

小 01
特 集

機械翻訳を用いた 異文化コラボレーション

石田 亨 (京都大学情報学研究科社会情報学専攻)

内元清貴 (情報通信研究機構情報通信部門)

山下直美 (NTTコミュニケーション科学基礎研究所)

吉野 孝 (和歌山大学システム工学部)

なぜ異文化コラボレーションか

2001年の9.11は、世界に大きな衝撃を与えた。西側社会の世論が分裂したことは記憶に新しい。77%のフランス国民がイラク戦争に反対したのに対し(2003.1.9 Le Figaro)、63%の米国民がイラク戦争における米国の役割に誇りを感じていた(2003.3.22 CBS News)。政府間で意見が分かれるのは日常のことだが、人々の間で、しかも自由を標榜する国の人々の間で、国境を越えると意見が大きく違うのは不思議なことだ。同様のことは、最近の東アジアにも生じている。90%程度の中国国民が日本の責任を追及しているのに対し、50%以上の日本国民が、責任の所在がどこにあるかは一概には言えないと答えている(2005.8.24 Genron NPO and Peking University)。インターネットですべての情報は共有されているはずではなかったのか。Global Reachの調査によれば、インターネット人口は、英語、英語以外の欧州言語、アジア言語がほぼ1/3ずつを占めており、情報が共有されているというのは幻想に過ぎないようだ。インターネットは信号の世界を繋いだが、言語の壁は厚く、思考の世界は未だ繋がれていない。

我々が言語の壁を克服するコラボレーションを目指して活動し始めたのは2002年である。京都大学社会情報学専攻、科学技術振興事業団、NTTコミュニケーション科学基礎研究所が協力し、日中韓馬の異文化コラボレーション実験(Intercultural Collaboration Experiment 2002(ICE2002))を実施した。日常的な会話ではなく、目的指向のプロジェクトを研究の場として選んだのは、アジアにおける共同作業が今後重要になるとの思いからである。「コミュニケーション」は研究対象として

は工学的土俵には乗りにくく、工学的な評価軸を設定しやすい「コラボレーション」を選んだという研究上の背景もある。実験のタスクは、多国籍チームによる母国語を用いたオープンソースソフトウェアの共同開発とした。機械翻訳技術をコラボレーション過程に適用することの困難さは容易に想像できた。そこで、計算機科学を学ぶ学生たちにとって、最終生産物の解釈に曖昧性のないプログラミングを実験タスクに選んだ。実験の経緯は文献4)に詳しい。参加者は日中韓馬の5大学40余名の学生、教員からなる。1年間に渡るICE2002は、31,000メッセージログを生み出し、我々の異文化コラボレーション研究の起点となった。以降、日中間のブロードバンドネットワークを利用したICE2003、日中韓馬秦で被験者を共有するICE2005と、実験は形を変えながらも続いている。

異文化コラボレーションへ情報通信技術の適用が求められる理由は2つある。第1の理由は言語バリアの克服である。アジア各国は、隣国の言語を教育していない。日本人が学ぶのは日本語と英語である。中国人も韓国人も母国語と英語を学んでいる。したがって、アジアの共通語は英語であるが、我々はそれさえ十分に使いこなせるわけではない。英語によるプレゼンテーションや質疑応答は訓練により可能となるが、英語で考えることは容易ではない。新しいアイデアを生み出すためのコラボレーション過程をすべて英語化することは、我々を含めアジアの人々にはそう簡単なことではない。そこで、機械翻訳などの言語処理機能を利用し、コミュニケーションチャンネルを太くしていくことが重要と考えた。第2の理由は文化的差異の克服にある。コラボレーションのプロトコルは、それぞれの文化の影響を受けている。各人が想定したプロトコルどおり共同作業が進まないことが、

01

機械翻訳を用いた
異文化コラボレーション

02

子供たちの
異文化間コミュニケーション

03

遠隔授業による
異文化コラボレーション

04

オフショア開発現場における
異文化間コミュニケーション摩擦

異文化コラボレーションにおける大きなストレスとなる。たとえば、双方の想定をワークフローで記述し、矛盾しないことを確認していくことなどに対し、情報通信技術の適用が期待できる。

本稿では、以下、一連の異文化コラボレーション実験で得られた知見と、そこから生まれた翻訳エージェント、言語グリッドという新たな研究課題について述べる。

Lessons Learned : 機械翻訳の品質

異文化コラボレーション実験から得られた最初の知見は、機械翻訳の品質に関するものである。新聞記事などの上質の書き言葉を対象に設計されてきた機械翻訳にとって、コラボレーション過程は過酷な利用環境なのだろう。電子掲示板に表れる翻訳結果を理解するのは難しく、我々は何度もため息をついた。人間の翻訳者なら“Don't worry, it's nothing.”と訳すところを、機械翻訳は“Not caring, trivial problems are good.”と訳してしまう。ソフトウェア設計ドキュメントの翻訳も試みたが、十分に練られていない文章を含む中間ドキュメントの翻訳品質は想像以上に低かった。

ドキュメントに関しては、翻訳されやすい文章を作るためのガイドラインを作成した。電子掲示板に関しては、翻訳結果を確認してから投稿できるようにした。ドキュメントに関するガイドラインにどの程度の効果があったかは定かではないが、掲示板の翻訳結果確認には著しい効果があった。参加者は、投稿前に翻訳結果を確認し、何度も何度も入力文の改善を試みた。多いときには、7回も8回も翻訳を繰り返す。入力文はそのたびに変更を加えられ、意味や内容までもが変化していった。文章には、主語が過剰なほどに書き加えられた。ニュアンスは伝わらず、冗談は真顔の発言に代わった。我々はこうした修正行為を self-initiated repair と呼んでいる。

Self-initiated repair の効果を、出力言語ごとに評価すると興味深いことが分かった。入力言語を日本語、出力言語を中韓英の3カ国語として比較した。英語の翻訳結果は飛躍的に向上しているのだが、中国語はそれほどでもなく、韓国語では改善効果はまったく見られなかった。参加者は、翻訳結果の英語を見て日本語の入力文に修正を加えているので、他言語への翻訳には思うほど効果が現れない。対策として、折り返し翻訳 (back translation) を使うことが提案された⁵⁾。たとえば、中国語に翻訳する場合には、日本語→中国語→日本語と翻

オンライン上の異文化研究

これまで、英語を用いたオンラインコミュニケーションの分析は行われてきたが、英語以外のコミュニケーションの分析はほとんどなされてこなかった。英語以外のコミュニケーションに対する関心が高まり始めたのは、英語以外を母国語とするインターネットユーザが全体の約2/3を占めるまでに増加してからである。2003年に Journal of Computer-Mediated Communication (JCMC) で“The Multilingual Internet”と題して、英語以外のオンラインコミュニケーションに焦点を絞った特集が組まれた。関心事は多岐にわたる。たとえば、“ASCII”が英語以外の言語を書くユーザにどの程度負担か、といった個人のタイピングに焦点を当てた研究もあれば、若者の言葉使いやコミュニケーション形態が対面環境とオンライン環境でどう変化するかを比較した研究もある。英語以外の言語に注目した研究は、文化と関係していることも多い。たとえば、ユーザが使う言語にかかわらず「インターネット文化」という単一文化が形成されていくのか、あるいは、使う言語が異なると必然的に異なる文化が形成されていくのだろうか。スイスの公用語はフランス語とドイツ語とイタリア語であるが、オンラインでは英語を用いる割合がきわめて高いことも報告されている。機械翻訳を介したオンラインコミュニティも現れている。機械翻訳を介したコミュニケーション形態やそこで生じる問題を調べることも今後の課題である。

本稿では扱えないが、オンライン上の文化に関する関心も高まっている。2005年にはJCMCで“Culture and Computer-Mediated Communication”と題して、オンライン上の文化に焦点を当てた特集が組まれた。文化に対する最大の関心事は、対面環境と同様の文化が、オンライン上でも保存されているか否かを調べることである。国や地域による文化差に焦点を当てた研究の大半が、HofstedeかHallの文化尺度を土台にしている。これらの尺度を用いて日本の文化を他の文化と比較すると、日本は極度に確実性を重要視し、また非言語行動を読み取ることが重要な文化であるという結果が得られるが、そうした文化尺度がオンラインの世界で有効とは限らない。これまでの研究により、従来の文化尺度が役に立つ場面（たとえばオンライン上のマーケティング情報に関する文化差を調べる場合など）もあるが、不十分あるいは不適切な場面も報告されており、オンライン文化を計測するための新たな尺度や分析手法が必要とされている。

訳を行う。折り返し翻訳結果の日本語を見ながら、入力文の修正を行うと、中間の中国語が改善される。この提案は、現在コラボレーションツールに組み込まれている(囲み記事参照)。

実験の設定では母国語を使うことになっていたが、翻訳品質が予想外に低かったため、学生たちは掲示板で英語を使う誘惑にかられた。一方で、機械翻訳がコラボレーションに役立つだろうという大きな可能性を感じることもできた。たとえば、発言に際し、外国語でメッセージを書くという心理的バリアを感じることはなかった。上手な英語が書けないのは自分のせいだが、上手に翻訳できないのは機械翻訳のせいである。また、他国の学生間のディスカッションが機械翻訳を通じて伝わってきた。正確に知ることはできなくても、何を話しているか、何に価値を見出しているか、意見が分かれているか、合意に向かいつつあるか、などを知ることができた。つまり、機械翻訳は異文化コラボレーションのウェアネス支援として役立つことが分かった。

Research Issue : 翻訳エージェント

機械翻訳の品質が問題であれば、翻訳誤りを減らす研究に向かうのは当然のことだ。機械翻訳の研究は、トランスペアレントな翻訳通信路をメタファとしてきたよ

うに思える。通信路のこちら側で「もしもし」と言えば、先方で「Hello」と翻訳される。通信路のエラー率が評価軸となり、翻訳品質 (translation quality) を向上させることが研究の目標とされた。

しかし、我々が体験したのは、入力文修正を繰り返さざるを得ないほどの翻訳誤りである。ユーザには、入力文のどこを直せば、良い翻訳結果が得られるのか分からない。なぜ、システム自身が「入力文を理解できているかどうか」言ってくれないのだろう。「どこが翻訳できないのか」言ってくれないのだろう。Self-initiated repair の経験で気づいたのは、機械翻訳研究に翻訳品質以外の評価軸があり得るということだ。たとえば、日中のチームに、両言語をある程度解する子供が参加したとしよう。その子供はチーム内のコミュニケーションに役立つだろうか。子供の翻訳品質に限界があったとしても、子供自身がそれを知り、チームメンバに問い直す能力があれば、通訳として役に立つのではないかと(図-2参照)。このメタファを翻訳エージェントと呼び、その評価軸を相互作用性 (interactivity) に置こう。相互作用性の本質は、システムのメタレベルアーキテクチャにある。「之を知るを之を知ると為し、知らざるを知らずと為す」能力(すなわちメタレベルの理解)が、ユーザとのインタラクションを向上させる鍵となる。

翻訳エージェント研究の第1弾は、機械翻訳システムに自身の翻訳品質を認識させることだった。これを実

01 機械翻訳を用いた異文化コラボレーション

02 子供たちの異文化間コミュニケーション

03 遠隔授業による異文化コラボレーション

04 オフショア開発現場における異文化間コミュニケーション摩擦

折り返し翻訳を用いたチャットシステム

AnnoChat は和歌山大学で開発されたチャットツールで、折り返し翻訳を用いて母国語でのコミュニケーションを可能としている。また、注釈機能を用いることで、異文化間で理解が異なると思われる語句に対し、意味情報を補足することができる³⁾。図-1にAnnoChatの実行時の画面を示す。受信したチャットメッセージは、画面中央に表示される。下線つき太字で表示されている部分はアノテーションが付与された語句である。この語句の上にマウスポインタをあわせると、アノテーション内容がバルーンとしてポップアップ表示される。メッセージを「メッセージ入力ボックス」に入力すると、自動的に折り返し翻訳が行われ、「折り返し翻訳ボックス」に結果が表示される。折り返し翻訳の中間言語は、折り返し翻訳ボックス上にあるドロップダウンリストから選択できる。

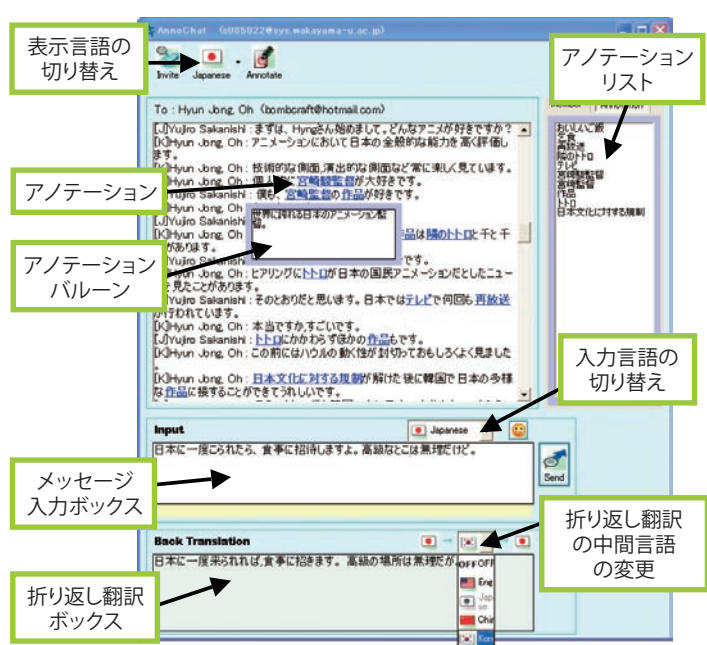


図-1 折り返し翻訳を用いたチャットシステム

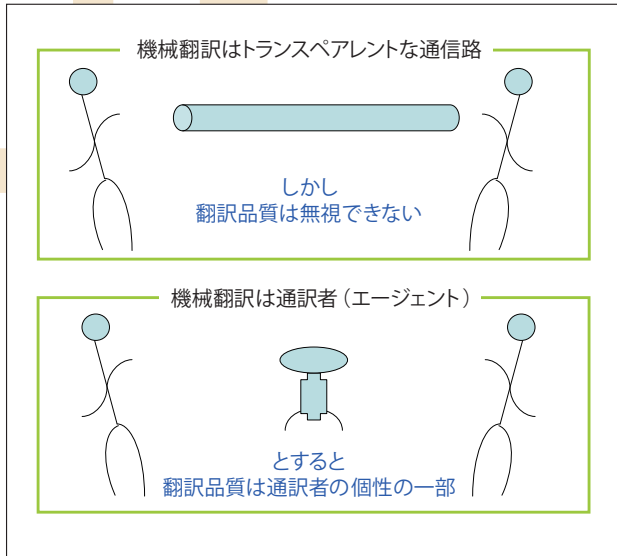


図-2 機械翻訳システムのメタファ

現するために、折り返し翻訳と文の類似度判定機能の研究を行った。入力文と折り返し翻訳結果の類似度が高ければ、機械翻訳システムは、自身の行った翻訳が精度の高いものであると判断する。類似度が低ければ、機械翻訳システムは、入力文を単純化し、どこまで単純化すれば高い翻訳品質が得られるかを調べる。そして、自身が翻訳できない個所を見つけ、その部分を利用者に提示し言い換えを求める（囲み記事参照）。このアイデアを実現するには、翻訳品質と強い相関を持つ類似度の計算手法を考案する必要がある。類似度の持つべき性質は2文の意味が近いほど値が大きくなることであり、その計算にはたとえば単語列の一致度や編集距離などが利用できる⁶⁾。また近年、言い換え技術が盛んに研究され、乾健太郎氏によるフリーソフトウェア^{☆1}も公開されている。言い換え技術を利用して、機械翻訳がうまくいかない個所を自動修正することにより、訳質を自動的に向上させることも可能となるだろう。

翻訳エージェント研究の第2弾は、翻訳誤りが会話の進行に与える影響を調べることだった。十分に理解できない文が含まれていても、かたちの上で会話が正常に進行しているように見えることがある。メッセージに複数の文が含まれていると、人は、理解できる文を手がかりに会話を進めようとする。地下鉄の中での会話のようなものである。ノイズが大きく、相手の言うことが十分に理解できなくても、問い直すことをせず会話が続くことがある。その結果、意味的には会話が繋がっていないという現象が生じ、双方に誤解が生まれる。実際に、膨大に得られたメッセージ群を解析すると、メッセージ

の返信を手がかりとした形式的なスレッド (syntactic thread) と、メッセージ内で用いられている語の相関に着目した意味的なスレッド (semantic thread) が乖離している場合に、誤解が生じやすいことが分かった⁷⁾。

ところで、翻訳エージェントが、機械翻訳システムのメタレベルアーキテクチャであると捉えることによって、従来の翻訳の範囲を超えて、メッセージ内容の文化的解釈を伝える超訳機能を実現できるかもしれない。「プロジェクトのWebにソースコードをアップロードしてください」という日本人からのメッセージを伝えるとき、翻訳エージェントが「日本人は時間を守ることが重要だと思っているので、早く対応したほうがいいですよ」などと助言するのである。こうした文化的解釈は、メッセージの表層には現れない意図を伝達するのに有効と思われるが、一方で文化的ステレオタイプを強化することになりかねない。今後、議論を重ねることが必要と思われる。

Lessons Learned：言語資源・言語処理機能のアクセシビリティ

異文化コラボレーション実験から得られたもう1つの知見は、インターネット上の言語資源や言語処理機能のアクセシビリティに関するものである。2002年の実験では、日中韓馬英の5カ国語間の機械翻訳システムを集め、コラボレーションツールに組み込む必要があった。これを我々は翻訳ペンタゴンと呼んでいた。5カ国語の翻訳ペンタゴンを実現するために、多くの専門家や会社に接触し情報を収集した。その結果、分かったことは以下のとおりである。

まず、機械翻訳システムの機能や品質とそれに伴う料金の妥当性を判断するのは容易ではない。ソフトウェアは一般にそうだという意見もあるが、機械翻訳システムの場合には、その機能や品質についての記載がほとんどない。翻訳できるものはできるし、できないものはできない。やってみなければ結果は分からない。システムによって大きく翻訳品質が異なるが、それを知るためには、ユーザが自ら評価実験をせざるを得ない。さらに、機械翻訳システムのAPIは統一されていない。マニュアルを個々に読み解きながら評価をしていくことになる。

機械翻訳システムの機能と品質を理解すると、次に契約手続きが待っている。機械翻訳システムの提供の形態には、インターネットサイトでのサービス利用、ライセンスを購入しての個人利用、あるいはサーバ利用などがある。異文化コラボレーション実験に必要なのはサーバ利用であるが、翻訳システム提供会社との契約には、海外における不正利用の賠償条項などが盛り込まれていて、締結は簡単ではない。さらに価格は、1言語対につ

☆1 <http://cl.naist.jp/kura/doc/>

き、年間100万円程度を要する。この価格はシステム提供会社によって幅があるが、5カ国語のペンタゴンを作るとすれば相当な額となる。機械翻訳システムを利用できるのは組織のしっかりした企業だけで、大学研究室での利用や、NPOのコラボレーション現場での利用には向かないのである。

利用を始めて直面するのが、機械翻訳システムのカスタマイズである。自分たちのニーズに合わせた辞書を作りたい、特定の語句は翻訳させたくない、句読点や特殊文字の扱いを変えたい、などさまざまな要求が現れる。原理的にはカスタマイズ可能なはずだが、実際にはほとんど行えない。やむを得ず、入出力変換プログラムをユーザ側で書き、入力文を変形して機械翻訳に投入し、結果をまた変形して表示することになる。ソフトウェアの開

発部隊であれば問題ないのかもしれないが、現場のユーザには途方に暮れる作業である。

機械翻訳に限らず、一般に、インターネット上の言語資源や言語処理機能のアクセシビリティには課題があると言わざるを得ない。異文化コラボレーションをインターネット上の言語資源や言語処理機能で支えるためには、ユーザが、自らの活動のための言語サービスを容易に作りだせる仕組みが必要である。

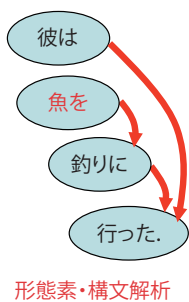


機械翻訳の入力文言い換え支援

機械翻訳の入力文言い換え支援の研究はNICTで行われている。折り返し翻訳を入力文の各部分に適用することにより、機械翻訳がうまくいかない箇所を自動推定する。まず、「彼は魚を釣りに行った。」という入力文に対し、形態素・構文解析をほどこすことにより、**図-3**左のような構文構造を得る。次に、ここから「彼は釣りに行った。」などの部分文を取り出し、それぞれの折り返し翻訳との類似度を計算する。これにより、**図-3**の右表のような結果が得られる。類似度は入力文と部分文の長さの比で重み付けしている。入力文は3位に位置し、入力文から「魚を」を除くとうまく翻訳できることを示している。そこで、差分の「魚を」の部分を翻訳不適個所と推定する。

図-4の左が書き換え前の文、下線部が自動推定された翻訳不適個所、右が翻訳不適個所を参考に人間が書き換えた後の文である。括弧内は商用機械翻訳システムによる翻訳結果である。下線部を書き換えることにより翻訳結果がよくなっていることが分かる。

入力文：彼は魚を釣りに行った。



原文	折り返し翻訳文	類似度
彼は釣りに行った。	彼は釣りに行った。	0.75
彼は行った。	彼は行った。	0.5
彼は魚を釣りに行った。	魚を釣るために、彼は行った。	0.40
魚を釣りに	魚を釣るには、	0.23
魚を釣りに行った。	魚を釣るために、私は行った。	0.19
釣りに行った。	私は釣りに行った。	0.19
彼は	彼?	0
魚を	釣りなさい。	0
釣りに	釣りにおいて。	0
行った。	私は行った。	0

図-3 類似度の計算例

書き換え前

書き換え後

私は最中を食べた。 (MT:I ate time.)	→私はモナカを食べた。 (MT:I ate bean-jam-filled wafers.)
大抵の人が帽子をかぶっていた。 (MT:The most person put on a hat.)	→ほとんどの人々が帽子をかぶっていた。 (MT:Most people put on a hat.)
彼は飛んでいる鳥を撃ち落とした。 (MT:He shot down the bird to be flying in.)	→彼は飛行中の鳥を撃ち落とした。 (MT:He shot down the bird of the flying.)
彼は魚を釣りに行った。 (MT:He went fising in the fish.)	→彼は釣りに行った。 (MT:He went fishing.)
彼は仕事に身を入れた。 (MT:He attended to the work.)	→彼は仕事に専念した。 (MT:He concentrated on the work.)

図-4 翻訳不適個所の修正例

01

機械翻訳を用いた
異文化コラボレーション

02

子供たちの
異文化間コミュニケーション

03

遠隔授業による
異文化コラボレーション

04

オフショア開発現場における
異文化間コミュニケーション摩擦

☆2



Research Issue : 言語グリッド

インターネット上の既存のサービスを容易に利用でき、ユーザ自らが新たな言語資源や言語処理機能を追加していける仕組みを、言語グリッド (Language Grid) と呼び、研究構想を固めている²⁾。言語グリッドには、以下の2つの目標がある (図-5 参照)。

水平型言語グリッドは、国の標準言語に関する言語資源や言語処理機能を Web サービス化し、ワークフローで接続するもので、たとえば、日英翻訳、英独翻訳があれば、それを接続すると日独翻訳となるといった具合である。国の標準言語と言っても、すべての国に電子辞書や機械翻訳が揃っているわけではない。また、品質の良い言語資源や言語処理機能は営利団体が所有していることも多く、無償で協力をしてもらうわけにもいかない。技術的には、水平型言語グリッドの構成要素となる原始コンポーネントの数は限られており、実装上の問題は少ない。今後の言語資源や言語処理機能の着実な開発を考えれば、水平型の言語グリッドを生み出すことは可能と思われる。

一方、垂直型言語グリッドは、異文化コラボレーション活動の現場で使われる、コミュニティ固有の言語資源や言語処理機能を Web サービス化し、ワークフローで接続していくものである。水平型と違い、原始コンポーネ

ントの規模は小さく、しかしその数は膨大である。コミュニティ固有の言語資源や言語処理機能を効率よく開発していくためには、言語サービスの機能仕様を整理したオントロジーが必要となる¹⁾。たとえば、異文化コラボレーション活動を行っている NPO が、自分たちがよく使う用語を収録した辞書を開発するとしよう。たちまち、辞書とは何かという問いにぶつかる。辞書サービスを一般に記述した、言語サービスオントロジーがあれば、それに基づいてコミュニティの辞書を開発することは、そう難しいことではないだろう。さらに、垂直型言語グリッドと水平型グリッドを組み合わせることによって、グローバル (global+local) な言語インフラを構築することができる。

言語グリッドの利用例をあげよう。医療現場の通訳支援では、医療用の対訳辞書が必要となる。機械翻訳はその品質ゆえに、医療現場での利用が難しいからである。一般的な医療問診用の対訳辞書が電子化されると、次に必要になるのは、特定の病院での案内などに用いられる対訳辞書である。たとえば、「レントゲン室は南棟の売店の奥にあります」などの対訳が必要となる。したがって、一般的な対訳辞書と、現場に固有な対訳辞書を組み合わせるようになる。さらに、対訳辞書を似たような文で検索できると便利である。類似文の検索機能を Web サービス化し、対訳辞書とワークフローで接続して、携帯端末から利用可能とすることによって、特定の病院での通訳ボランティア支援の言語サービスを作り出すことができる。

☆2 言語グリッドプロジェクトのロゴ。トンパ文字で「言語網格」と書かれている。

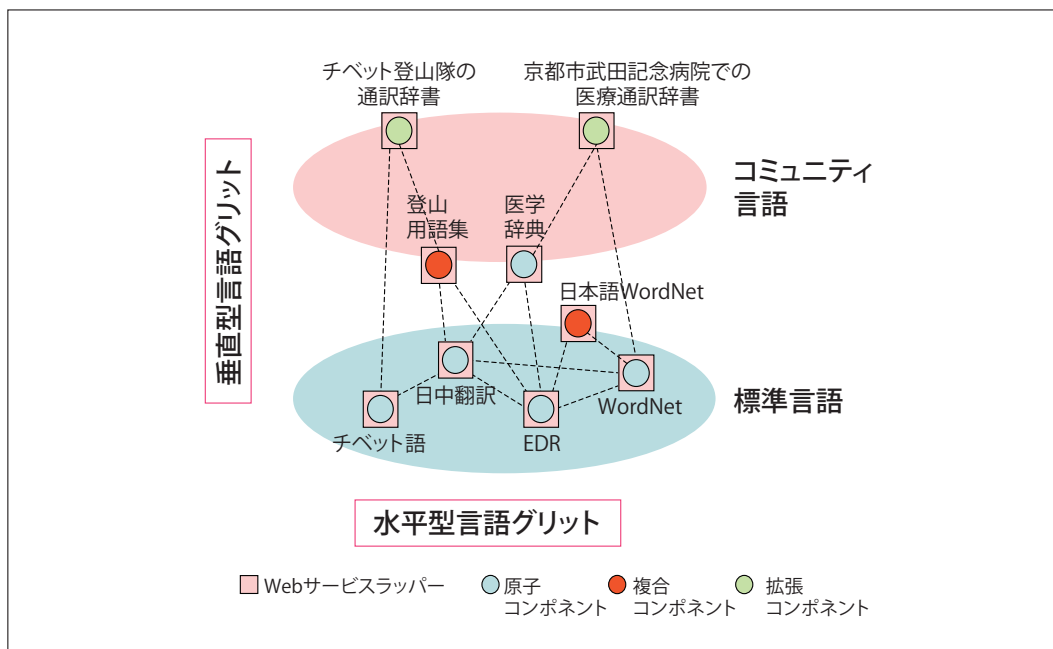


図-5 言語グリッド

異文化コラボレーション研究を どう進めるか

異文化コラボレーションの研究には、機械翻訳などの自然言語処理研究と、エージェント、セマンティック Web など人工知能研究、ヒューマンインタフェースやコラボレーション研究、さらに異文化間コミュニケーションの研究が連携していく必要がある。連携の鍵となるのは、異文化コラボレーションにおける会話データや統計データの蓄積だろう。実験やアンケートによるデータ収集が、これらの異なる研究分野を結びつけていくと思われる。実際に、我々が行った異文化コラボレーション実験のデータ解析から、翻訳エージェントや言語グリッドという、研究分野間の連携を必要とするテーマが生まれている。また、研究分野間で相互に何を求め合うのかを明確にしていく必要がある。たとえば、どの程度の機械翻訳性能が異文化コラボレーションに求められるかを議論しておく必要がある。英語教育の研究では、日本語話者のどのような発話誤りが聞き手の理解の妨げとなるかを評価する試みがなされている。異文化コラボレーションにおいても同様の調査を行えば、機械翻訳の要求性能が見えてくるかもしれない。

実験を軸とする研究活動は、研究者にとってはオーバーヘッドが大きく、雑務に追われ、果実が少ないように感じられるかもしれない。興味を感じるが、巻き込まれると博士号が取得できないと尻込みする学生の気持ちも理解できる。しかしながら、異文化コラボレーションのためのイノベーションは現場からしか生まれない。論文など、記述されたものを読むだけでは、何一つアイデアは浮かばないだろう。活動の中から問題を掴み取り、再構成し、新しいコンセプトを導いていく以外に

研究の方法が考えられるだろうか。一方で、研究者が社会活動までもカバーしようとするのは無謀かもしれない。活動主体となる企業やNPOと、研究主体となる大学や研究機関が、それぞれの専門性を深めながら連携していくのがよさそうだ。両者の間にユーザビリティラボを設け、ラボで研究成果をいったん引き取り、活動主体と共同でテストすることによって両者の距離を埋めていく、などの工夫が必要と思われる。

謝辞 異文化コラボレーション実験、翻訳エージェント、言語グリッドの研究は、国内外の多くの大学、NPO、NTTコミュニケーション科学基礎研究所、NICTの研究者や大学院生の協力があって続いています。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) Hayashi, Y. and Ishida, T. : A Dictionary Model for Unifying Machine Readable Dictionaries and Computational Concept Lexicons, *International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC-06)* (2006).
- 2) Ishida, T. : Language Grid : An Infrastructure for Intercultural Collaboration, *IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06)*, pp.96-100 (2006).
- 3) 藤井薫和, 重信智宏, 吉野 孝 : 機械翻訳を用いた異文化間コミュニケーションツール AnnoChat の適用と評価, *情報処理学会研究報告, GN-57-12*, pp.67-72 (2005).
- 4) 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 (May : 2003).
- 5) 小倉健太郎, 林 良彦, 野村早恵子, 石田 亨 : 機械翻訳を介したコミュニケーションにおける利用者の機械翻訳システム適応の言語依存性, *自然言語処理, Vol.12, No.3*, pp.183-202 (2005).
- 6) Uchimoto, K., Hayashida, N., Ishida, T. and Isahara, H. : Automatic Rating of Machine Translatability, *10th Machine Translation Summit (MT Summit X)*, pp.235-242 (2005).
- 7) Yamashita, N. and Ishida, T. : Automatic Prediction of Misconceptions in Multilingual Computer-Mediated Communication, *International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI-06)*, pp.62-69 (2006).

(平成 18 年 2 月 7 日受付)

