

# 多言語環境における専門知識伝達サービスの開発と評価

A development and evaluation of expert knowledge transmission services in multilingual environment

\*<sup>1</sup>鈴木 宏      \*<sup>1</sup>菱山 玲子  
Hiroshi Suzuki      Reiko Hishiyama

\*<sup>1</sup>早稲田大学創造理工学研究科経営システム工学専攻  
Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University

Due to globalization, there is an increase in not only the use of machine translation service but also in the risk of failure to transfer. To overcome this risk, this research focused on transmission effect of teaching a technical knowledge to learners by using machine translation service and conducted twelve experiments simulating classes and tasks. The participants were consisted of one teacher (Japanese) and three learners (Chinese or Japanese) and there were three patterns of the experiment where groups consisted of all Chinese, all Japanese, and a set of two Chinese and one Japanese. As a result, it was proved that Chinese learners understand basic information and if there is one Japanese learner, Chinese learners can improve their level of understanding by sharing knowledge with a Japanese participant. From various experiments' data, this paper proposed a method of effective transfer when using machine translation to handle technical knowledge.

## 1. はじめに

各国固有の専門知識、ノウハウや文化の情報を他国の人々に伝達する、ないし、各国の人々が協同して専門知識の補完的共有を行う機会が増大している。こうした状況に伴い、機械翻訳サービスの利用場面が増える一方、機械翻訳の精度などによる知識伝達の失敗リスクも増大している。

そこで本研究では、機械翻訳サービスとして言語グリッド [1] を用いた母語の異なる学習者への専門知識伝達の効果に注目し、学習者の理解度評価方法を考案すると共に、専門知識の伝達を行う際、どのような伝達方法が効果的かを明らかにする。評価に向けて、多言語チャットと専門用語コーパスを併用したシステムにより専門知識の教示実験を行い、実験より得られたデータ、並びに評価結果を分析する。

## 2. 関連研究

### 2.1 機械翻訳を用いた情報伝達を扱う研究

Kita ら [2] は機械翻訳サービスを用いた国際的な知識伝達の事例として、YMC-Viet project というベトナムでの農業支援をテーマにしたもの [3] に注目し、日本の農業専門家によるベトナム人への農業知識の伝達において、機械翻訳や人による翻訳作業、原文の書き換えなど、多言語コミュニケーションにおける情報伝達の様々な手法を組み合わせ実践することによる効果の評価・分析を行っている。

一方、山下ら [4] は翻訳機を介した異言語間の会話や、翻訳機が協調作業に及ぼす影響に注目し、その中でも相互理解に重要な参照表現に焦点を当て分析している。参照表現とは、会話の参加者が相互理解のために同じメッセージを用いることで参照内容の同定を表すもののことである。文献 [4] ではこの行動を、母語の異なる被験者同士による図形のマッチングという、同じ図形群を異なる番号順で並べたものの順序を合わせていくタスクに表現し、機械翻訳サービスを用いた多言語チャットを介する中で生じる対話スタイルを調査している。

### 2.2 本研究の位置づけ

山下ら [4] の研究は、様々な伝達要素の中の参照表現に注目したもので、本研究では専門知識伝達に関わる様々な情報伝達行動の出現を想定している。さらに被験者には、図形のマッチングのタスクにおいて予め図形の形や並びといった一定の情報が与えられている。また Kita ら [2] の研究においても、分析対象となるユーザの情報環境として、専門家は農業に対する専門知識を所持し、ベトナム人は現地の気候状態をはじめとした情報を有することで、専門家による知識伝達と同時にベトナム人からの情報の共有も行っている。

以上より、本研究の専門知識伝達では、扱う知識内容に関して学ぶ立場の側に事前に与えられる情報がなく、情報環境の非対称性を想定している点で文献 [2] や文献 [4] の研究と異なる。

## 3. 提案

### 3.1 概要

本研究では、機械翻訳を用いた知識伝達の効果の評価方法として、専門知識伝達サービス上での授業を通し専門知識を学習者に教え、内容に関する課題に答えてもらいそれを理解度の評価対象として評価・分析するという手法を提案する。実験の被験者は、専門知識を教える教示者か、それを学ぶ学習者に割り当てられる。この際、各実験の教示者は日本人 1 名とし、学習者は日本人か中国人から成る 3 名の集団とする。

### 3.2 実験システム

本研究で実装した専門知識伝達サービスは、言語グリッドに接続することで機械翻訳サービスを用いた多言語化したチャットシステムに、専門用語コーパスやメモ記録機能といった、知識伝達と学習を行うために効果的だと考えられる機能を追加したオンラインのアプリケーションであり、実装には、PHP、MySQL、HTML を用いた。言語グリッドの接続には多言語工房 [5] を利用し、本研究で利用する機械翻訳サービスは、言語グリッド基盤上で提供されている高電社の J-Server (機械翻訳 Web サービス) を利用した。この機械翻訳サービスでは、日中 (簡体字・繁体字) と日韓、日英の翻訳を可能にしている。また、本システムの多言語チャット部には、母国語の異なる相

連絡先: 鈴木宏, 早稲田大学創造理工学研究科経営システム工学専攻, 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 15 階 02 号室, 090-1983-2610, hiroshisuzuki@fuji.waseda.jp

手に意図する内容が機械翻訳を通し伝わるか確認するための機能として折り返し翻訳サービスも利用している。

システムの構成とインタフェースをそれぞれ、図1及び図2に示す。システムのインタフェースは4つのパートに分かれており、画面左が専門用語コーパス部、中央が多言語チャット部、画面右上が教示者専用でビデオにより専門知識を学ぶ部分、右下が各自でメモを記録し表示させる部分である。実験で扱う専門知識は「日本酒の造り方」とし、専門用語コーパスはそれに対応させたものである。予め意味の検索が予想される専門用語20個を抽出し、日本語と中国語に対応した辞書を作成した。

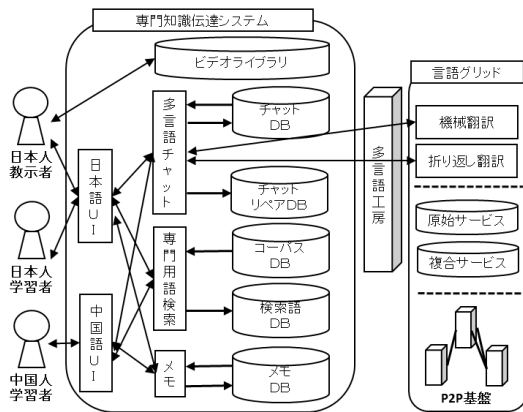


図 1: 実装システムの構成図

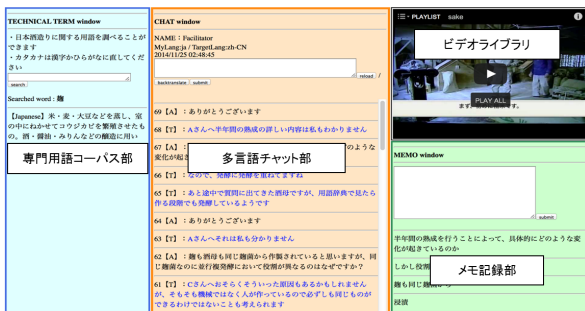


図 2: 実装システムのインタフェース

### 3.3 実験内容

教示者1名と学習者3名の計4名を用い以下の手順で行う。

1. まず教示者を先に呼び、「日本酒の造り方」のビデオをビデオライブラリから再生することで学習者に教える知識を学んでもらう。
2. 教示者の準備後、学習者3名を参加させシステムを用い教示者による授業を行う。授業は40分間とし、この間学習者は教示者への質問や専門用語コーパスの使用が可能である。
3. 授業後、学習者に授業で学んだ「日本酒の造り方」に関し、基礎的な知識の理解度調査として工程の並び替え問題に答えてもらう。並び替え問題とは、日本酒造りの一つ一つの工程の名称と写真をプリントしたカード(図3)を、順番が正しくなるよう並び替えをさせるというものである。
4. その後、学習者のみでグループワークに取り組んでもらう。ワークの課題は「日本酒の造り方を、それを知らない第三者になるべく詳細に教える」としたときの説明文を

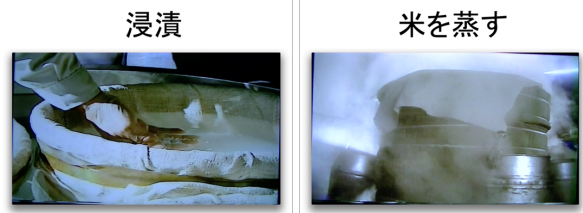


図 3: 並び替え問題で使用するカード例

グループで一つ作成せよ。」というものである。このアウトプットとなる説明文も理解度評価、また教示による伝達効果の評価対象とする。このグループワークは情報共有の場にもなっている。

5. グループワーク後、再び並び替え問題に回答してもらい。そして、最後に内容に関する質問とアンケートに答えてもらい実験は終了となる。

以上の手順で、3名の学習者を中国人のみで行う実験と日本人のみで行う実験、また中国人2名に日本人1名を混在させた3パターンの実験を各4回ずつ行った。各実験パターンで提案する理解度評価方法による結果を比較、また、それに応じ各実験の会話履歴を用い教示者の教示方法を分析することで、機械翻訳を用いる際の効果的な伝達方法の提案を行う。

## 4. 実験結果と考察

### 4.1 基礎的な理解度

学習者の基礎的な知識の理解度調査に用いた工程並び替え問題の実験パターンごとの平均正答率(%)を図4に示す。1回目は教示者による授業後、2回目は情報共有となるグループワーク後に各学習者それぞれに解答してもらったものである。

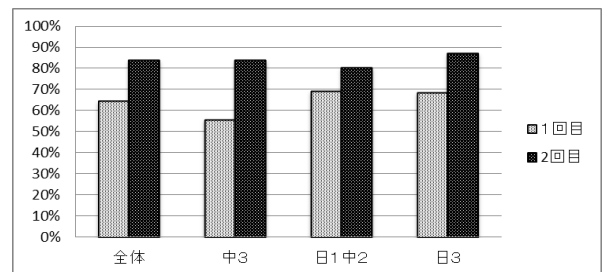


図 4: 並び替え問題正答率 (パターン別)

図4より、情報共有となるグループワーク前の正答率についてはパターンごとにばらつきがみられたが、グループワーク後はいずれの場合も80%以上の正答率を示した。

また、全学習者を日本人と中国人の国別に分けた時の正答率(%)を以下の図5に示す。

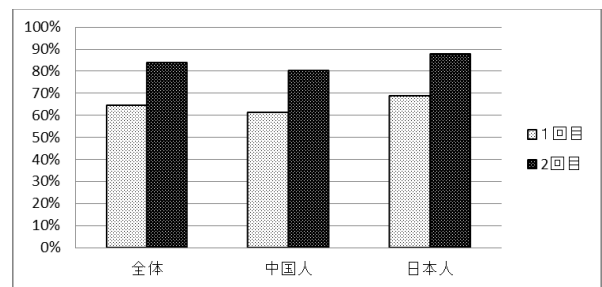


図 5: 並び替え問題正答率 (国別)

図5より、日本人と中国人で正答率に多少のばらつきが見られるが、中国人でも1回目は60%正解できており、グループワークによる情報共有を促すことで最終的に80%まで正答率を伸ばすことができている。以上のことより、基礎的な知識に関しては中国人のみの場合でも授業で内容を集団的に享受できており、彼らで情報共有を行うことで80%程度まで正答率を上げることができるといえる。

ここで、さらに中国人について、グループワークが同言語環境である中国人3名のパターンと多言語環境である中国人2名に日本人1名を加えたパターンでの正答率を比較するため、以下に図6として示す。

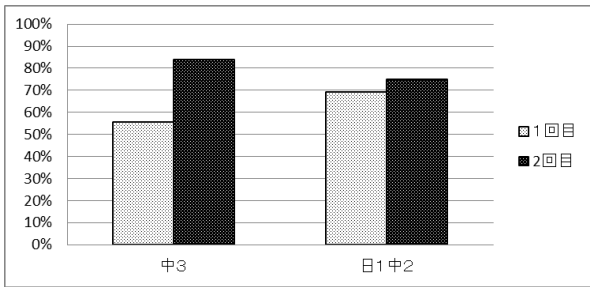


図6: 中国人の並び替え問題正答率(実験パターン別)

図6より、同言語環境である中国人3名で情報共有を行う方がグループワークによる正答率の向上が高い傾向にあり、両者の向上の割合に差が確認できた ( $p < 0.05$ )。このようになった理由として、日本人が入らないことにより多言語環境にならず翻訳精度に関する配慮を行う必要がないため、その分情報共有を円滑に行えたことが考えられる。

#### 4.2 教示全体に対する理解度

次に、教示全体に対する学習度、つまり教示者が教えた知識範囲に対し、学習者がグループでどれほど学習できているか数値化したものをパターン別の図7で示す。ここで学習度とは、グループワークから得た学習者による説明文を独自の採点基準(酒造りの工程を言っていると1語につき3点(寡少の誤りは2点)、工程毎に詳細な説明をするキーワードがあれば1語につき2点(寡少の誤りは1点))に基づいて採点したものと、教示者の授業時の会話履歴を同基準で採点したものの商で定義される。

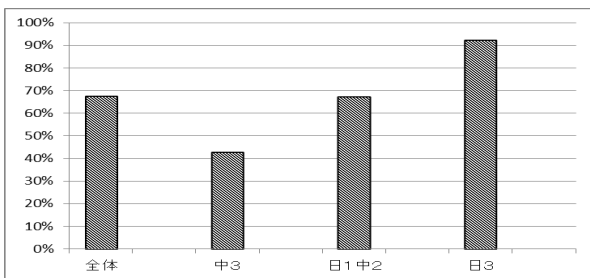


図7: 教示に対する学習度(パターン別)

図7より、中国人3名よりも日本人1名と中国人2名のグループの方が学習度の値が高く ( $p < 0.05$ )、そのグループよりも日本人3名の方がさらに高くなるという結果になった ( $p < 0.05$ )。従って、教示者と母国語の異なる中国人を3名そろえた実験では、母国語が同じ日本人3名の場合と比べると知識内容全体を対象とした学習度に大きな差が存在していることがわかる。

しかし、ここで中国人3名のパターンよりも日本人1名と中国人2名のパターンの方が学習度が高いことに注目すると、教示者と母国語が異なる学習者の集団に母国語が同じ学習者を1名でも加えることで、グループとして学習できる知識範囲を向上させることができることが知見として得られた。

多言語環境になることにより、現在の翻訳精度から生じる誤訳による悪影響を受けることが機械翻訳サービスを用いたコミュニケーションでは考えられるが、その影響よりも教示者と同じ母国語で知識を得た学習者からの知識共有の効果の方が結果として大きいことを評価結果は示しているといえる。

#### 4.3 効果的な伝達方法

機械翻訳サービスを用いた専門知識伝達を行う際の、効果的な伝達方法について考察する。ここで教示全体に対する理解度として、学習度の実験別の結果を以下の図8に示す。

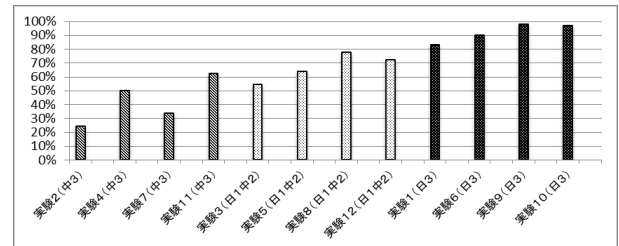


図8: 教示に対する学習度(実験別)

実験別の図8より、中国人に効果的に教えている実験として実験11, 8, 12の教示者による教示履歴をしてみる。次の図9は、各実験の教示履歴を抜粋したものである。

	実験11の教示スレッド	実験8の教示スレッド	実験12の教示スレッド
教示者	「米を洗う」→「浸漬」→「米を蒸す」	2米を洗う	工程2 米を洗う
''	「麴作り」→「酒母作り」→「仕込み」→「搾り・ろ過」→	精米が済んだお米を水で洗います。	工程3 浸漬 米を水に浸して吸水させます
''	「火入れ(1回目)」→「熟成」→「観合・加水」→「火入れ(2回目)」→日本酒の完成です	3 浸漬	工程4 米を蒸す「こしき」という機械で1時間ほど蒸します。
''	「浸漬」=米に吸水させること	洗ったお米を水に浸し、吸水させます。	蒸しあがった米は、このあといくつかの工程に分けて使用されます。
''	「米を蒸す」=1時間米を蒸します	4米を蒸す	工程5 麴作り 蒸しあがった米を冷ましてから温度が一定の麴室に入れます。

図9: 効果の高い教事例

図9より、大まかな教示の順序・流れとしては2種類あり、実験11では初めに日本酒造りの流れを簡単に紹介し、その後各工程を詳細に説明しているのに対し、実験8, 12では初めの工程から順に詳しく説明している。3つの実験データに共通していることとしては、どの発話もシンプルな文章であり、説明が長くなる際は投稿を複数回に分けていた。また、製造工程の順序や順接を表すため、「次に」「や」「そして」といった接続語を使用するのではなく、実験8と実験12では英数字を工程の名称に付けて順序をわかりやすくする行動が見られた他、実験11では「→」で順序関係のある工程同士を繋いで順序を表現する行動が見られ、その他の表現でも「～は」「～とは」といった表現のために実験11で「=」を用いる行動が見られた。これに対し、学習度の値が低い実験として実験2と実験7の授業時のチャットログを見てみると、どちらも上記の表現をするために接続詞や助詞を用いており、英数字や記号は一部で使用以外にほぼ用いていなかった。

また、実験8と実験12は学習者のグループを中国人2名と日本人1名とした実験であり、4.2節で述べたように、教示者と母国語が異なる中国人2名に同じ母国語である日本人を加

えると、日本人が中国人に足りない情報を共有することで中国人のみの場合よりも学習度の値（グループでの学習範囲）が大きくなるという知見が得られている。そこで、同パターンで行われた各実験のグループワークのチャットログを比較してみると、実験8と実験12のいずれにおいても日本人と中国人が双方で英数字を用いながら工程に番号を付け会話を進めていた。日本人にとっては中国人に知識が不足していると思える工程の追加説明を行う際に、中国人にとってはあまり学び取れなかった工程について日本人に質問する際に英数字を用いることで、互いが相手とどの工程について会話をしているのかを知ることができると考えられ、それが学習範囲のさらなる向上に有効だったと考えられる。

このような動きは実験5のグループワークでも見られ、このパターンの中で最も学習度の低い実験3のグループワークでは、3番目の工程の議論まで数字を用いていたが、その後は用いられなくなり、中盤の工程で一度だけ用いられただけであった。

#### 4.4 伝達法レシピ

今回は学習度の高い実験から数字や記号を扱う例が多く見られた。数字や記号が効果的であった理由として、文字自体は翻訳の影響をほぼ受けないことや、国際的にそれらの持つ意味がある程度共有されていることなどが考えられる。本研究では日本酒の製造工程という、しっかりと決まった作業や工程の順序が存在する知識情報を伝達する専門知識として扱っている。このような知識情報を扱う際に、数字や記号を用いて説明する方法は効果的であると考えられる。

以上のような行動は、人間の側からの機械翻訳への適応を表す行動だと言える。ここで、これまで述べた効果的だと考えられる教示方法をまとめ、機械翻訳を用いる際の効果的な伝達方法としてレシピを考案し、以下に4.3節で述べた2種類の教示順序で示す。

流れを紹介後、詳細説明する場合	初めから1工程ずつ順に説明する場合
①「工程名」と「=」を用い流れを紹介。投稿は長ければ何回かに分けても良い。 (例) 「精米」→「洗米」→「浸漬」→「蒸米」→…	①「英数字」を用い工程に番号を付け、「=」を用い工程ずつ順に説明。 (例) 2洗米=米を洗い、削った殻を除去する。
②「=」を用い紹介した工程を1つずつ説明。 (例) 洗米=米を洗い、削った殻を除去する。	③浸漬=米を水に浸し、吸水させる。 ④蒸米=米を「こしき」と呼ばれる蒸釜に入れ、一時間ほど蒸す。
※なるべくシンプルな文章になるよう心掛け、投稿は1回あたり1文とする ※従って、説明が長くなる際は必要に応じて投稿を複数回行う	

図 10: 効果的な伝達法レシピ

以上のレシピを実行する前段階として、事前に伝達する情報量が分かっている場合はそれを伝達することを提案する。また、表の注意書きにもあるように、文章を短く分割する方が翻訳精度の影響を受け難いと考えられる。従って、「=」の後ろで投稿を区切ることや、単語を適宜「」で囲んで表示させるなど、翻訳リペアが行える際はその結果に応じて対応することがより精度の高い翻訳結果を得るために好ましいと考えられる。

### 5. まとめと今後の課題

#### 5.1 まとめ

本研究では、機械翻訳サービスを用い専門知識の伝達を行う際の学習者の理解度評価方法を提案した。具体的な評価方法として、専門知識伝達サービスをデザインし、システム上で母国語が同じ場合とそうでない学習者に専門知識を教え、内容に

関する課題に答えてもらいそれを理解度の評価対象とすることで、最終的に結果を会話のデータと共に実験毎の比較・分析を行った。

その結果、基礎的な知識を問う課題に対する評価結果を分析したところ、教示者と母国語の異なる中国人のみの集団において、正答率を8割まで伸ばす情報共有を行えるほどの知識を授業で集団的に享受できていることがわかった。さらに、中国人に関して情報共有の効果を経験的な知識に限定してみた結果、教示者と母国語が同じ日本人を加えた場合よりも、中国人のみで情報共有を行う場合の方が正答率の向上が高いことがわかった。

また、教示者が教える知識範囲全体に対するグループ毎の理解度を評価・分析した結果、教示者と同言語の学習者を一人でも加えることで、機械翻訳による悪影響がある中でもグループとして全体的な学習範囲を向上させられるという知見が得られた。そして、これらの評価結果を会話履歴と共に分析することで、機械翻訳を用いる際の効果的な伝達方法をレシピとして考案するに至った。

#### 5.2 今後の課題

今回は日本語と中国語による多言語環境で実験を行ったのみであり、扱う言語によって翻訳精度が異なることから、今回得られた専門知識の伝達に関する知見が他の言語を扱った場合にも得られるか検証することが課題として挙げられる。

また機械翻訳サービスとして、今回は高電社の J-Server を使用しており、本研究で考案した伝達法レシピはそのサービスを用いた翻訳結果を元に考案している。従って、今後は他の機械翻訳サービスでレシピを実践する教示実験を行う、または J-Server で引き続き実践することによってレシピの効果を検証すると共に、その中で新たな知見が得られることでより機械翻訳に対し有効なレシピへと改善をしていくことがもう一つの課題として考えられる。

### 6. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 (S)(24220002, 2012-2016) の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 独立行政法人情報通信研究機構: 言語グリッドプロジェクトポータルサイト, 入手先 <<http://langrid.org/jp/>> (参照 2015-03-10).
- [2] Kita, K., Takasaki, T., Lin, D., Nakajima, Y. and Ishida, T.: Case Study on Analyzing Multi-Language Knowledge Communication, *2012 International Conference on Culture and Computing (Culture and Computing 2012)*, October, 2012.
- [3] NPO Pangaea : YMC Viet, 入手先 <[http://www.pangaeaan.org/project/y-m-cprj/?page\\_id=37](http://www.pangaeaan.org/project/y-m-cprj/?page_id=37)> (参照日 2015-03-10).
- [4] 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, *情報処理学会論文誌*, Vol.48, No.2, pp.939-948 (2007).
- [5] 多言語工房-Language Grid: 入手先 <<http://langrid.org/developer/jp/index.html>> (参照日 2015-03-10).