

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

林田 尚子^{†a)} 石田 亨[†]

Performance Prediction of Supporting Self-Initiated Repair by Translation Agents

Naoko HAYASHIDA^{†a)} and Toru ISHIDA[†]

あらまし 従来の機械翻訳システムは、トランスペアレント（透明）であるべきだという考えに基づいて、翻訳精度を尺度として技術開発が行われてきた。しかしながら、翻訳誤りは今日に至っても無視できないほど大きく、機械翻訳システムをトランスペアレントな伝送路とみなすことはできない。本研究では、機械翻訳システムをエージェントとして陽に意識し、インタラクティビティ（相互作用性）という新たな評価尺度を提案する。また、その第一歩として利用者のリペア（翻訳に適した文章への修正）支援機能を取り上げ、実現された場合の性能予測を行った。具体的には、折返し翻訳、強調表示、修正教示機能を提案し、各機能の効果の上限を調べるための実験を行い、以下を明らかにした（１）折返し翻訳結果と英語翻訳結果と同時に提示することが有効である。（２）強調表示機能は、ユーザが修正箇所を特定するのに有効である（３）修正教示は強調表示と同時に与えることで、リペアに大きな効果をもたらす。また、現状の自然言語処理技術を適用し上記機能を実現するための方向性を示した。

キーワード 社会的エージェント、機械翻訳、異文化コラボレーション、多言語コミュニケーション、Computer-Mediated Communication (CMC)

1. ま え が き

インターネットの普及に伴い、国の垣根を越えたコラボレーションが可能となっている。我々は、異文化コラボレーション実験 (ICE2002) [1] で、4 か国間でオープンソースソフトウェアの開発実験を行った。この実験では、機械翻訳を介することで、母国語を用いて各種議論を行った。異なる言語を母国語とする人間間での CMC (Computer-Mediated Communication) に、機械翻訳は適用され始めている [2], [3]。

現行の機械翻訳システムは、多言語コラボレーションを支援する上で十分な翻訳性能をもっているとはいえない。ICE2002 において、利用者は、翻訳の結果を改善しようと、何度も原文を修正（リペア）した。その際に観察された、機械翻訳システムの問題は以下のとおりである。

- 送信メッセージをリペアする上で、どの部分が原因で正しく翻訳されないのか、利用者は知ることが

できない。

- 利用者には、機械翻訳システムがどのように翻訳処理しているのか見当がつかず、機械翻訳システムのメンタルモデルが適切に形成されない。

- 機械翻訳システム自身が、どの程度翻訳できているのかを認識できないため、利用者に対する問合せなどが行えない。

これまでの機械翻訳システムが「こんにちは」と入力すれば“Hello”を出力する誤りのない伝送路を目標としてきたのに対し、ICE2002 の利用者は翻訳誤りに苦しみ、システムがインタラクティブに利用者とともに翻訳品質を上げてくれることを求めていた。我々は、「翻訳精度」から「相互作用性」への目標の転換 [4] は、機械翻訳システムの新しい研究の可能性を開くのではないかと考えている。

本論文では、機械翻訳システムを翻訳エージェントとしてとらえ、インタラクティビティを向上させることによって、機械翻訳を介した利用者間のコミュニケーション支援を行う方式を提案し、その性能予測を行う。本論文が取り組む研究課題は以下の 3 点である。

(1) 翻訳エージェントの提案：機械翻訳システムのインタラクティビティを向上させるには、機械翻訳

[†] 京都大学大学院情報学研究所社会情報学専攻、京都市
Department of Social Informatics, Kyoto University,
Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto-shi, 606-8501 Japan
a) E-mail: hysd@kuis.kyoto-u.ac.jp

システム自らが、翻訳精度の評価を行うことができ、原文のどの部分が翻訳を難しくしているかを理解する必要がある。この機能は、機械翻訳システムのメタに相当する機能であり、これまで研究例は少ない。ここでは、メタを用いた翻訳エージェントの構成を提案するとともに、折返し翻訳を用いた実装案を示す。

(2) 自己主導型リペア支援機能の提案とその性能予測：翻訳エージェントの機能として、自己主導型リペア支援機能を取り上げ、折返し翻訳、強調表示、修正教示機能を提案し、その性能予測を行う。

(3) 自己主導型リペア支援機能の実装：自然言語処理技術を適用し、自己主導型リペア支援機能の実装案を示すとともに、今後、どのような研究開発が必要であるかを議論する。

2. 研究の背景

2.1 自己主導型リペア

インターネットの普及は、コミュニケーションの場を拡大している。ソフトウェアのオフショア開発などビジネスの場、また Linux に代表されるオープンソースソフトウェア開発などの場でも、国境を越えた共同作業が低コストで可能となった。

しかし、日本、中国、韓国など東アジアの国々では、互いの国の言葉を教育される機会がほとんどなく、コラボレーション活動を行う上で、言語の壁、という深刻な問題を抱えている。更に、世界共通語とされる英語を用いて、高度で、論理的な内容を含むコミュニケーションを行うことは、東アジアの多くの人々にとって難しい。

ICE2002 では、日本、中国、韓国、マレーシアの 4 か国間でオープンソースソフトウェアの開発を行った。議論をする際は、機械翻訳を介し母国語によるコミュニケーションを行った。現行の機械翻訳システムは、このようなコミュニケーションを支援するに足る翻訳性能をもたない。ICE2002 では、自己主導型リペアを中心に、参加者は翻訳結果の品質を改善しようとした。

自己主導型リペア (Self-initiated repair) とは、メッセージを発信する前に、より良い翻訳結果となるように、もとのメッセージを自主的に修正する行為のことをいう (以降、自己主導型リペアをリペアと呼ぶ)。

ICE2002 では、ソフトウェア設計に関する議論のフェーズで約 1000 回の翻訳試行が行われ、各参加者は、平均約 4 回のリペアを行っていた。また、一つのメッセージにつき約 8 回のリペアを行っている参加者

がいたことも報告されている。

3. 翻訳エージェント

3.1 翻訳システムのインタラクティビティ

機械翻訳をコミュニケーションの場面に適用するには、翻訳品質だけでなく、「どれだけ相手に伝わっているか」を考える必要があると考える。我々は、機械翻訳を介した対話における評価尺度には、“翻訳品質”と“インタラクティビティ (相互作用性)”の二つが必要であると考え、翻訳品質は「文章の理解」に関する尺度であり、インタラクティビティは「理解の共有」に関する尺度である。図 1 に翻訳品質とインタラクティビティの関係を示した。

機械翻訳を介したコミュニケーションにおいて、インタラクティビティ尺度の適用の場面は、以下の三つに分けて考えることができる。

- (1) 発信側利用者と機械翻訳間での理解の共有。
- (2) 機械翻訳と受信側利用者間での理解の共有。
- (3) 発信側・受信側利用者間での理解の共有。

ICE2002 でも、リペアを行う際 (1) の間で、以下のような理解の不足が観察されている。

(a) 発信側利用者は、入力した文章中のどの部分が翻訳に適していないのかを知ることができない。

(b) 発信側利用者は、どのように文章を書けば正しく翻訳されるのかを知ることができない。

機械翻訳システムのこのようなインタラクティビティの不足は、一つのメッセージを何度もリペアするという努力を ICE2002 の参加者に強いていた。本研究では、このような機械翻訳を介したコミュニケーションにおけるインタラクティビティの不足を解消する翻訳エージェントを提案する。

翻訳エージェントは、機械翻訳システムを介したコミュニケーションを支援する、という特徴から、機械翻訳のインタラクティビティ向上支援、異文化コミュ

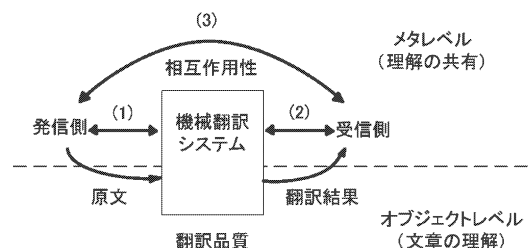


図 1 インタラクティビティと翻訳品質
Fig. 1 Interactivity and quality of translation.

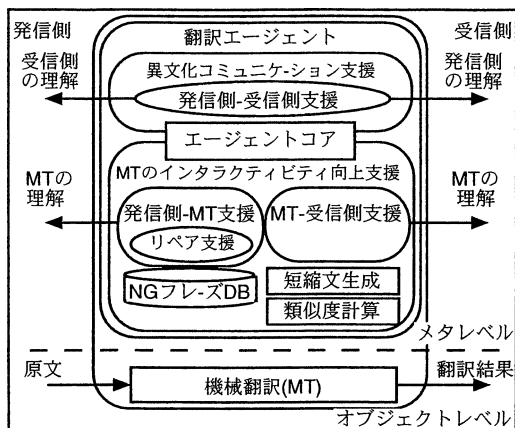


図2 翻訳エージェントのアーキテクチャ
Fig.2 An architecture of a translation agent.

コミュニケーション支援、の二つを行う必要がある。図2に翻訳エージェントのアーキテクチャを示した。前者には、リペアの支援が、後者には、翻訳品質の悪さ、また文化の違いに起因したコミュニケーション摩擦の支援が挙げられる。特に日本や中国は、高コンテクストなコミュニケーションを行うことがいわれており [5], 会話の手掛りが失われがちなコンピュータを介した会話 [6] では、異文化間コミュニケーション摩擦 [7] が対面状況よりも問題となることは予想にかたくない。本論文では、前者を中心に述べる。

3.2 自己主導型リペア支援

3.2.1 自己主導型リペアの問題

本研究では、まず ICE2002 で観察された自己主導型リペアを支援する。機械翻訳を介したコミュニケーションは、以下の手順で進められる。発信側の利用者が、原言語でメッセージを作成する(原文)。原文を機械翻訳にかけて目標言語の文章を作成する。翻訳された文章を見て、自分の伝えたいメッセージになっているかを確認する。文章に問題がなければ送信する。

リペアは、この確認の工程で、翻訳された文章に問題を発見するところから、以下のような手順で進められる。

- (1) 翻訳結果が適切でない部分を検出する。
- (2) 翻訳結果の適切でない部分から、原文のどこが適切でないかを推測する。
- (3) 原文を修正する。

この各工程は、次のような問題を含んでいる。

問題1：利用者の目標言語の知識に依存している。目標言語で翻訳結果を確認しているため、結局は、

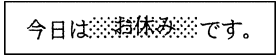


図3 強調表示サポート例
Fig.3 An example of emphasizing indication support.

目標言語について、ある程度の知識があることを前提としている。目標言語の知識があることを前提とできない場合には、このような手順で相手にどのようなメッセージが伝わるかを直接確認することは難しい。

問題2：利用者は原文のどこが適切でないのかが分からない

問題3：利用者は原文をどう修正すべきなのかが分からない

問題2, 3は、2. で述べたように、機械翻訳システムのインタラクティビティの低さによる問題である。本研究では、この問題1, 2, 3を改善するための翻訳エージェントの機能として、折返し翻訳機能、強調表示機能、修正教示機能を提案する。

3.2.2 エージェントのリペア支援機能

- 折返し翻訳機能：まず、翻訳前の文章を S 、翻訳を $TRANS$ 、翻訳結果を $TRANS(S)$, $TRANS^{-}$ を逆方向の翻訳とする。日本語から英語への翻訳場面では、 S は日本語の文章、 $TRANS$ は日英翻訳、 $TRANS(S)$ は翻訳後の英語の文章、 $TRANS^{-}$ は英日翻訳である。折返し翻訳機能とは、メッセージの発信者に折返し翻訳の結果である $TRANS^{-}(TRANS(S))$ を提示する(以後 $RTRANS(S)$ とする)ことで、 $TRANS(S)$ の内容が適切でないことを、母国語により推定することを可能とする支援機能である。

- 強調表示機能：図3のように入力文章中で翻訳が難しい箇所を強調して表示する機能。

- 修正教示機能：入力文章中の翻訳することが難しい箇所をどのように変更すれば、機械翻訳にとって受け入れやすいかを利用者に伝える機能。

4. 翻訳エージェントの機能の検証

提案する翻訳エージェントの各機能がどの程度リペアを支援することができるか、その効果の上限予測を行った。今回行った実験は、翻訳エージェントが機械翻訳のインタラクティビティの低さを補い、利用者のリペアを支援するには、どのような機能をどのような組合せで与えるべきかを明らかにする目的のものである。強調表示、修正教示機能の実現方法については5. で述べる。

表 1 実験で与えた課題
Table 1 Tasks given in experiments.

課題	課題文	期待する変更
1	明日、私は、会議に出席することになった。	文末表現の簡素化
2	鉛筆は、2B か HB を使って下さい。	構文の変更
3	会員は一万円、非会員は二万円の参加費用が必要です。	並列な文の省略部分の補充
4	どうぞ、写真を撮って下さい。	副詞の削除
5	ソフトウェアは、Windows、Photoshop、Lhaca などのソフトウェアを含みます。	重複語の削除
6	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。	並列な文の省略部分の補充、冗長な語の削除
7	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。	副詞句の削除

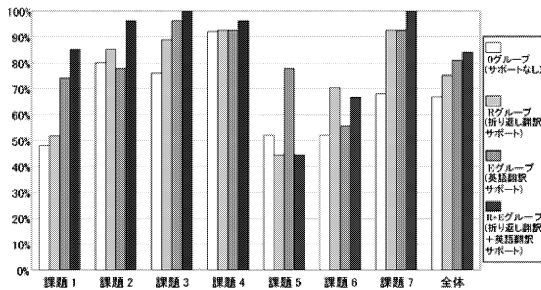


図 4 各翻訳結果提示グループにおける各課題のリペア成功者割合

Fig. 4 Proportion of repair-succeeded subjects on each group.

4.1 折返し翻訳機能の検証

折返し翻訳サポートを検証する実験を行った。2004年2月~4月、106名の学生に、7問の課題文を与え、30分で翻訳可能な文章に修正する実験を行った。

表1に実験で用いた課題文を示す。文1~4は、文章修正の基本操作として、翻訳に不適切な箇所に対する書換え、語順の交換、追加、削除を考え、それぞれの操作が必要な課題として作成した。文5~7は、坂本らの実験[8]で用いられた課題文の中から、機械翻訳の入力としては文法的に不適切となる箇所があっても、その場所を特定することが困難であった文章を選んだ。

折返し翻訳結果を与えたグループ(Rグループ)と、何のサポートも与えないグループ(0グループ)とで、リペアの成否に差があるかどうかを検証した(各課題におけるリペア試行回数は指定していない)。

図4に各グループにおける各課題のリペア成功者の割合を示した。課題5を除いて、折返し翻訳結果を提

示すると、リペア成功者の割合が増えている。折返し翻訳結果の提示は、リペアを行う際、有効なサポートであると考えられる(折返し翻訳機能の有効性は統計的に有意であるというには至らなかった。サポートなしの場合と有意に差があるのは、課題7のみ(有意確率 $0.026 < \text{有意水準 } \alpha = 0.05$)であった)。

折返し翻訳では、次の推定誤りが起こり得る。誤検出: $TRANS(S)$ は問題なくとも、逆翻訳で問題が起き、 $RTRANS(S)$ の結果からは、 $TRANS(S)$ がおかしいと推定される。不検出: $TRANS(S)$ に問題があっても、逆翻訳で意味の通じる日本語に翻訳されてしまい、 $RTRANS(S)$ の結果からは、 $TRANS(S)$ が正しいと推定される。今回の実験では、課題5でこれらの影響が観察された。これら誤検出・不検出の問題から、折返し翻訳結果単独の提示は、リペアに悪影響を与えるおそれがあり、目標言語への翻訳結果と同時に提示の方がよりリペア成功率を上げられると考えられる。

しかし、東アジア圏では、互いの母国語に関する知識があることは全く想定できない。ICE2002では、折返し翻訳機能は提供されておらず、英語への翻訳結果を確認することで、原文が翻訳に適しているかどうかを間接的に確認していた。小倉らの検証[9]から、このような英語を見ながらのリペアは言語依存性が高く、別の言語へのリペアが同時に行われるわけではないことが分かっているが、一方で、英語は、東アジア圏の人間にとって、唯一共通に理解できる言語でもある。

母国語では完全には意味のとれない箇所があるメッセージを受け取っても、同時に英語への翻訳結果があり、その翻訳結果が発信側のチェックを受けたものである共通の認識があれば、英語メッセージを補足的に読むこともできる。

本研究では、英語をこのような二次言語として利用することを想定し、目標言語として英語を同時に提示した場合、折返し翻訳の有効性はどのように変化するかを検証した。各グループに以下の翻訳結果をサポートとして与え、リペア成否を比較した。Eグループ: 英語の翻訳結果。R+Eグループ: 折返し翻訳結果と英語の翻訳結果。図4に結果を示した。

課題5,6という例外はあるが、折返し翻訳と英語翻訳の両方の結果を提示すると最もリペア成功者を増やすことができる。0グループとR+Eグループの課題1から課題7ののべ成功者数を比較しても、有意に差があった(有意確率 $0.002 < \text{有意水準 } \alpha = 0.05$)。

これらの結果は被験者の英語の知識に依存する。被験者の TOEIC スコア区分は表 2 のとおりである。TOEIC の区分 [10] によると、T1 は Non-Native として十分なコミュニケーションができる、若しくは、どんな状況でも適切なコミュニケーションができる素地を備えている、T2 は日常生活のニーズを充足し、限定された範囲内では業務上のコミュニケーションができる、T3 は通常会話で最低限のコミュニケーションができる人たちである。T1 と T3 における英語翻訳結果のみの提示と、折返し翻訳結果と英語翻訳結果を提示した場合との、リペア成功者の割合を表 3 に示した。

英語翻訳結果だけの提示では、いくつかの課題で T1 に比べて T3 のリペア成功者の割合が少ない。折返し翻訳結果と英語翻訳結果を提示した場合には、こういった課題においても、T1 と T3 の成績にはほとんど差が見られなくなっている。ただし、T1 は、英語翻訳結果単独の提示の方が全体的に高いリペア成功を示している。これはたとえ英語能力が十分な場合であっても、折返し翻訳結果を同時に提示すると、折返し翻訳を見てリペアし、そのような場合には、誤検出・不

検出の影響を受けることを示している。折返し翻訳の提示には、この点、留意が必要である。

以上の結果から、折返し翻訳機能と英語翻訳結果提示の併用は、英語能力の十分でない場合に特に有用であることが分かった。

4.2 強調表示機能の検証

理想的な強調表示について、その効果の上限を検証した。2003 年 11 月、計 80 名の大学生に 3~4 問の課題文を与え、15 分の間に翻訳可能な文章に修正してもらった実験を行った（一つの課題につき約 20 人を割り当てた）。課題文のみを与えるグループ、理想的な強調表示サポートを与えるグループで、リペアに差があるかどうかを検証した。

実験では表 1 の課題を用いた。強調表示サポートを行ったグループでは、課題文中の表 4 の部分に強調表示を行った。例えば課題 1 では、「明日、私は、会議に出席することになった。」の「出席することになった。」の部分に強調表示を行った。各強調表示部分は表 1 の変更が行われることが期待される。課題 1 は文末表現の簡素化。課題 2 は構文の変更。課題 3 は並列な文の省略部分の補完。課題 4 は副詞の削除。課題 5 は重複語の削除。課題 6 は並列な文の省略部分の補完と、冗長な語の削除。課題 7 は副詞句の削除である。個々の課題の回答数や回答時間は指定しなかった。

表 5 に強調表示サポート有無グループ、それぞれの全回答における、翻訳可能な文章数の割合を示した (χ^2 乗検定において有意水準 5% で有意差のあったものには * 印と有意確率を付加した。いずれも漸近有意確率)。強調表示サポートが有効であると統計的にも示された課題は、課題 5, 7 である。強調表示サポートは、課題 5, 7 のように日本語としておかしくはないが、英語など他の言語に翻訳することを前提とした場合には、冗長となり得る部分を指摘するのに向いている。ただし、課題 2 のように構文の変更が必要な場合には、単独では、逆効果になる場合もある。

表 2 被験者の人数区分
Table 2 Grouping by TOEIC score.

TOEIC	0	R	E	R+E
T1 : 730 点以上	7	8	8	8
T2 : 470 点以上	15	16	16	15
T3 : 220 点以上	3	3	3	4

(単位 : 人)
(0 : サポートなし, R : 折返し翻訳サポート, E : 英語翻訳サポート, R+E : 折返し翻訳+英語翻訳サポートグループ)

表 3 翻訳結果提示サポートによるリペア成功者割合 : TOEIC スコアによる差異

Table 3 Proportion of repair-succeeded subjects on each group: Differences caused TOEIC score.

	E		R+E	
	T1	T3	T1	T3
課題 1	88(7/8)	67(2/3)	75(6/8)	100(4/4)
課題 2	100(8/8)	33(1/3)	100(8/8)	100(4/4)
課題 3	100(8/8)	100(3/3)	100(8/8)	100(4/4)
課題 4	100(8/8)	100(3/3)	88(7/8)	100(4/4)
課題 5	88(7/8)	100(3/3)	38(3/8)	25(1/4)
課題 6	75(6/8)	0(0/3)	63(5/8)	75(3/4)
課題 7	100(8/8)	100(3/3)	100(8/8)	100(4/4)
全体	93(52/56)	71(15/21)	80(45/56)	86(24/28)

(% で表示。括弧内は、リペア成功者数 / 各グループの被験者数)
(E : 英語翻訳サポート, R+E : 折返し翻訳+英語翻訳サポートグループ)
(T1 : TOEIC スコア 730 点以上, T3 : TOEIC スコア 220~470 点グループ)

表 4 課題文中の強調表示箇所
Table 4 Emphasized parts on each task.

課題	強調表示箇所
1	出席することになった。
2	鉛筆は、
3	会員は一万円。
4	どうぞ、
5	ソフトウェアを
6	その言葉が含まれる
7	幸福なことに、

表 5 強調表示のある・なしグループにおける正答率

Table 5 Proportion of succeeded repairs on each group.

課題	強調表示なし	強調表示あり	有意確率
1	19(5/26)	11(4/36)	
2	80(24/30)	41(15/37)	0.001*
3	47(15/32)	61(23/38)	
4	62(16/26)	41(13/32)	
5	43(12/28)	81(22/27)	0.003*
6	4(1/24)	4(1/27)	
7	8(2/24)	34(10/29)	0.024*
全体	39(75/190)	39(88/226)	

(%で表示．括弧内は，リペア成功メッセージ数/全リペア試行メッセージ数)

表 6 修正が期待される個所以外を修正した割合

Table 6 Proportion of repairs which subjects tried to repair irrelevant parts.

課題	強調表示なし	強調表示あり
1	19(5/26)	8(3/36)
2	10(3/30)	5(2/37)
3	6(2/32)	8(3/38)
4	15(4/26)	0(0/32)
5	29(8/28)	0(0/27)
6	29(7/24)	11(3/27)
7	42(10/24)	0(0/29)
全体	21(39/190)	5(11/226)

(%で表示，修正が期待される個所以外をリペアしたメッセージ数/全リペア試行メッセージ数)

表 7 課題 7 で強調表示を与えた場合の失敗例

Table 7 Examples of repair-failed with emphasizing indication support.

	試行文章	翻訳結果
例 1	幸福なことです、私は多くのすばらしい友人と巡りあうことができた。	It was a happy thing but I could meet up with a lot of wonderful friends.
例 2	幸福であったのは、私は多くのすばらしい友人と巡りあうことができたことだ。	It is that it was possible to meet up with a lot of wonderful friends that, at me, it was happy.

また、被験者が修正すべき個所以外を修正した割合を表 6 に示す。多くの課題で、強調表示があることにより、見込みのない変更をする可能性が減少している。

リペアを行うべき個所を特定し効率良くリペアするには強調表示サポートが有効であると考えられる。しかし、必ずしもそれで翻訳に適した文章を書けるわけではない。表 7 に、1 度も課題 7 のリペアに成功していない被験者 2 人のリペア試行例を示した。例 1 では強調表示個所を、「幸福なことです、」と書き換えてしまったために、英文では but と訳されてしまっている。例 2 では「幸福であったのは、～ことだ」のように書き換えて、文章を複雑にしている。

表 8 修正教示を行った場合の正答者率

Table 8 Proportion of repair-succeeded subjects: Differences caused repair guide support.

課題	サポートなし	強調表示のみ	強調表示+修正教示
1	25(5/20)	21(4/19)	50(5/10)
2	90(19/21)	68(13/19)	100(10/10)
3	60(12/20)	85(17/20)	80(8/10)
4	65(13/20)	58(11/19)	80(8/10)
全体	60(49/81)	58(45/77)	78(31/40)

(%で表示．括弧内は，リペア成功者数/各グループの被験者数)

例に見られるように、強調表示だけでは、「どこを修正すべきか」ということは分かっても、「どう修正すべきか」を考えるヒントにはならず、つまり強調表示機能だけでは、問題 3 を解決できないのである。

4.3 修正教示機能の検証

理想的な修正教示について、その効果の上限を検証した。課題 1～4 の強調表示を行った部分にそれぞれ、「別の書き方をして下さい」、「位置を変えて下さい」、「文章を補って下さい」、「削除して下さい」といった修正教示を付加して検証を行った。文章修正の基本操作に直接対応する教示がリペアのための指示として機能するかを確かめるものである。表 8 に修正を教示した場合の、翻訳可能な文章へ修正できた人の割合を示した。

何のサポートも与えなかった場合と比較してみると、すべての課題において、文章修正ができた人間の割合が増加している。強調表示だけでは悪影響を与えてしまった課題 2 においても、正答者の割合が増加している。強調表示+修正教示が有効であることが分かった。

更に正答者の割合を上げたい場合には、操作指向の教示文章を与えるほかに、文法教示を行う方法が考えられる。文法的な規則を利用者に教えることは、リペア支援として有効である [8]。「冗長な表現をさける」、「文末表現を適切にする」などの規則を教えることで翻訳に適した文章を書くことができるだろう。

5. 自然言語処理技術の適用

強調表示，修正教示機能の実装案を議論する。

5.1 強調表示機能の実現

強調表示機能は、折返し翻訳と、類似度計算、短縮文作成といった自然言語処理技術を組み合わせることで実現できる。「彼女は心をこめてその謝罪の言葉を書きました。」という文章（原文）を例に説明する。

STEP1. まず、原文の文の構造から、「彼女は書きました」、「心をこめて書きました。」のような短縮文

を作成する。このすべての短縮文を折返し翻訳にかけ、短縮文とその折返し翻訳文の類似度（短-折類似度）を計算する。“心をこめて書きました。”という短縮文は、折返し翻訳すると“それは感情によってチャージできて、それはそれらを書きました。”になり、その二つの文章の短-折類似度は 0.4 である。

STEP2. すべての短-折類似度を調べ、数値の高かった短縮文（例えば類似度 cutoff 値として、0.8 を設定し、短-折類似度が 0.8 以上ある短縮文）を翻訳に耐えられる短縮文とみなす。今回の課題では、“書きました。”と“彼女は書きました。”だけが残る。基本的には、これらの文章に含まれない部分が、翻訳に不適当な個所であると判断する。

STEP3. しかし、すべての翻訳に耐えられる短縮文を同様に扱うのは不適当なので、翻訳に耐えられる短縮文に対して、原文に近い順、最初に入力した原文（一つの送りたいメッセージに対しリペアを数回繰り返している場合に、1 番最初に入力されたメッセージのことをいう）に近い順、翻訳しやすい順（短-折類似度を用いて並べる）、にランキングを行う。

STEP4. 各翻訳に耐えられる短縮文と原文とを比較し、翻訳不適切個所の候補を抽出する。“心をこめてその謝罪の言葉を”，“彼女は心をこめてその謝罪の言葉を”，が抽出される。

STEP5. 翻訳不適切個所候補が少数の場合は、そのまま強調表示すべき個所として問題ないが、多数の翻訳不適切個所候補がある場合には、以下のように文節ごとに翻訳不適切さを計算する。原文の文節，“彼女は”，“心を”，“こめて”，“その”，“謝罪の”，“言葉を”，“書きました。”それぞれについて、翻訳不適切個所として、どれくらい指摘されているかを計算する。その際、ランキングが高い翻訳に耐えられる短縮文から指摘されているもの程、高いスコアを与える。

STEP6. 最終的に“心を”，“こめて”，“その”，“謝罪の”，“言葉を”が最も高いスコアを得たので、翻訳不適切個所の候補とする（翻訳不適切個所の候補を短く絞り込みたい場合には、類似度 cutoff を 1 より低く設定し、多くの短縮文から判断するとよい）。

実際には、この文章は、“心をこめて”という慣用句が適当でないので、「彼女は心から謝罪の言葉を書きました。」のように変更すると、翻訳可能な文章となる。

類似度計算、短縮文作成ツールを NICT から提供頂いて、強調表示の機能を作成した。現在は精度の向上を行っている。

5.2 修正教示機能の実現

修正教示機能は、直接に実現することが難しく、蓄積した事例データから、NG フレーズを DB 化することで実現できると考えている。送りたいメッセージ S_1 のリペアの試行を $S_2, S_3, \dots, S_{l-1}, S_l$ と繰り返し、最後の翻訳結果に満足してメッセージ S_l を送信する場合、 S_{l-1} に操作 X を行い S_l を得た、というリペア成功例のデータを保存することができる。操作 X を、半自動で、修正教示の四つの基本操作、言い換え、構文変更、追加、削除のいずれかに分類し、事例を以下のような形式で蓄積する（このとき、 p_d は削除したフレーズ、 p_a は追加したフレーズ）。

$$S_{l-1} \text{op} X(p_d, p_a) = S_l$$

言い換えが行われた例は、以下のように表現される。

$S_{l-1} \text{op}$ 言い換え（出席することになった。出席します。）= S_l （ S_{l-1} = 明日、私は、会議に出席することになった。 S_l = 明日、私は、会議に出席します。）。

言い換えや削除操作に与えられた p_d に頻出する語、構文変更、追加操作が行われた S_{l-1} に頻出する文構造は、翻訳に適していない、NG フレーズであるとして、DB 化できる。

修正教示機能は、利用者が入力した文に存在する NG フレーズを探し、NG フレーズ DB から、対応する修正操作を特定することで、実現できると考えられる。

頻出する文構造の抽出は、新聞記事や小説をベースに行われている [11]。与えられた文内の句と NG フレーズ DB に登録されている句との一致度の計算には、用例ベースの翻訳で使われている手法 [12] が適用できると考えられる。

6. む す び

我々が先に行った異文化コラボレーション実験（ICE2002）では、機械翻訳システムと利用者とのインタラクションがうまく機能せず、利用者が何度も何度も自己主導型リペアを繰り返す様子が観察された。本研究では、この観察を基点に、機械翻訳システムの相互作用性（インタラクティブティ）の向上が必要であるとの認識に立ち、以下の研究成果を得た。

(1) 翻訳エージェントの提案

機械翻訳システムが自ら翻訳精度を評価できて初めて、利用者とのインタラクションが可能となると考え、翻訳処理のメタを導入することにより翻訳エージェントを実現できることを示し、具体的なシステム構成案

を示した。

(2) 自己主導型リペア支援機能の提案と性能予測
翻訳エージェントの機能として、自己主導型リペア支援機能を取り上げ、折返し翻訳、強調表示、修正教示機能を提案し、その性能予測を行った。強調表示、修正教示機能は、理想的な表示を行った場合の効果を検証した。その結果、折返し翻訳結果と英語翻訳結果とを同時に提示することが有効であること、特に、折返し翻訳結果の提示は、英語能力の十分でない利用者をサポートするのに有用であること、強調表示機能は、利用者が修正箇所を特定するのに有効であること、修正教示は強調表示と同時に与えることで、リペアに大きな効果をもたらすことが明らかとなった。

(3) 自己主導型リペア支援機能の実装

自然言語処理技術を適用し、自己主導型リペア支援機能の実装案を示した。折返し翻訳に必要な機能は既に利用可能である。強調表示に必要な単文の類似度計算機能や短縮文の作成機能は初期的なものが利用可能であり、今後、精度の向上が期待できる。修正教示を直接的に実現することは難しく、事例ベースで機能を実現していくことが妥当であることを示した。

今後は、人と人との間のインタラクティブ性を向上させる機能も含め、翻訳エージェントを構築し、実際の異文化コラボレーションの場に適用していく予定である。翻訳エージェントの研究は、陽にそう表現したものは見当たらないが、近いアイデアはいくつか発表されている。自然言語処理、エージェント、コラボレーション研究の接点で、本研究を進展させ、機械翻訳の新しい研究領域の開拓を進めていきたいと考えている。

謝辞 本研究に御協力頂きました NICT の内元清貴氏、井佐原均氏、NTT の鈴木潤氏、小倉健太郎氏に感謝致します。

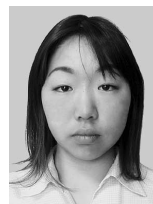
文 献

- [1] 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, May 2003.
- [2] J. Ho, “Apec multilingual international trade project: Methodology and case reports on needs assessment,” J. CMC, vol.9, no.1, Nov. 2003.
- [3] G. Lazzari, “Spoken translation: Challenges and opportunities,” Proc. 6th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP 2000), vol.4, pp.430-435, Beijing, Oct. 2000.
- [4] 石田 亨, 林田尚子, 野村早恵子, “異文化コラボレーシ

ンに向けて—機械翻訳システムの相互作用性,” 信学技報 (人工知能と知識処理研究会), AI, vol.103, no.244, pp.37-41, Aug. 2003.

- [5] E.T. Hall, Beyond Culture, Anchor Press, New York, 1976.
- [6] M.J. Culnan and M.L. Markus, “Information technologies,” in Handbook of Organizational Communication —An Interdisciplinary Perspective, ed. F.M. Jablin, L.L. Putnam, K.H. Roberts, and L.W. Porter, chap.13, pp.420-443, SAGE Publications, California, 1987.
- [7] 西田ひろ子, マレーシア, フィリピン進出日系企業における異文化間コミュニケーション摩擦, 多賀出版, 2002.
- [8] 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, 畠中信敏, 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,” 情処学研報 (知能と複雑系), no.135, pp.125-130, March 2004.
- [9] K. Ogura, Y. Hayashi, S. Nomura, and T. Ishida, “User adaptation in MT-mediated communication,” Proc. 1st international joint conference on natural language processing (IJCNLP-04), pp.596-601, March 2004.
- [10] TOEIC, TOEIC スコアが表す英語のコミュニケーション能力, <http://www.toeic.or.jp/toeic/LwT/whats/score01.html>
- [11] 工藤 拓, 山本 薫, 坪井祐太, 松本裕治, “言語情報を利用したテキストマイニング,” 情処学研報 (自然言語処理), no.148, pp.17-24, March 2002.
- [12] 荒牧英治, 黒橋禎夫, 柏岡秀紀, 田中英輝, “用例ベース翻訳のための日英アライメント確信度と日本語類似度を用いた訳語選択,” 自然言語処理, vol.11, no.1, pp.107-124, Jan. 2004.

(平成 16 年 11 月 22 日受付, 17 年 3 月 4 日再受付)



林田 尚子

2000 名大・自然情報卒。2002 京大大学院情報学研究所修士課程了。現在、同大学院博士後期課程在学中。ヒューマンコンピュータインタラクションに興味をもつ。



石田 亨 (正員)

1976 京大・情報工卒。1978 同大大学院工学研究科修士課程了。現在、京都大学大学院情報学研究所社会情報学専攻教授。工博。IEEE Fellow。人工知能、コミュニケーション、社会情報システムに興味をもつ。