

機械翻訳を用いた3言語間コミュニケーションの相互理解の分析

稲葉利江子^{†a)} 山下 直美^{††} 石田 亨^{†,†††} 葛岡 英明^{††††}

Analyzing of Common Ground in Machine Translation-Mediated Communication

Rieko INABA^{†a)}, Naomi YAMASHITA^{††}, Toru ISHIDA^{†,†††}, and Hideaki KUZUOKA^{††††}

あらまし 異言語間のコミュニケーションに、機械翻訳を用いることが試みられている。しかし、機械翻訳を用いた多言語コミュニケーションで共通基盤が問題なく形成されるか否かの評価・検証は行われていない。そこで、本論文では、日本語、韓国語、中国語を第一言語（first language）とする話者を対象に、チャットシステムを介した遠隔コミュニケーションで、共通の言語（英語）を用いる通常の場合と機械翻訳を用いる場合の比較実験を行った。この実験は、3者にそれぞれにランダムに配列された8枚の抽象図形を与え、チャットを通じて同じ図形を同定していくものである。この実験から得られた対話ログを、参照語に着目して分析したところ、以下のことが明らかになった。(1) 実験を繰り返すと、通常は、同定の遅かった照合者に合わせた参照表現を選ぶようになるのだが、機械翻訳を用いた場合にはそうはならなかった。(2) 実験を繰り返すと、通常は、前回用いられた参照語を使う傾向があるが、機械翻訳を用いるとそうなるとは限らない。(3) 実験を繰り返しても、参照語を用いて最短のプロセスで図形を同定できる割合が、共通言語を用いる場合ほど増加しない。これらの現象から、機械翻訳を用いた場合には、自分と他者、あるいは他者と他者のコミュニケーションを正しく理解できないため、共通基盤の成立が困難となっていることが明らかとなった。

キーワード 機械翻訳, 相互理解, 多言語間コミュニケーション

1. ま え が き

近年、国際交流や多文化共生の高まりから多言語間コミュニケーションが注目され、母国語によるコミュニケーションを可能とする機械翻訳の需要が増大している。例えば、国際的な活動を行っているNPOにおいて、世界各地にある拠点のボランティアスタッフが英語を不自由なく利用できることは少ない[1], [2]。そのため、共通言語として英語を利用することができず、機械翻訳でのコミュニケーションを必要としている。

このような背景から、言語グリッドプロジェクトでは、言語の壁を越えたコラボレーションの支援のために、言語資源（機械翻訳や形態素解析、対訳辞書など）の活用と連携を目指した活動を行っており、言語グリッドを用いたコラボレーションツールの開発が多くの組織で始まっている[3]~[5]。こうした試みも含めて、機械翻訳技術は、多くのポータルで提供され始めているが、その翻訳精度の低さが問題となっている[6]。将来的には、Web上の膨大なテキストデータを解析し、対訳コーパスを準備することで翻訳精度の向上は見込め、新聞記事などを読むための翻訳精度は、このような統計処理によって改善することが期待できる。一方で、機械翻訳を用いてコミュニケーションをする多言語・多文化コミュニティが増加している現状を踏まえると、翻訳精度の向上を待つだけではなく、それ以外の支援方法を考案することも重要と考える。筆者らは、そのような支援方法を考案するにあたり、まずは機械翻訳を用いたコミュニケーションを分析し、そこで起こっている現象や問題を理解するアプローチをとる。

従来の多くの機械翻訳技術は、印刷された文書（単文）をある言語から別の言語へ一方向的に翻訳するこ

[†] 独立行政法人情報通信研究機構, 京都府

National Institute of Information and Communications Technology, Kyoto-fu, 619-0289 Japan

^{††} 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション基礎科学研究所, 京都府

NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation, Kyoto-fu, 619-0237 Japan

^{†††} 京都大学大学院情報学研究所, 京都市
Graduate School of Informatics, Kyoto University, Kyoto-shi, 606-8501 Japan

^{††††} 筑波大学大学院システム情報学研究所, つくば市
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, Tsukuba-shi, 305-8573 Japan

a) E-mail: rieko.inaba@nict.go.jp

とに焦点を当てていたため、会話の文脈や、会話の双方向性についてはあまり考慮されてこなかった。そのため、同一の機械翻訳ソフトを利用し、日本語から韓国語・中国語へと翻訳を行った場合、日韓翻訳と日中翻訳の結果は一致しないことが多い。また、同じ語の訳語が周囲の語によって変化する非一貫性や、訳語をもとの言語に訳し直した場合に原語に戻らない機械翻訳の非対称性といった問題点が指摘されている [7], [8]。

さて、山下らによるこの研究は異言語を母国語とする2者によるコミュニケーションを対象としていたが、現在、国際現場において、2者間ではなく3言語以上のコミュニケーションの需要も少なくない。しかし、筆者が知る限りでは3言語以上のユーザが機械翻訳を利用して相互にコミュニケーションを行う場合に関する研究は存在しない。3言語以上の場合、2言語の場合とは異なる問題が生じることが予測されるため、翻訳機を介した多言語間の対話における相互理解の構築について理解することは意義深いと考える。

そこで、本研究では、日本語、韓国語、中国語を母国語とする対話者を対象に、機械翻訳を用いた対象指示コミュニケーションの実験を行うことで、3言語間でのコミュニケーションにおける相互理解の形成の分析を行った。

2. 研究背景

2.1 参照 (reference) と相互理解 (common ground)

Clarkらは相互理解形成の研究において、次のことを述べている。(1)参照は、メンバが相互理解を構築する上で重要な役割を果たしている。(2)メンバは、参照内容を同定するプロセスを共有することにより、参照内容に対する見方や考え方を共有し、共通の見解を得ることができる。つまり、対話者は、対話相手の知識や信念などを推測して互いの共通基盤(言語的な共存や物理的な共存)を仮定し、それに基づいて発話や理解を行っているのである。また、Clarkらは、この相互理解を形成するためには、「単にメンバが同じ情報を受信しているだけではなく、すべてのメンバがその内容を受信しているということ」をすべてのメンバが知っている」ことが必要であるといっている [9]。これは、言語や環境などの基盤がメンバ内で共有されていないと、相互理解は成立しにくいということを示している。

2.2 対象指示コミュニケーション (referential communication)

これまで多くの言語心理学の研究において、対象指示コミュニケーション (referential communication) が扱われてきている [10], [11]。この課題を用いた最も有名な研究は Clark の「図形 (タングラム) マッチング」である。これは、2人のユーザがそれぞれ異なる順番に並べられた同じ抽象図形のセットをもち、コミュニケーションによってこれを同じ順番に並べ換える課題である。このとき、1名は正解の順番を指示する指示者 (Director) であり、もう一方は、指示者の説明により順番を並べ換える照合者 (Matcher) となる。指示者は、照合者にどのように抽象図形が並べられているかを1枚ずつ順番に説明し、照合者はその説明の順番に図形を並べ換える。すべての並べ換えが終了すると、また順番を入れ換えられた同じ図形セットに対して再び並べ換えを行う。この作業は実験中、何度か繰り返されることになる。ここで、ユーザに与えられる図形は抽象的な図形であるため、2人の参加者が初めて図形のマッチングを行うときには図形の見方に関する合意形成が行われる。この合意形成を繰り返し行うことにより、やがて同じ参照表現に収束し、特に名詞である参照語 (noun phrase) によって同定されることが多くなる。これは、Lexical Entrainment と呼ばれている [12], [13]。

対象指示コミュニケーション課題には、通常の対話と異なる以下の特徴がある。まず、対話者が、ある複雑な図形について指示する指示者と、その指示に基づき対象を同定する照合者という、明確な役割が割り当てられる。次に、対話場面に存在する物理的な指示対象を同定するため、指示の理解が成立したか否かという達成の確認が可能なこと。最後に、一つの指示対象ごとに区切ることによって、対話を単位化した分析が可能なことである [14]。そこで、本研究では、異なる母国語をもつ話者間の相互理解について分析するために、対象指示コミュニケーション実験を実施した。

2.3 翻訳機を用いた異言語ユーザ間の対話

Yamashitaらは、相互理解に重要な役割を果たす参照に注目し、タングラムを利用した対象指示コミュニケーション課題により異言語ユーザが共通言語を用いて参照を行う場合と、翻訳機を用いて母国語で参照を行う場合を比較した研究を行った [7], [8]。その結果、機械翻訳を用いた対話には、以下の特徴があることが示された。(1)抽象図形の様々な特徴を次々に呈示す

ることで伝えようとする。(2) 相互理解が構築された表現を再び伝える場合は、短縮せずにそのまま伝えるか、若しくは特徴的な情報のみ伝える。これらの特徴は通常の対象指示コミュニケーションとは全く異なる。普通、2 人の対話者が同じ対象を繰り返し参照する場合、単純化 (simplification) と短縮 (narrowing) が起こることが知られている [10]。単純化とは、参照内容の全体的な意味を残して修飾部などの詳細を省略することである。また、短縮とは、参照内容の特徴的な情報だけを残す方法である [7]。

Yamashita らは、これらの現象は、機械翻訳の非対称性と非一貫性が要因であると指摘している。非対称性とは、言語 A から言語 B に翻訳した言葉を再び言語 A に翻訳し直すと、もとの言葉とは全く異なる言葉に訳されてしまうという現象である。例えば、日本語で「踊っている」という表現を用いた場合、中国語へは同様に「踊っている」という意味の内容が伝わる。しかし、中国語で「踊っている」という表現を用いると、日本語へは「跳んでいる」と訳され、日本語話者にはその発話の意図が理解できなくなってしまう。このとき、日本語へのメッセージを再度中国語に翻訳した場合、やはり「踊っている」という意味に訳されるため、中国語話者には、なぜ自分の発話を通じないのかが分からない。このような非対称性のため、機械翻訳では、同一の参照表現への収束が難しくなる。

また、一貫性とは、ほぼ同じ文であっても、わずかに違いがあると、同様の意味に翻訳されないという現象である。例えば、図形マッチングの実験において、2 枚目の図形を日本人が参照する際に、日本語で「私の 2 枚目は動物です。4 本の脚としっぽがあります」という表現では、中国語に正しく意味が伝わるが、次に「私の 2 枚目は尾と 4 本の脚をもつ動物です」という表現を用いると、中国語では「私の美男子は尾と 4 本の脚をもつ動物です」と間違った意味が伝ってしまう。つまり、機械翻訳の非一貫性により、わずかな文の違いが、意味の異なる翻訳結果を生じさせる可能性があるため、短縮はせずに、特徴的な情報のみを抽出していたと示している。

Yamashita らの実験では異言語ユーザ 2 者間での対話を分析しているが、これが 3 言語間に拡張するとより複雑な問題が生じることが予測される。そこで、3 者間に拡張することで、相互理解を困難にしている問題が何で、その問題をどのように解決をすればよいかという分析が必要となる。本研究では、この点に着

目し、3 言語間でのコミュニケーションの相互理解の分析を実施した。

2.4 機械翻訳を用いた 3 言語間コミュニケーション

従来の対象指示コミュニケーションにおいては、単一言語及び 2 者間でのコミュニケーションの性質について研究がなされてきている [9], [10]。一方、機械翻訳を用いたコミュニケーションについても 2 言語間での研究 [7], [8] となり、筆者が調べた限りそれぞれ異なる言語を話す 3 者間 (3 言語間) での研究はまだない。そこで、本研究では、3 言語間コミュニケーションを研究の対象とする。

まず、単一言語での 3 者間のコミュニケーションでは、A が発話した内容を B, C が同一のメッセージとして受け取り、その情報を共有していることを知っている、ということをして 3 者が認識していれば、共有の基盤が成立しているため相互理解を図ることができると考えられる。一方、機械翻訳を用いた母国語によるコミュニケーションでは、AB 間と AC 間のいずれか、あるいは両方に誤訳が含まれる可能性があるため、A が発話した内容を B, C が同じ意味の内容として情報を共有できない場合がある。このとき、B と C の双方が正しい情報を得られていない場合、一方しか正しい情報を得られていない場合、双方とも正しい情報を得られている場合などがあり得る。更に、自分以外の 2 者間の対話が、自分の母国語に正しく翻訳されているかどうか分からないため、「だれがどのような情報を得、どのように理解しているのか」ということについて、対話者全員が共通した理解をもつことが困難であるということが問題であると考えられる。そこで、指示対象コミュニケーション課題実験にこの問題がどのような影響を与えるのかについて考える。

タングラムを用いたマッチングでは、抽象図形の見方に関して互いの理解内容が一致したことを認めなければ、次に進むことができない。そのため、照合者は、理解困難であった場合は、その状況を伝えることが考えられる。通常の対話においても、相手の発話内容が理解困難であった場合、聞き手は以下のいずれかの行動をとる。(1) 理解困難であることを示し、説明を求める。(2) 発話者が伝えたいだろうことを自分の言葉で表現し確認を行う。(3) 発話者が説明を追加してくれるまで待つ。先行研究においても、インストラクタが電話を介して初心者にリアルタイムな指示を出す際に、初心者は自分の理解が正しいか否かを何度も確認することが報告されている [15]。この実験では指

示者が順番に交代しながら、同じタングラムのセットのマッチングを繰り返し行う。そのため、理解困難であったり質問や確認作業においてマッチングが可能となった場合、次の試行においてもその質問や確認作業に用いられた内容を参照表現に用いることが考えられる。しかし、自分以外の2人のやり取りの内容を理解できない場合は、そこでの対話情報を得ることができないため、次の試行時にその内容を参照表現として用いることができないだろう。

次に、通常の対話では、Brennanらが示したように「同一の対象物の参照表現を繰り返し形成するとき、同じ参照表現に収束する」という Lexical Entrainment が成立している [12], [13]。しかし、機械翻訳を用いた2言語間での参照表現の形成実験において、Yamashitaらは、「一方が呈示した参照語を他方が受理するという最短のプロセスで同定できるケースが少なかった」と報告している [7], [8]。したがって2言語間と同様、3言語間においても参照表現の呈示・受理での図形の同定が困難であることが予想される。更に、機械翻訳の非対称性の性質のため、Aが参照表現として用いた単語と同じ単語をBが発言したとしても、A、Cには異なる単語として伝わってしまうことがある。このような状況では、再度参照語の形成を行わなければならない。そのため、一度形成した参照表現を使うのではなく、B、Cが指示者のときに形成した別の表現を使うことになるだろう。

2.5 仮説

これまでの議論をまとめると、三つの言語を母語とする3者間の対象指示コミュニケーションにおいて、下記の仮説が導出される。

仮説1: 機械翻訳を介した図形の同定では、共通言語を用いた場合と比較して、照合者である2名が同一の説明発話で(同時に)図形を同定できる割合が少ない。更に、照合者の2名が同一発話で同定できなかった図形に関して共通言語を用いた場合には、次の図形マッチング時に、同定の遅かった照合者に合わせた参照表現を選ぶケースが多いが、機械翻訳を介した場合は、そのようなケースが少ない。

仮説2: 共通言語を用いて図形を同定するときは、いったん参照語を用いて最短プロセスで図形を同定できると、後に再び同じ人が図形を説明する際にも、前回のときと同様に参照語を用いて最短プロセスで図形を同定できる。しかし、機械翻訳を用いた場合は、後ほど再度同じ人が図形を同定する際に、前回と同様に

参照語を用いて最短プロセスで図形を同定できなくなるケースがある。

仮説3: 参照語を用いて最短プロセスで図形を同定できる割合の増加率は、共通言語を用いた場合と比較して、機械翻訳を用いた場合の方が低い。

3. 比較実験

我々は、3言語間のコミュニケーションにおける相互理解の分析を行うために下記の比較実験を行った。実験は2期に分け行った。1期目では機械翻訳付きのチャットシステム Langrid Chat [16] を用いて母国語が日本語、韓国語、中国語の対話者3名を1組とし、各々の母国語を用いて、並ぶ順番の異なる図形セットに対してのマッチングを行った。2期目では1期目と同様に母国語が日本語、韓国語、中国語の対話者3名を1組として、同一のチャットシステムで機械翻訳機能を使わず、共通言語である英語を用いて図形マッチングを行った。実験は、同一の部屋で実施したが、対話者が対面でコミュニケーションを図ることができないよう部屋をパーティションでそれぞれの対話者のエリアに区切り利用した。

3.1 参加者

本実験の参加者は、1期目では、日本語、韓国語、中国語を母国語とする対話者をそれぞれ9名ずつ計27名、2期目では、同様に日本語、韓国語、中国語を母国語とする対話者それぞれ4名ずつ計12名、合計39名である。1期目と2期目では、被験者の重複はない。実験では、ランダムに選んだ対話者が各言語1名ずつ計3名のグループとなったが、どのグループも実験前に面識はなかった。また、すべての参加者は、日常的にPCを利用しておりチャットシステムを用いるタイピング技術をもっていた。機械翻訳の利用経験には個人差があった。2期目の実験では、共通言語として用いた英語の対話者のレベルは、多少の個人差はあったものの大学卒業程度の英語力という基準を設けている。

3.2 翻訳機能付きチャットシステム

本実験で用いた翻訳機能付きチャットシステム Langrid Chat [16] では、ユーザが入力言語(記述する言語)及び出力言語(表示する言語)を自由に選択することができる。例えば、対話者が入出力言語を日本語に設定すれば、チャット時の読み書きをすべて日本語に設定することができる。したがって、1期目の実験では、対話者は入出力言語を各々の母国語に設定を行った。2期目の実験では、全員の対話者が入出力言語を

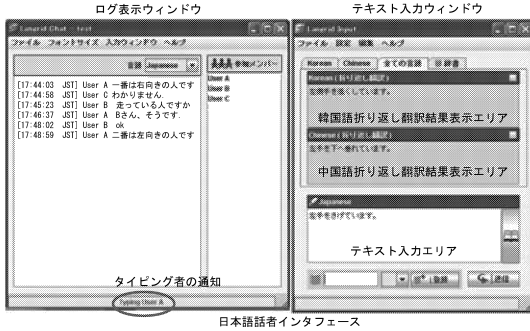


図 1 機械翻訳機能付きチャットシステム Langrid Chat
Fig. 1 Automatic translation incorporated chat system—Langrid Chat.

英語に設定した。更に、対話者が入力文をタイピングしているときは、そのことが他のメンバーに分かるよう、ログ画面上に表示されるようになっている(図 1)。なお、翻訳機能付きチャットシステムには、市販の翻訳ソフトの中でも最高水準のものが組み込まれている。また、Yamashita らの研究において「機械翻訳の非対称性が参照語の形成を困難にしている」ことが示されており、その解消を目的として、本チャットシステムには折返し翻訳機能が組み込まれている [7], [8]。実験では、他の 2 言語の折返し翻訳結果が参照できる環境を提示し(図 1)、被験者に機能の説明をした上で利用を促した。ただし、折返し翻訳の利用ログから折返し翻訳結果が表示されてからメッセージを送信した割合を算出したところ、平均 61.4% しか表示されておらず、また被験者によってばらつきが見られた(標準偏差 22.1%)。折返し翻訳機能の有効性に関しては、吉野らの研究によって、「機械翻訳の非対称性は、対象言語から再度入力言語に折返し翻訳を行い、自己リペアを行うことにより解消される」ことが示されている [17]。

3.3 図形マッチング

本実験では、対話者のグループがチャットシステムを介して図形マッチングを行う。図 2 は、マッチングに用いた 8 枚の図形(タングラム)のセットである。対話者のグループは、指示者 1 名と照合者 2 名から構成され図形マッチングを行う。指示者は正解の並び順を知っており、それを順番に説明を行う。照合者は、指示者の説明を聞き、手元にある異なる並び順の図形を話し手の説明どおりに並べ換える。指示者は 1 枚目から順番に説明を行い、照合者 2 名が合意した後、次の図形へと説明をすすめていく。このとき、1 試行とは、指示者が 1 枚ずつ図形を説明し、照合者が合意を

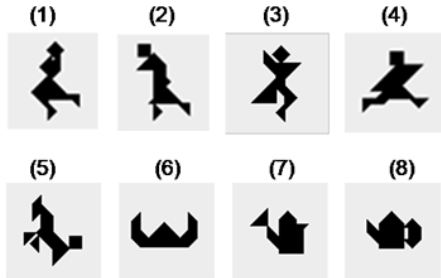


図 2 図形マッチングに用いたタングラム図形のセット
Fig. 2 The eight tangram figures arranged by the members.

行い、8 枚すべての図形を並べ換えたことをいう。また、指示者は、3 者間の相互理解を検証するため、日本語、韓国語、中国語の対話者の順番で話者交代を行うよう試行ごとに実験者(実験実施責任者)から指示を行った。このとき、指示者が日本語、韓国語、中国語の対話者と周り終了するときに「1 周」したと呼ぶ。

3.4 実験手順

(1) 実験の説明: 参加者に実験手順に関して指示を行う。被験者には、基本的に指示者が図形の説明を行い、照合者は指示者の説明をもとに図形の同定を行い、質問や確認したい場合に質問を行うように指示した。また、図形の同定ができた場合、合意したことを伝えるように指示した。指示者には、図形を 1 番目から一つずつ順番に説明するように指示した。なお、2 名の照合者が合意した後、次の図形の説明に移るよう指示した。また、被験者に折返し翻訳機能の説明を行い、利用を促した。

(2) システムへの適応: 参加者は、翻訳機能付きチャットシステム及び図形マッチングに適応するように図形 3 枚の簡単なプレ課題を 3~5 分間取り組む。

(3) 図形セット: 各試行前に、実験者が各被験者の手元の図形の並び順を設定する。

(4) 図形マッチング: 実験者が試行ごとに指示者の指定を行い、照合者はその指示により図形マッチングを行う。8 枚の図形の並べ換えを 1 試行とし、2 時間の制限時間で試行を繰り返す。そのため、グループにより試行数が異なる。

4. 分析手法

我々は、相互理解のプロセスを調べるため、本実験で得た対話ログを対象に指示者の図形説明を「情報描写」「参照語で表現」の 2 種類に、照合者の対応を「質

表 1 発話の 카테고리分類
Table 1 Utterance types.

カテゴリー名	カテゴリーの定義
情景描写	指示者：図形の内容を描写する発話 例：「人が両手をあげています。」
参照語で表現	指示者：図形の内容を参照語で表現する発話 例：「両手をあげている人です。」
質問や確認	照合者：質問や確認をする発話 例：「その人は両手をあげていますか？」
合意	照合者：正しく理解できたことを伝える 例：「はい」「わかりました」
理解不能	照合者：理解できないことを伝える発話 例：「わかりません」
その他	上記のどのカテゴリーにも属さない発話

問や確認」「合意」「理解不能」「その他」の 3 種類のカテゴリーに分類を行った (表 1)。1 期目の実験では、分析にあたり、韓国語、中国語の発言及びそれぞれの対話者が得たメッセージすべてを通訳者が日本語に翻訳し、どのような意味で理解していたかを再現した。その上で、実験者 2 名は翻訳された日本語文章を用いてカテゴリー分類を行った。2 期目の実験では、共通言語である英語での対話であるため、実験者はオリジナルの英語文章を用いてカテゴリー分類を行った。今回の実験では、2 時間という制限時間を設けているため試行数がグループごとに異なる。定量的な評価を行うためには少なくとも 2 週のデータが必要となる。そのため、定量評価の対象は、機械翻訳を用いた実験では 9 組中 2 周 (6 試行) をクリアした 5 組を用いた。共通言語での実験においても、比較するため同じ 2 周 (6 試行) までとした。

5. 分析結果

5.1 合意箇所の同一性

仮説 1 を検証するため、照合者の 2 名が指示者の説明で合意した発話に注目し、同一発話で合意が行えなかった「ずれ」の抽出を行った。我々は、機械翻訳を用いた対話では、照合者が合意した発話異なる割合が高いと予想した。図 3 に共通言語と機械翻訳を用いた場合の合意発話がずれる割合のグラフを示す。共通言語に比べ、機械翻訳を用いた場合、合意発話のずれが多く見られる。特に、第 1 試行で合意発話のずれが大きい。共通言語を用いた場合に第 1 試行で合意発話がずれる割合の平均値は 0.25、機械翻訳を用いた場合に第 1 試行で合意発話がずれる割合の平均値は 0.61 であった。($t(8) = -5.18, p < .01$)

次に、各照合者が指示者と合意に達した発話が異

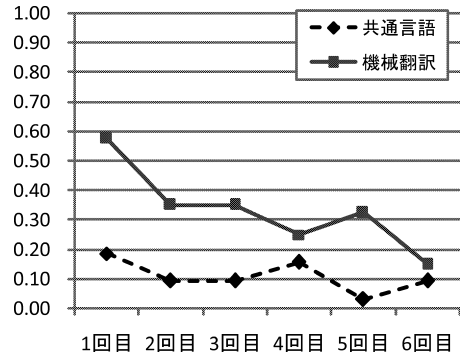


図 3 照合者 2 名の合意発話がずれる割合
Fig. 3 Average rate of different utterance that matchers come to terms.

なった際に、合意の遅かった照合者に合わせた参照表現を、次の試行時に次の指示者が言及するか否かを検証した。前試行でのやり取りが理解されていれば、次の試行でその情報が利用される可能性が高いと考えられる。その結果、共通言語では 78.8% (Cohen's Kappa (κ 値): 0.91)、機械翻訳を用いた場合では 48.4% (κ 値: 0.95) という割合で、前試行において合意の遅かった照合者に合わせた参照表現を言及していた。t 検定を行ったところ、 $t(8) = 2.63, p < .05$ となり、これらの割合に有意な差が検出された。

前試行において合意発話のずれで生じた参照表現を言及していない例を表 2 に示す。太字・下線が発話者の発言を示している。それ以外は受信したメッセージがそれぞれの言語話者にどのように伝わったかを示したものである。韓国語話者及び中国語話者の記述は、それぞれの内容を日本語に訳したものである。第 2 試行で、日本語話者が「口は三角形ですか？」という質問をし、韓国語話者はその回答を行った後に合意をしている。次の第 3 試行において、指示者の中国語話者は、この「口は三角形」ということに言及しておらず代わりに韓国語話者が「直角三角形のくちばしをもっていますね」と発話し、日本語話者が合意している。実験開始前に被験者に「指示者以外は図形の説明をしないように」と指示を行っていること、及び、中国語話者が「口が大きいのです」の発話以降、約 1 分間発話をしていなかったことから (その他の説明に関しては約 10 秒間隔で発話をしていた)、韓国語話者の発言 (「直角三角形のくちばしをもっていますね」) は、説明に困っている中国語話者を助けるために発せられたと推測される。この例のように、機械翻訳を用いた対

表 2 前試行の合意発話のずれにより生じた参照表現を言及しなかった例
Table 2 An example of unemploying the additional information on prior try.

	日本語話者	韓国語話者	中国語話者
第 2 試行	水差してみたいです 申し訳ない、よくわからない 花に水をやり時掃きます じょうろですか？ はい 口が大きかったです 口が大きいです 口は三角形ですか？ わかりました。問題ありません はい。くちばしが三角形です わかりました！	水差しの形です 申し訳なくて、さほど分からない 花に水をあげる時に使います じょうろですか？ はい 口が大きくなった 口が大きいです 口は三角形ですか？ わかって。問題ありません。 はい。くちばしが三角形です わかりました！	資金援助者(意味不明) すみません、よく分かりません 花に水をあげるときに使用します じょうろですか？ はい 口が大きいです 口が大きいです 口は三角形ですか？ わかりました。問題ありません。 はい。くちばしが三角形です わかりました！
第 3 試行	じょうろ 水をやって消費しました わかりました 口は大きいです 直角三角形のくちばしを持っていましたよね わかりました	じょうろ 水をあげて消費しました わかりました 口は大きい 直角三角形のくちばしをもっていますね わかりました	じょうろ 花に水をあげるのに使います わかりました 口がおおきいのです 直角三角形のくちばしを持ちましたよね わかりました

表 3 前試行の合意発話のずれにより生じた参照表現を言及した例

Table 3 An example of using the additional information on prior try.

第 3 試行	中 : 2 os a person to the left 日 : walking or running? 中 : like to put something to the head. 日 : ok 韓 : sorry. I don't understand. Toward left? 韓 : Person see left side? 中 : yes 中 : has one hand. 韓 : ok.
第 4 試行	日 : person carrying something on the head 日 : walking to the left. 中 : ok 韓 : ok.

話では、遅く合意した照合者が理解した参照表現を次の試行で言及しないケースが多数観測された。一般に、遅く合意した照合者が理解した参照表現、つまり、理解が遅かった人に合わせた発話を行うことが知られており、比較実験の共通言語を用いた場合にもその傾向が見られた(表 3)。機械翻訳を用いた対話において、理解が遅かった人に合わせた発話が減少する一要因として、機械翻訳では 3 者間で情報共有をすることが難しく、2 名の照合者(上記の例では第 2 試行における日本語話者と中国語話者)が互いにどのような情報をもとに図形を同定しているかを推測することが困難だったのではないかと推察される。

5.2 参照語の再形成

仮説 2 を検証するため、最短プロセスで合意した

図形のマッチングの経過を観察した。その結果、機械翻訳を用いた図形のマッチングでは、一度形成された参照語が、次に利用されない場面が多数観察された。表 4 にその一例を示す。

この例では、第 1 試行において日本語話者が「急須」という参照語を形成し、最短プロセスで合意がなされている。しかし、その後の第 2、第 3 試行において、韓国語、中国語話者が指示者になった際、彼らは「急須」とは異なる別の参照語を利用している。第 4 試行、すなわち、再度日本語話者が指示者となったとき、第 1 試行で短い参照語(「急須」)を用いて図形を表現し合意できていたにもかかわらず、前回よりも長い参照表現(「やかん」「お茶をいれる」「水をわかす」)を用い、最短プロセスでの合意に失敗している。先行研究では、指示者が変わった場合でも参照語が短くなるということが知られている。比較実験を行った共通言語においても、先行研究同様の傾向が見られ、この例のように参照表現が長くなるケースはほとんど見られない。なお、表 4 のように、翻訳において大きな問題(誤訳)が生じていない場合においても、この現象が見られているためこの現象は、機械翻訳を用いたコミュニケーションにおいて 3 者が同時に共通の参照語を共有できないことと関係があるのではないかと推察される。

5.3 同定プロセスの効率性

仮説 3 を検証するため、呈示・受理という最短プロセスで同定できた図形に注目し、その割合を算出した。図 4 に、参照語の呈示・受理プロセスで図形を同定した割合のグラフを示す。1 回目では、最短プロセスで

表 4 形成した参照語を利用しない例
Table 4 An example of re-creating of references.

	日本語話者	韓国語話者	中国語話者
第 1 試行	急須 分かりました はい分かりました	急須 知った はい、わかりました	急須 分かりました そうです、分かりました
第 2 試行	水やかん、茶道具 分かりました 分かりました	水差し、茶道具 分かりました 知った	水やかん、茶器 分かりました 分かりました
第 3 試行	急須、茶道具 はい分かりました 分かりました	茶釜、茶器 はい、わかりました 分かりました	急須、茶器 はい、分かりました 分かりました
第 4 試行	8 やかん お茶を入れる もっと具体的に 分かりました 水を沸かす はい分かりました	(意味不明) お茶を入れる もっと具体的に 知った 水を沸かす はいわかりました	8 やかん お茶を注ぎます そのうえ、具体的に 分かりました お湯をわかします はい、分かりました

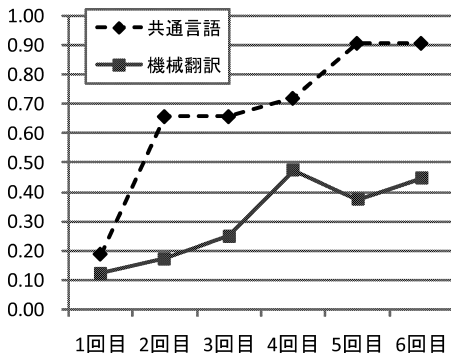


図 4 参照語の提示・受理プロセスで図形を同定した割合
Fig. 4 Average rate of basic exchange.

同定できる割合にほとんど違いはない。しかし、試行を重ねるにつれ、最短プロセスで図形を同定できる割合の増加率が、機械翻訳を用いるよりも共通言語を利用する方が大きい傾向にある。これは、「同一の対象物の参照表現を繰り返し形成するときに、同じ参照表現に収束する」という Lexical Entrainment が成立していないことを示している。

また、表 5 に、各発話をカテゴリー分類したときのカテゴリーごとの発話割合を示す。

「情景描写」に属する発話の割合に注目すると、共通言語を用いた場合に大幅に減少するのに対し、機械翻訳を用いた場合はたいして減少していない。また、参照語の利用割合に関しては、共通言語と機械翻訳共に増加している傾向にある。これは、共通言語の場合、参照語の形成が進み、参照語のみでの相互理解が図られているが、機械翻訳を用いた場合には、参照語の補

表 5 各カテゴリーの発話頻度
Table 5 Proportion of units spoken in each category.

a) 機械翻訳

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目
情景描写	0.24	0.28	0.25	0.18	0.22	0.17
参照語	0.09	0.12	0.20	0.21	0.17	0.24
質問・確認	0.31	0.15	0.08	0.08	0.08	0.05
合意	0.31	0.38	0.45	0.50	0.49	0.55
理解不能	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00
その他	0.05	0.06	0.00	0.02	0.02	0.00

b) 共通言語

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目
情景描写	0.27	0.19	0.14	0.08	0.04	0.07
参照語	0.05	0.11	0.17	0.23	0.28	0.27
質問・確認	0.27	0.19	0.18	0.06	0.05	0.07
合意	0.36	0.43	0.43	0.47	0.57	0.55
理解不能	0.00	0.00	0.02	0.13	0.00	0.00
その他	0.06	0.08	0.07	0.03	0.05	0.04

足説明ととれる情景描写が減少していないといえる。この結果からも、機械翻訳を用いる場合、相互理解が共通言語に比べ困難な傾向にあることがうかがえる。

5.4 複数の参照語の利用

3 言語間での参照語の形成のプロセスを繰り返すことで、複数の参照語を用いる例が機械翻訳を用いた際に観察された。その一例を表 6 に示す。

日本語話者が指示者であった第 1 試行において、「馬」という参照語の形成が行われた。次の韓国語話者の際に「逆さに立っている人」という新しい参照語の導入が見られたが、第 2 試行の 3 者間のやり取りを見ると日本語、中国語の照合者が混乱を起こしている。そのため、「馬は何番だったのか?」「動物は何番だったのか?」という質疑応答が行われている。第 3 試行の中

表 6 複数の参照語を利用している例
Table 6 An example of plural references.

第 1 試行	日: 馬です
第 2 試行	韓: 逆さに立っている人です。 人が腕で地面をつかみ、 逆さまにあるよな絵です 頭が下側に位置します。 (8 枚目の図形説明の後) 日: B さん, ウマは何番ですか? 韓: (返答なし) 日: B さん, 動物は何番ですか? 韓: 動物? 日: 4 番ですか? 韓: 4 番は様差に立っている人です。 日: 尾が四角の生き物は何番ですか? 中: 動物は 8 番でしょう。 韓: 一番動物らしいのは 4 番です。
第 3 試行	中: 動物のようです。馬。
第 4 試行	日: 馬。動物。尾が四角。
第 5 試行	韓: 動物。馬のようです。 右側に四角形があります
第 6 試行	中: 動物。馬。右側に四角

国語話者が指示者の際に、前試行の「動物らしい…」という韓国語話者の発言を受け、「動物のようです」及び第 1 試行の「馬」を受けて、双方の参照語を提示している。更に、第 4 試行の日本語話者が指示者のときには、第 2 試行の韓国語話者とのやり取りの中の「尾が四角」に注目し、参照語としての追加を行っている。これは、それぞれの照合者がどの参照語で図形を理解しているかということが不明であるため、それぞれが理解していると思われる参照語を複数提示していると考えられる。したがって、共有基盤が成立していないために、参照語の収束ができていない様子だといえる。

6. 考 察

本実験で共通言語と比べ、機械翻訳を用いた 3 言語間コミュニケーションでは、以下の違いが発見された。(1) 照合者により抽象図形の合意する説明発話が異なった。更に、後で合意した照合者へ与えられた情報を次の試行で利用されることが少ない。(2) 一度呈示・受理という最短プロセスで形成された参照語を利用せず、再形成する場合が見られた。これらのコミュニケーションは、共通言語を用いた対話には少数しか観測されておらず、機械翻訳を用いた場合に顕著に現れているといえる。

これらの現象が見られる要因は、2. で示した相互理解を形成するための必要十分条件を満たしていないからだと考えられる。A, B, C の 3 名での対話において A が発話するときに (i) B と C は、A から同じ情

報を受理するというだけではなく、(ii) B と C が A から同じ情報を受理したということも 3 名が認識しているという共通基盤があるときに、3 者間で相互理解が図れる。まず、現象 1 は (i) を満たしていないことが要因となっている。つまり、機械翻訳を用いることで、指示者が送ったメッセージと同じ内容が照合者の 2 人に同じ内容として伝わっていないために、合意する説明発話が異なると考えられる。更に、指示者から照合者の一方へ伝わった内容を、もう一方の照合者が知ることが現状では困難のために、利用されることが少ないと考えられる。

次に、現象 2 は (ii) を満たしていないことが要因となっている。つまり、だれが何の情報を得ているのかということを理解することができていないため、一度形成した参照語であっても、その後に別の指示者が行った参照語の形成の過程により、再度、別の参照表現を形成したと考えられる。

上記で挙げた問題を解決するための支援機能を導入することで、3 言語間での機械翻訳を用いたコミュニケーションが円滑に行えると考えられる。現在問題なのは、3 者間の場合、それぞれがどのような情報を得ているのかを理解することが困難であるということである。特に、日本語話者がメッセージを送った際には、折返し翻訳機能を活用することで、日本語 韓国語、日本語 中国語とそれぞれにどのような内容のメッセージが届いたかは推測ができる。しかし、このとき、韓国語話者は中国語話者が得た情報を、中国語話者は韓国語話者が得た情報を知る術がない。この問題が各話者で生じているのである。これは、機械翻訳の非推移性の問題といえる。例えば、日本語から中国語への翻訳の際に、日本語 韓国語 中国語であれば、日本語 韓国語の翻訳を考慮した情報が中国語話者へ伝わり、それぞれの話者間で同じ情報を共有する可能性がある。しかし、現状では、日本語 韓国語、韓国語 中国語、中国語 日本語とそれぞれが独立となっているために非推移性が生じている。これらのことから支援機能としては、推移性を保つための機能が考えられる。日本語話者の場合を考えると、日本語 韓国語、日本語 中国語の折返し翻訳だけではなく、日本語 韓国語 中国語 日本語、日本語 中国語 韓国語 日本語というような翻訳結果を合わせて表示することにより、韓国語 中国語間のやり取りを見る仕組みがあることで、各言語間での情報を共有することができるのではないだろうか。

7. む す び

我々は、多言語対話者が機械翻訳を用いて参照語の形成を行うときに生じる相互理解について分析し、機械翻訳を多言語コミュニケーションにおいて利用する際に起こる現象について調べる実験を実施した。日本語、韓国語、中国語を母国語とする対話者が共通言語である英語を用いて参照語を形成する場合と機械翻訳を用いて母国語で参照語の形成を行う場合を比較した結果、次の現象が見られた。

(1) 照合者である2名が同一の発話で図形を同定できる割合は少ない。更に、照合者の2名が共通言語を用いた場合には次の図形のマッチング時に同定の遅かった照合者に合わせた参照表現を選ぶケースが多いが、機械翻訳を介した場合はそのようなケースが少ない。

(2) 共通言語では、いったん最短プロセスで図形を同定すると、後に再び同じ人が図形を説明する際に前回と同様の参照表現を用いて最短プロセスで図形を同定できる。しかし、機械翻訳を介した場合は、後ほど再度同じ人が図形を同定する際に、前回と同様に参照語を用いても最短プロセスで図形を同定できるとは限らない。

(3) 参照語を用いて最短プロセスで図形を同定できる割合の増加率は共通言語を用いた場合と比較して、機械翻訳を用いた場合の方が低い。

これらの現象が起こっている要因としては、機械翻訳を用いていることにより、他者の間での対話内容を理解することが阻害される可能性があるため、相互理解の基盤の形成が困難になっていることが挙げられる。したがって、機械翻訳を用いて円滑に相互理解ができるような支援が必要である。特に、3言語間での機械翻訳を用いたコミュニケーションにおいては、2言語間の独立した翻訳機が利用されている。そこで、自分の言語が関与しない通信を、その言語の影響を加味したモニタ機能をつけることで、補うことが必要だろう。

謝辞 本研究に、コラボレーションツールの提供及び御協力下さいました言語グリッドプロジェクトのメンバーに感謝致します。

本研究は、京都大学グローバル COE プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」並びに総務省戦略的情報通信研究開発推進制度から助成を受けた。

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,” 情処学論, vol.44, no.5, pp.503-511, 2003.
- [2] S. Sakai, M. Gorou, R. Inaba, Y. Murakami, T. Yoshino, Y. Naya, Y. Hayashi, M. Tanaka, T. Takasaki, S. Matsubara, Y. Kitamura, and T. Ishida, “Supporting multicultural society with the language grid,” International Conference on Informatics Education and Research for Knowledge-Circulating Society (ICKS'08), 2008.
- [3] 石田 亨, 内元清貴, 山下直美, 吉野 孝, “機械翻訳を用いたコラボレーション,” 情報処理, vol.47, no.3, pp.269-275, 2006.
- [4] T. Ishida, “Language grid: An infrastructure for intercultural collaboration,” IEEE/IPSJ Symposium on Application and the Internet (SAINT-06), pp.96-100, 2006.
- [5] Y. Murakami and T. Ishida, “A layered language service architecture for intercultural collaboration,” Sixth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5 2008), 2008.
- [6] N. Yamashita and T. Ishida, “Automatic prediction of misconceptions in multilingual computer-mediated communication,” Proc. IUI 2006, pp.62-69, 2006.
- [7] 山下直美, 石田 亨, “翻訳機を用いた対話における参照方法に関する分析,” 情処学論, vol.48, no.2, pp.939-947, Feb. 2007.
- [8] N. Yamashita and T. Ishida, “Effects of machine translation on collaborative work,” Proc. International Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW-06), pp.515-523, 2006.
- [9] H.H. Clark, Using language, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1996.
- [10] H.H. Clark and D. Wilkes-Gibbs, “Referring as a collaborative process,” Cognition, vol.22, pp.1-39, 1986.
- [11] S.R. Fussell and R.M. Krauss, “The effects of intended audience on message production and comprehension: Reference in a common ground framework,” J. Memory and Language, vol.26, pp.209-225, 1989.
- [12] S.E. Brennan, “Lexical entrainment in spontaneous dialogue,” Proc. International Symposium on Spoken Dialogue, pp.41-44, 1996.
- [13] S.E. Brennan and H.H. Clark, “Conceptual pacts and lexical choice in conversation,” J. Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, vol.22, no.6, pp.1482-1493, 1996.
- [14] 原田悦子 (編著), 「使いやすさ」の認知科学, 共立出版, 2003.
- [15] E.A. Issacs and H.H. Clark, “References in conversation between expert and novices,” J. Experimental Psychology, vol.16, no.1, pp.26-37, 1987.
- [16] R. Inaba, Y. Murakami, A. Nadamoto, and T. Ishida,

“Multilingual communication support using the language grid,” International Workshop on Intercultural Collaboration (IWIC-07), Lecture Notes in Computer Science, vol.4568, pp.118–132, Springer-Verlag, 2007.

- [17] 宮部真衣, 吉野 孝, 重信智宏, “折返し翻訳を用いた翻訳リペアの効果,” 信学論 (D), vol.J90-D, no.12, pp.3141–3150, Dec. 2007.

(平成 20 年 8 月 18 日受付, 12 月 12 日再受付)



稲葉利江子 (正員)

1998 日本女子大・理・数物科学卒。2003 同大学院理学研究科数理物性構造科学専攻博士課程了。博士(理学)。同年文部科学省メディア教育開発センター助手。現在、独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員。異文化コラボレーションにおけるヒューマン

インタフェースの研究に従事。



山下 直美

1999 京大・工・情報工学卒。2001 同大学院情報学研究科数理工学専攻修士課程了。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。博士(情報学)。CSCW, HCI の研究に従事。



石田 亨 (正員:フェロー)

1976 京大・工・情報工学卒。1978 同大学院修士課程了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。ミュンヘン工科大学, バリ第六大学, メリーランド大学客員教授など経験。工博。IEEE フェロー。情報処理学会フェロー。現在、京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻教授, 上海交通大学客員教授。自律エージェントとマルチエージェントシステム, セマンティック Web 技術に取り組む。デジタルシティ, 異文化コラボレーションプロジェクトを推進。



葛岡 英明 (正員)

1992 東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程了。博士(工学)。現在筑波大学大学院システム情報学研究科教授。CSCW, パーチャルリアリティ, 実世界指向インタフェースの研究に従事。著書(共著)に「ヒューマンコンピュータインタラクション」(オーム社)など。