

機械翻訳へのユーザ適応と書き換えに関する教示効果の分析

山下 直美^{†a)} 坂本 知子^{††} 野村早恵子^{†††} 石田 亨^{††}
 林 良彦^{††††} 小倉健太郎^{†††††} 井佐原 均^{††††††}

User Adaptation toward Machine Translation Systems

Naomi YAMASHITA^{†a)}, Tomoko SAKAMOTO^{††}, Saeko NOMURA^{†††}, Toru ISHIDA^{††},
 Yoshihiko HAYASHI^{††††}, Kentaro OGURA^{†††††}, and Hitoshi ISAHARA^{††††††}

あらまし 機械翻訳を介したコミュニケーションを通じて相互理解を実現するためには、翻訳精度の向上と共に相互作用性の向上が重要である。我々は機械翻訳に対するユーザの適応行動の一つである原文の書き換えに注目した。本論文では、ユーザが母国語だけを用いて原文の書き換え作業を行う方法として折り返し翻訳を検討し、折り返し翻訳を用いてユーザが書き換え作業をする際の作業量を減らす支援方法を考案する。本研究でユーザの折り返し翻訳作業に関する実験を実施、分析した結果、以下の知見を得た。1) 母国語に関する知識が豊富なユーザほど機械翻訳に容易に適応でき書き換え作業量が少なかった。2) ユーザに事前に「良い翻訳結果を得るためのルール集合」の教示を行うと、母国語に関する知識が豊富でないユーザも機械翻訳に容易に適応できるようになり、書き換え作業量が大幅に減った。3) ただし、原文をどのように変更すべきかを明示しない「条件型ルール」に対する教示効果は薄く、これらのルール適用にかかる書き換え作業量は大きく減少しなかった。原文をどのように変更すべきかを明示した「操作型ルール」に対する教示効果は高く、これらのルール適用にかかる書き換え作業量は大きく減少した。4) ルールの教示は、母国語に関する知識が中位のユーザに最も効果的であった。

キーワード 機械翻訳システム, コミュニケーション, 相互理解, 書き換え作業, ユーザによる適応

1. ま え が き

近年のインターネットユーザの増大と国際化の潮流により、機械翻訳システムの利用機会は増加の一途をたどっている。また、その利用目的も、単に他言語で書かれた文書の翻訳であったものから多言語間コミュニケーションへと多様化が進行しつつある。国際的な協調作業が年々増加する中、相互理解を実現する機械翻訳システムが切望されている。

これまで機械翻訳の研究の大半は文書の翻訳精度向

上を主体としたもので、コミュニケーションの観点からの研究は少ない。話し言葉をうまく翻訳する研究などもされているが、依然として正確な翻訳が難しく、翻訳の質の急激な向上は期待できない。このような状況で、相互作用性の向上 [10]、すなわち機械翻訳を用いた相互理解の構築を実現するためには、ユーザ自身の機械翻訳への適応が重要である。野村らが実施した異文化コラボレーション実験 (ICE2002) では、翻訳機能付きの掲示板システム上で行われた多言語コミュニケーションにおいて、ユーザがメッセージの英語の翻訳結果を参照しながら原文を繰り返し書き換えていた [9]。このような書き換え作業は、機械翻訳に対するユーザの適応の一種であり、この作業によってメッセージの翻訳精度が向上することが示されている [6]。

このように、特に非同期型のコミュニケーションでは、ユーザの書き換え作業は機械翻訳による誤訳を減らし相互理解の構築に役立つ。しかし、ユーザの書き換え作業には幾つかの問題点が存在する。問題点の一つ目は、書き換え作業に多大な作業コストが伴うことである。野村らの実施した異文化コラボレーション実

[†] 日本電信電話 (株) NTT コミュニケーション科学基礎研究所

^{††††} 日本電信電話 (株) NTT サイバースペース研究所

^{††} 京都大学情報学研究科社会情報学専攻

^{†††} 大阪大学言語文化研究科

^{†††} Department of Cognitive Science, UCSD

^{†††††} 通信総合研究所

a) E-mail: naomi@cslab.kecl.ntt.co.jp

験 (ICE2002) ではユーザが 1 メッセージの投稿当たり平均 5 回の書き換え作業を行っており、その作業コストが非常に高い様子が観測された。問題点の二つ目は、英語の言語知識を持ったユーザにしか書き換え作業が実施できなかったことである。そのため、母国語だけをを用いて書き換え作業が行える仕組みを準備し、さらに書き換え作業にかかる作業コストを軽減する支援が必要である。

そこで、本研究では、母国語だけをを用いて書き換え作業を行う方法として、メッセージを対話相手の言語 (目的言語) に翻訳後それをまた元の言語に翻訳する「折り返し翻訳」を検討する。ユーザは折り返し翻訳結果を読むことによって、対話相手におよどのような情報が伝わっているかを知ることができる。次に、書き換え作業量を減らす支援方法を考案するにあたり、本論文では特に以下の 2 点に注目した実験を行う。

- 書き換え作業量に影響を及ぼすユーザ属性にはどのようなものがあるか？

- ユーザに「良い翻訳結果を得るためのルール集合 (以後、ルール集合と呼ぶ)」（2.2 節参照）を教示することによって書き換え作業量を減らすことができるか？

1 点目のユーザ属性に関して、本研究では特に以下の 3 つを考えた。

- (1) ユーザ属性 A：性別
- (2) ユーザ属性 B：専門分野
- (3) ユーザ属性 C：母国語に関する知識量

実験の分析結果から、相互理解向上に役立つ機械翻訳システムを構築する際に有用な知見を得る。

2. 折り返し翻訳とルール集合

2.1 折り返し翻訳

母国語の知識しか持たないユーザ同士が機械翻訳を介して意思疎通を図ることは容易ではない。特に機械翻訳の翻訳精度が低いとき、話し手が対話相手に情報を伝えつつもりになっているにもかかわらず情報が伝わっていないことや全く意図しない情報が相手に伝わることを考えられる。このように話し手と聞き手の間に情報の不整合があると、ユーザ間の相互理解が阻害され誤解が発生しやすい状態になる。このような状況を未然に防ぐためには、ユーザ自身が相手にどの程度、情報を伝達できているかを知らせる必要がある。もし対話者にどの程度の情報が伝達できているかの目安となる情報を

フィードバックすることができれば、対話者は書き換え作業を行うことによって翻訳精度を高めることが可能になる。

本研究では、そのような手段の一つとして、折り返し翻訳を考える。折り返し翻訳とは、メッセージを目的言語に翻訳し、その翻訳結果をまた元の言語に翻訳することを指す。折り返し翻訳の翻訳結果を見ることによって、対話相手におよどのような情報がどの程度の翻訳精度で伝わったかを知ることができる。もちろん、翻訳の非対称性から、目的言語の翻訳精度が良くても、折り返し翻訳の翻訳精度が悪い場合はあるだろう。しかし、目的言語の翻訳精度がよければ、概して折り返し翻訳精度もよいことが予想できる。少なくとも、折り返し翻訳の翻訳精度がよければ、目的言語の翻訳精度もよいことは確認できる。

2.2 書き換え作業時に学習するルール集合

ユーザは書き換え作業を繰り返す過程で良い翻訳結果を得るためのルールを学習する。もし良い翻訳結果を得るためのルールを予めユーザに教示することができれば、ユーザの学習過程を短縮し書き換え作業量を減らすことができるはずである。たとえば、ユーザに予め「口語表現の使用を控える」というルールを教示していれば、ユーザは「彼女は北海道に行くんだって」といった口語表現の文章を入力せず、「彼女は北海道に行くそうです」といった表現を用いるだろう。

本研究では、このようにユーザに教示するルール集合、すなわち良い翻訳結果を得るためのルール集合として、機械翻訳システム作成者の提供するガイドライン「原文作成時に有効なルール」[4],[5] を考える。ここでは、機械翻訳システム作成者が提供するガイドラインから重複部分とシステム特有のルールを取り除き、残されたルールを日本語文法体系 [11] に従って分類して総計 70 のルールに整理したものを「良い翻訳結果を得るためのルール集合」と定義する。

本実験では、ルール集合の教示が実際にユーザの書き換え作業量の削減に役立つかどうかを調べる。ここで、ルール集合は全ての言語対に共通するものではない。たとえば、「主語を明記する」ルールは日本語から英語への翻訳では効果的であるが日本語から韓国語への翻訳ではさほど効果がない [6]。我々の狙いは、良い翻訳結果を得るためのルールの特定ではなく、ルール教示を行うことが書き換え作業量の削減を行う支援方法として妥当か否かを調べることである。

表 1 書き換え作業の対象文と適用すべきルール
Table 1 10 Questions and Corresponding Rules

問題	模範解答例	ルール
1 過度の森林伐採が、私は環境破壊の原因のよう に思います。	私は、過度な森林伐採が環境破壊の原因であ ると思います。	1) 修飾関係は非交差条件を満たす 2) 婉曲表現の回避
2 小人は一万円、大人は二万円が必要です。	小人は一万円が必要で、大人は二万円が必要 です。	3) 述語の明記
3 そのテレビが故障しちゃったので、現在新しい のをつかっているんです。	そのテレビが故障したので、現在は新しいテ レビを使っています。	4) 曖昧表現の回避 5) 主語の明記 6) 漢字表記 7) 口語表現の回避
4 そのような些細な問題気にする必要ないやん。	そのような些細な問題を気にする必要はあり ません。	8) 方言の回避 9) 格助詞の明記
5 多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私 は好きです。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、 私はその動物が好きです。	10) 目的語の明記
6 事務機器には、コピー、ワープロ、キャビネット などの事務機器が含まれます。	コピー、ワープロ、キャビネットなどは、事 務機器に含まれます。	11) 不必要な同一語句の削除
7 彼は入院する必要はなし。代わりに、薬を飲 み続けるように。しばらく会社を休むべきで す。	彼は入院する必要がありません。代わりに、 彼は薬を飲み続けるべきです。彼は、しばら く会社を休むべきです。i/	12) 体言止めの回避 13) 不完全文の回避 14) 主語の明記
8 重要なポイントは言葉の意味ではなく、その 言葉が含まれる文脈です。	重要なポイントは言葉の意味ではありません。 重要なポイントは、言葉が含まれる文脈です。	15) 長文の分割 16) 受動態の回避
9 彼は土壇場でその仕事を開始しました。結局 締め切りに間に合わず、そのプロジェクトは 停滞してしまいました。	彼は最後の瞬間まで仕事を開始しませんでした。 締め切り前に終わらなかったため、その プロジェクトは停滞してしまいました。	17) 慣用表現の回避 18) 節と節との論理関係の明確化
10 幸福なことに、私は多くのすばらしい友人と 巡りあうことができた。	私は多くのすばらしい友人と出会うことがで きて、幸福だ。i/。	19) 副詞句表現の回避 20) 動詞の書き換え

3. 実験概要

我々は、2003年9月に折り返し翻訳を用いた書き換え作業の実験を実施した。実験参加者は67名の日本人学生（男性が36名、女性が31名）であり、参加者の大半（5名を除く）は機械翻訳の利用経験を持たない。

実験の参加者は、後述の折り返し翻訳ツールを用いて表1で与えられた10文の書き換え作業を実施する。表1で示すように、各文には適用すべきルールが1つから4つ含まれており、ユーザは10文の書き換え作業を行う過程で合計20個のルールを適用することが求められる。ここで適用が求められる20個のルールは、2.2節で得た70ルールからランダムに抜き出したものである。

良い翻訳結果を得るためのルールの教示効果を調べるために、半数の参加者には予めルールの教示を行う（3.2節参照）。参加者は、各文について妥当な折り返

し翻訳結果を得るまで上限を5回として書き換え作業を行う。作業終了の判断は各参加者に任せられ、各参加者が入力した原文と折り返し翻訳結果の意味が同じになったと判断した時点で作業を終了することとする。最後に各参加者に日本語力測定テストを実施し、日本語能力を測定する。日本語力測定テストは日本語学研究所による日本語力測定試験[13]からランダムに問題を抜粋したものをを用いる。

3.1 折り返し翻訳ツール

実験参加者は、図1の折り返し翻訳ツールを用いて書き換え作業を行った。本ツールは、日本語を英語に翻訳後それをまた日本語に折り返して翻訳するツールである^(注1)。参加者には英語の翻訳結果は見えず、日本語の折り返し翻訳結果しか見えないように設計されている。また、書き換え作業の過程が記録され、適宜

(注1): 日英翻訳には NTT サイバースペース研究所の翻訳サービス ALT-J/E, 英日翻訳には (株) 高電社の翻訳サービス J-Server を用いた。

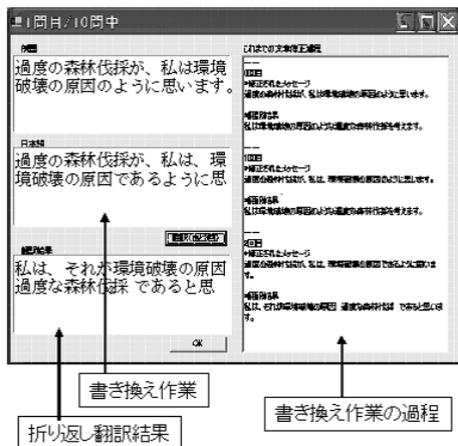


図 1 日英日折り返し翻訳ツール
Fig. 1 Japanese-English-Japanese turn-back translation tool.

参照できるようになっている。

3.2 良い翻訳結果を得るためのルールの教示

良い翻訳結果を得るためのルールの教示効果を調べるために、我々は書き換え作業前に参加者をランダムに 2 グループに分類し、片方のグループ (32 名) のみルール集合の教示を行った。ルール集合の教示とは、2.2 節で説明した 70 個のルール集合に例文を付けた資料を配布し目を通す時間を 5 分与えるという簡単なものである。なお、書き換え作業中はルール教示の配布資料が閲覧できないようにする。

4. 分析手法

我々はまず、実験のログデータから各参加者が書き換えにかかった作業量を計測した。計測に際し、まずは、各参加者が各ルールをいつの時点で適用できたかを調べ、点数付けを行った。ルール 1 を 1 回目の書き換え時に適用できた場合は 5 点、5 回目の書き換え時に適用できた場合は 1 点、最後まで適用できなかった場合は 0 点とする。次に、各参加者が全ルールの適用にかかった合計得点 (ルール獲得総合得点とよぶ) を算出し、これを参加者が書き換えにかかった作業量とする。ここで得点が高い参加者ほど容易にルールを適用でき書き換え作業量が少ない。

次に、書き換え作業量 (ルール獲得総合得点) に影響を及ぼすユーザ属性 (ユーザ属性 A: 性別, ユーザ属性 B: 専門分野, ユーザ属性 C: 母国語に関する知識量) を調べる。さらに、共分散分析を用いてユーザ属

表 2 共分散分析の結果
Table 2 Result of ANCOVA.

ソース	F 値	有意確率
母国語に関する知識量	11.436	.002
性別 (男・女)	.541	.466
専門分野 (文系・理系)	3.263	.078
ルール教示 (有・無)	17.972	.000

性的影響を除去した上でルール集合の教示がルール獲得の作業量に影響を及ぼすか否かを調べる。具体的には、ユーザ属性による三因子を共変量、ルール教示の有無を固定変数、ルール獲得総合得点を従属変数として共分散分析を行う。

5. 分析結果

書き換え作業量 (ルール獲得総合得点) に影響を及ぼす因子を調べた結果を記す^(注2)。

5.1 ユーザ属性と書き換え作業量

表 2 は共分散分析の分析結果を表している。表 2 より以下の知見を得た。

(1) 性別

本実験では男女による性差はルール獲得総合得点に有意な影響を及ぼしていないことがわかった ($p=.466$)。

(2) 専門分野

本実験では、参加者の専門分野による違い (理系と文系) はルール獲得総合得点に影響を与える傾向にあることがわかった ($p=.078$)。文系学生の方が理系学生と比較して僅かながらルール獲得総合得点が高い傾向にあった。平均 (文系)=2.72, 平均 (理系)= 2.61。

(3) 母国語に関する知識量

本実験で実施した日本語測定テストのスコアがルール獲得総合得点に有意に影響を及ぼしていることがわかった ($p=.002$)。また、日本語スコアが高い人ほどルール獲得総合得点が高い (標準化係数 = .437)。したがって、母国語 (日本語) に関する知識の豊富なユーザほど、機械翻訳システムに解釈可能な文章を容易に作成できることが分かった。

5.2 ルール教示と書き換え作業量

表 2 より、ユーザ属性がルール獲得総合得点に及ぼす影響を除去しても、ルール教示はルール獲得総合得点に有意に影響を及ぼしていることがわかる ($p=.000$)。

(注2): 本分析では有意確率を $p=.05$ とした。

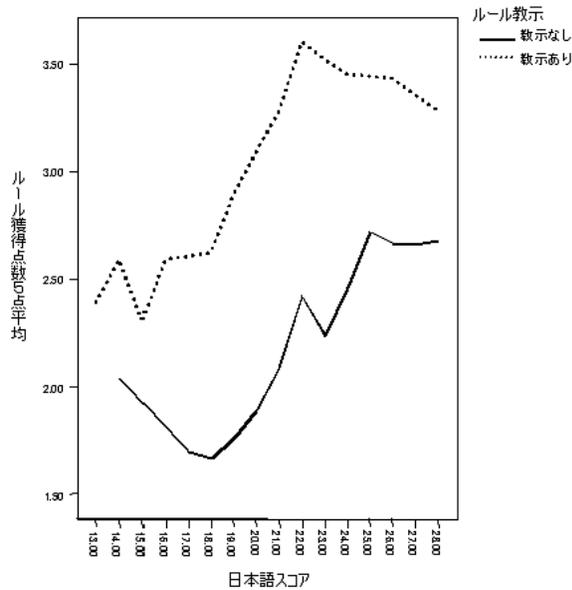


図2 日本語スコアとルール獲得点数 (5点平均)
Fig.2 Relation between Japanese score and rule acquisition.

なお、ルールの教示を受けた参加者の方が受けなかった参加者と比較してルール獲得総合得点が高い (標準化係数 = .593)。

表3は、ルールの教示を受けた参加者と受けなかった参加者の書き換え作業過程の一例である。この例は、問題 (原文) 「多くの日本人はその動物を嫌います。しかし、私は好きです。」に対して参加者が書き換え作業を行ったものである。ルールの教示を受けた参加者は始めの書き換え時にルール10 (「目的語の明記」) を適用し精度の高い折り返し翻訳結果を得ることに成功している。これに対して、ルールの教示を受けなかった参加者は原文のどこを修正すればよいか気付くまでに時間がかかり、書き換え作業3回目にルールの適用を果たしている。

5.3 母国語の知識量とルール教示効果

図2は「母国語に関する知識量」及び「ルール教示の有無」がどのように「ルール獲得総合得点」に影響を及ぼしているかを図示したものである。図2の横軸は日本語スコア、縦軸はルール獲得総合得点を表している。ただし、参加者の個体差によるばらつきを消すために日本語スコアを5点間隔に区切り間隔毎に参加者のルール獲得点数を平均化した。図2より、日本語スコアが低い参加者でもルールの教示を行うことに

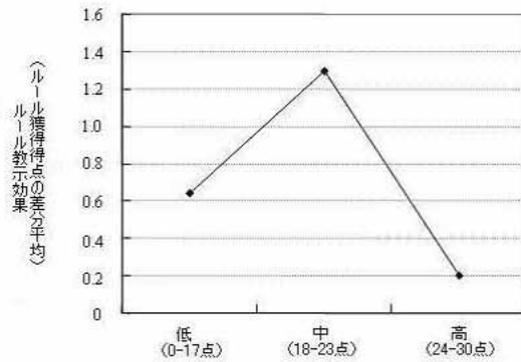


図3 母国語レベルとルール教示効果
Fig.3 Relation between Japanese level and effect of rule instruction.

よって、機械翻訳システムに容易に適応できることがわかる。

更に母国語に関する知識量とルールの教示効果の関係を調べるために、ユーザを母国語に関する知識量によって上位、中位、下位の3グループに分類し、各グループとルール教示効果の関係を調べた (図3)。ただし、3グループに分類する際、日本語スコアの閾値は各グループの人数が均等に配分されるように調整した。多重比較法による分析の結果、母国語に関する知識量が中位のユーザに対するルール教示効果が最も高いことがわかった ($p < .01$)。この結果は以下のように解釈できる。すなわち、母国語に関する知識量が低いユーザはルールの教示を行ってもそれを実行できない場合があると考えられる。また、知識量が高いユーザは、もともとルールの獲得能力が高いため、ルール教示効果が比較的薄いと考えられる。

5.4 操作型ルールと条件型ルール

前節の分析結果より、全体的にルールの教示は書き換え作業量を減らす上で役立つことがわかった。しかし、教示が全てのルールの適用に役立つわけではない。

ルール集合は、大きく次の2種類に分けることができる。すなわち、「主語を明記する」といったように、何をどうすべきかを明示した「操作型ルール (operational rule)」と、「口語表現の回避」のように、どうしてはいけないことは書かれているがどうすべきかを明示しない「条件型ルール (conditional rule)」である。表4は本実験で用いた20ルールの分類結果を表している。

操作型ルールと条件型ルールに対する教示効果を調

表 3 ルール教示有りの場合とない場合の書き換え作業過程の典型例
Table 3 A typical example of translation refinement process.

書き換え回数	ルール教示有り		ルール教示なし	
	原文	折り返し翻訳結果	原文	折り返し翻訳結果
問 5	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は好きです。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は望みます。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は好きです。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は望みます。
1 回目	多くの日本人はその動物を嫌います。しかし、私はその動物が好きです。	多くの日本人はその動物を嫌います。しかし、私はその動物が好きです。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は嫌いではありません。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私はそれを嫌い、そこで、そうではありません。
2 回目			多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私は好きなんです。	多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私が好きなbe。
3 回目			多くの人々はその動物を嫌います。しかし、私はその動物が好きです。	多くの日本人はその動物を嫌います。しかし、私はその動物が好きです。

表 4 操作型ルールと条件型ルール
Table 4 Operational rules and Conditional rules

操作型ルール	条件型ルール
3) 述語の明記	1) 修飾関係は非交差条件を満たす
5) 主語の明記	2) 婉曲表現の回避
6) 漢字表記	4) 曖昧表現の回避
9) 格助詞の明記	7) 口語表現の回避
10) 目的語の明記	8) 方言の回避
11) 不必要な同一語句の削除	12) 体言止めの回避
14) 主語の明記	13) 不完全文の回避
15) 長文の分割	16) 受動態の回避
18) 節と節との論理関係の明確化	17) 慣用表現の回避
	19) 副詞句表現の回避
	20) 動詞の書き換え

べたところ、操作型ルールに対する教示効果は高く、ルールの教示を受けたユーザはルールの教示を受けなかったユーザと比較してこれらのルール適用までにかかる書き換え作業量が有意に少なかった ($p=.000$)。逆に、条件型ルールに対する教示効果は低く、ルール教示を受けたユーザとルール教示を受けなかったユーザの間でこれらのルール適用までにかかる書き換え作業量に大きな違いはみられなかった ($p=.276$)。

操作型ルールは原文をどのように修正すればよいかイメージしやすいのに対し、条件型ルールは原文をどのように修正すればよいかイメージすることが難しいためと考えられる。

6. む す び

本研究では、機械翻訳を介して相互理解を構築するための相互作用性の向上に役立つ支援方法を考案した。本論文では特に、非同期コミュニケーションにおいて

相互作用性の向上に役立つとされるユーザの書き換え作業に注目した。我々はユーザが母国語だけを用いて書き換え作業を実施する場面を想定し、その上でユーザの書き換え作業量を減らすための方法を考案する目的で実験を実施した。

我々は本実験を通じて、折り返し翻訳が母国語で書き換え作業を行うための手段として有効であることを確認した。これは、大半のユーザが、全てのルールを適用して納得のいく折り返し翻訳結果が出力されるまで書き換え作業を継続し、納得のいく折り返し翻訳結果が得られたときに自主的に書き換え作業を終了したためである。ある程度正確な折り返し翻訳結果が得られている場合、目的言語の翻訳結果も翻訳精度がよいことが期待できる。

続いて、本実験より得た知見は以下の通りである。

(1) 母国語に関する知識が豊富なユーザほど、多くのルールを容易に獲得できた。

(2) ユーザに事前に「良い翻訳結果を得るためのルール集合」の教示を行うと、母国語に関する知識が豊富でないユーザでも多くのルールを容易に適用できるようになり、書き換え作業量が大幅に減った。

(3) 原文をどのように変更すべきかを明示しない「条件型ルール (conditional rule)」に対する教示効果は薄く、これらのルール適用にかかる書き換え作業量は大きく減少しなかった。原文をどのように変更すべきかを明示した「操作型ルール (operational rule)」に対する教示効果は高く、これらのルール適用にかかる書き換え作業量は大きく減少した。

(4) ルールの教示効果は母国語に関する知識量が中程度のユーザに対して最も高かった。母国語に関する

る知識量が高いユーザは教示の必要性がもともと低く、知識量が低いユーザは教示が実際のルール適用に結びつかない場合があるようだ。

(5) ユーザの性別と専門分野は書き換え作業の作業量に有意に影響を及ぼしていなかった。

以上より、ユーザに「良い翻訳結果を得るためのルール集合」を教示することによってユーザにかかる書き換え作業量を減らすことができることがわかった。本支援方法は、従来研究による翻訳精度向上のアプローチとは異なり、ユーザの適応を促進するアプローチであるところが新しい。

今後は、どのタイミングでどのルールをどのように呈示すると効果的か調査する必要がある。また、ルール適用の難易度はコミュニケーションの内容や文章の特徴(文長や一文当たりに適用すべきルール数)にも依存すると考えられる。これらの特徴が書き換え作業量に及ぼす影響も調査し、状況に応じた支援方法を考案する必要がある。最後に、言語対ごとに教示が有効なルールと有効でないルールを調べ、教示が有効でないルールについては、その原因の究明を行い別の支援方法を考案する必要がある。

謝辞 本研究の統制実験は、総務省アジアブロードバンドプロジェクトの一環として行われた。また、実験で使用した折り返し翻訳ツールは JST デジタルシティブロジェクトより提供して頂いた。本研究を進めるにあたり、機械翻訳システムに関する有用な議論を頂いた AAMT(Asia-Pacific Association for Machine Translation) 技術動向調査委員会の皆様に感謝する。

文 献

- [1] E. Hovey, "Toward Finely Differentiated Evaluation Metrics for Machine Translation," Proceedings of the EAGLES Workshop on Standards and Evaluation, 1999.
- [2] K. Papineni, S. Roukos, T. Ward and J. Zhu, "Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation," Proceedings of the 40th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics, pp.311-318, 2002.
- [3] J. White and T. O'Connell, "The ARPA MT evaluation methodologies: evolution, lessons, and future approaches," Proceedings of the First Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, pp.193-205, 1994.
- [4] B. Arendse and G. Claudia, "MTranslatibility," Machine Translation, Vol.16, No. 3, pp.175-218, 2001.
- [5] M.Fuji, N.Hatanaka, E.Ito, S.Kamei, H.Kumai, T.Sukehiro, T.Yoshimi and H.Isahara, "Evaluation

Method for Determining Groups of Users Who Find MT "Useful","MT Summit-VIII, 2001.

- [6] K. Ogura, Y. Hayashi, S. Nomura and T. Ishida, "User Adaptation in MT-mediated Communication," The First International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP-04), pp.596-601, 2004.
- [7] 船越 要, 藤代祥之, 野村早恵子, 石田 亨, "機械翻訳を用いた協調作業支援ツールへの要求条件: 日中韓馬異文化コラボレーション実験からの知見," 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp.112-120, 2004.
- [8] S. Nomura, T. Ishida, N. Yamashita, M. Yasuoka and K. Funakoshi, "Open Source Software Development with Your Mother Language: Intercultural Collaboration Experiment 2002," International Conference on Human-Computer Interaction (HCI-03), Vol. 4, pp. 1163-1167, 2003.
- [9] 野村早恵子, 石田 亨, 船越 要, 安岡美佳, 山下直美, "アジアにおける異文化コラボレーション実験 2002: 機械翻訳を介したソフトウェア開発," 情報処理, Vol. 44, No. 5, pp.503-511, 2003.
- [10] 石田 亨, 林田尚子, 野村早恵子, "異文化コラボレーションに向けて - 機械翻訳システムの相互作用性 -," 電子情報通信学会技術研究報告, AI, 2003.
- [11] 宮腰賢監修, "日本語力測定試験問題集," 日本語学研究所, 2003.

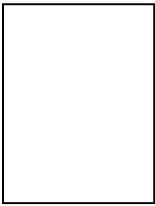
(平成 xx 年 8 月 xx 日受付, x 月 xx 日再受付)

山下 直美 (学生員)

平 11 京大・工・情報工学科卒・平 13 同
 大大学院・情報学研究科修士課程了。同年
 日本電信電話(株)コミュニケーション科学
 基礎研究所入所。以来、オンラインコミュ
 ニケーションの研究に従事。

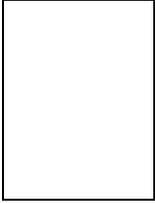
坂本 知子 (正員)

...



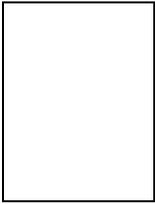
野村早恵子 (正員)

...



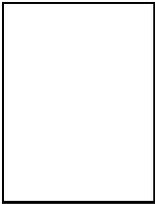
石田 亨 (正員)

...



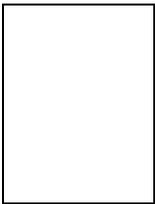
林 良彦 (正員)

...



小倉健太郎 (正員)

...



井佐原 均 (正員)

...

Abstract Translation refinement is often observed when users communicate via machine translation systems. In this study, we analyzed user's translation refinement process through a controlled experiment. In the experiment, 67 users translated sentences using a Japanese-English-Japanese turn-back translation. From the analysis, we discovered the following results: 1) Rule instruction was very effective in user's adaptation. Users who were reminded of the rules refined the original text ahead of other users, 2) The more knowledge users had about the source language, the better users could refine the original text, 3) Users collectively recognized the adaptation rules as "concretizing rules" and "avoiding rules". Users who thought that they can easily put "concretizing rules" into practice could easily refine the original text.

Key words Machine translation systems, Communication, Translation repair, User adaptation