏, “折り返し翻訳を用いた翻訳リベア効果の評価,” 電子情報通信学会, 思考と言語研究会, TL2006-38, pp.43-48, Nov. 2006.
- 5) Naomi Yamashita and Toru Ishida, “Automatic prediction of misconceptions in multilingual computer-mediated communication,” Proc. the 11th international conference on Intelligent user interfaces, pp.62-69, 2006.
- 6) 山下直美, 坂本知子, 野村早恵子, 石田亨, 林良彦, 小倉健太郎, 井佐原均, “機械翻訳へのユーザの適応と書き換えへの教示効果に関する分析,” 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.4, pp.1276-1286, Apr.2006.
- 7) 吉野孝, 松原繁夫, 喜多千草, 石田亨, “多言語コミュニケーションツールの異文化間対面協調作業への適用,” 第20回人工知能学会全国大会, 3E1-2, 2006.
- 8) 林田尚子, 石田亨, “翻訳エージェントによる自己主導型リベア支援の性能予測,” 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-I, No.9, pp.1459-1466, Sep.2005.
- 9) Mecab, <http://mecab.sourceforge.jp/>
- 10) 日本語検定委員会, “日本語検定公式模擬・練習問題集,” 東京書籍, 2007.
- 11) Toru Ishida, “Language Grid: An Infrastructure for Intercultural Collaboration,” IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06), pp.96-100, 2006.
- 12) 高電社, <http://www.kodensha.jp/>
- 13) 金淵培, 江原暉将, “日英機械翻訳のための日本語長文自動短文分割と主語の補完” 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.6, pp.1018-1028, June 1994.
- 14) 黒橋禎夫, 長尾眞, “長い日本語文における並列構造の推定” 情報処理学会論文誌, Vol.33, No.8, pp.1022-1031, Aug.1992.
- 15) 乾孝司, 乾健太郎, “複数のパーザを利用した統計的部分係り受け解析” 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.12, pp.1234-1246, Dec.2001.
- 16) NTT Natural Language Research Group, <http://www.kecl.ntt.co.jp/icl/mtg/resources/index.php>
- 17) Kevin Walker, Moussa Bamba, David Miller, Xiaoyi Ma, Chris Cieri, and George Dodington, “Multiple-Translation Arabic (MTA) Part 1,” Linguistic Data Consortium (LDC) catalog number LDC2003T18 and ISBN 1-58563-276-7.