

# 卒業論文

## 日本語非母国語話者のための コードミキシングを用いたコミュニケーション支援

指導教官 村上 陽平 准教授

立命館大学 情報理工学部  
先端社会デザインコース 4回生  
26001903810

山田慎之介

2022年度（秋学期）卒業研究3（CH）  
令和5年1月31日

# 日本語非母国語話者のための コードミキシングを用いたコミュニケーション支援

山田 慎之介

## 内容梗概

現在の日本では少子高齢化に伴った人口減少が問題となっており、若い労働力が不足している。この問題を解決するために政府は外国人労働者を日本に招くことで解決しようとしている。特に改正出入国管理法が定められたことで外国人労働者の受け入れが拡大された。一方で、現場では外国人労働者の日本語能力が十分ではなく、日本人の雇用主や労働者とのコミュニケーションの問題が生じている。このような問題に対して、外国人労働者に日本語教育を行ったり、機械翻訳を用いて指示などを翻訳して伝えたりして、意思の疎通を図っている。しかしながら、受け入れを初めて行う零細企業や個人事業主によっては、日本語教育に力を入れることができず、また、機械翻訳では、相手に表示されている翻訳結果が理解できず、正確に指示が伝わっているのか判断がつきにくいという問題点がある。

そこで本研究では、他言語を習得中の幼児によくみられる、複数の言語を一つの文章に混ぜるコードミキシングを用いて、日本人と日本語非母国語話者とのコミュニケーション支援と学習支援を同時に行う。

具体的には、チャット上で送られた日本語のテキストを日本語非母国語話者の日本語能力レベルに応じて、難易度の高い単語を英語や中国語などの母語に置き換えて、メッセージを表示する。本手法の実現にあたり、取り組むべき課題は以下の2点である。

## 翻訳範囲の同定

コードミキシングでは、複数の言語を一つの文章に混ぜるため、日本語非母国語話者がメッセージを理解できる範囲で日本語の学習効果を高められるように母語に翻訳すべき単語を同定する必要がある。

## コードミキシングの有効性の検証

コードミキシングは、受け手にコードの切り替えの負担を課し、かつ単語の翻訳が文脈に合わない可能性があるため、ある一定以上の能力の受け手には逆に読解負担が増える可能性がある。どの程度の日本語能力の受け手に有効なのかを明らかにする必要がある。

前者の課題については、日本語能力試験のレベル (N1, N2, N3, N4, N5) に応じ

て難易度分けされた単語リストを用いて、2種類の同定方法で翻訳すべき単語を決定した。1つは「対象ユーザの日本語能力レベルよりも難易度の高い単語を翻訳する」方法でもう1つは「対象ユーザの日本語能力レベルよりも難易度の低い単語以外をすべて翻訳する」である。前者は、単語リストの範囲しか翻訳されないのに対し、後者は単語リストに収められない単語も翻訳される可能性がある。N5が最も低くN1が最も高いレベルとなっているので、レベルごとに覚える必要がある単語リストを参考に翻訳する単語を決定した。また翻訳範囲の同定には2種類の種類を用いた。1つ目は「対象のレベルよりも高い単語を翻訳する」である。2つ目は「対象のレベルより低い単語以外をすべて翻訳する」である。

後者の課題に対しては、提案したコードミキシングを組み込んだ翻訳サービスを実装し、チャットツールに組み込んで、提案システムの有効性の検証実験を行った。実験では、メッセージ送信者のメッセージ内容が正しく伝達されたかどうかを検証するために、禁止ワード以外の言葉で対象の言葉を説明するタブーゲームを用いて、日本語能力レベル別に7人の中国人被験者に対して評価を行った。本研究の貢献は以下の通りである。

### 翻訳範囲の同定

特定の単語（タブー）以外で記述された概念を推定するタブーゲームを用いて、2種類の同定手法の検証実験を行ったところ、N1において辞書ベースの置換手法が機械翻訳ベースの置換手法よりも平均正答率が16%上がっており同定手法として辞書ベースの置換手法が適切であることを明らかにした。

### コードミキシングの有効性の検証

日本語能力レベル別に7人の中国人被験者に対して検証実験を行ったところ、レベルN1の被験者において、提案手法と日本語のみの場合との間に、タブーゲームの正答率の平均に有意な差（有意水準5%）があることが確認された。レベルN2の被験者では正答率に大きな差が生じなかった。このことから、提案手法はレベルN1の日本語非母語話者に有効であることを明らかにした。

# **Communication Support Using Code-mixing for Japanese Non-native Speakers**

Shinnosuke Yamada

## **Abstract**

Japan is currently facing a declining population due to a falling birthrate and an aging population, so can't have enough labor. The government is trying to solve this problem by inviting foreign workers to Japan. On the other hand, the Japanese skills of foreign workers are not sufficient, and there are problems in communication with Japanese employers and workers. Now to solve this problems, usually machine translation is used to translate communicate with them. However, some small companies and sole proprietors who accept foreign workers for the first time are not able to put much effort into Japanese language education, and machine translation is difficult to judge the accuracy, because the workers cannot understand the translation results displayed to them.

Therefore, in this study, we use code mixing, which is common among young children who are learning another language, to support communication and learning between Japanese and non-native speakers of Japanese at the same time. Specifically, the system displays Japanese text sent over chat, replacing difficult words with English, Chinese, or other native languages according to the Japanese ability level of the non-native Japanese speaker. The following two issues need to be addressed in order to realize this method.

### **Identification of translation range**

Because code mixing mixes multiple languages into a single sentence, it is necessary to identify words that should be translated into the native language to enhance the learning effect of Japanese to the extent that non-native Japanese speakers can understand the message.

### **Validation of code mixing**

Code mixing imposes the burden of code switching on the receiver and may increase the reading burden for receivers above a certain level of ability, since the translation of words may not match the context. It is necessary to clarify what level of Japanese language ability is required for this method to be effective.

For the former task, we used a list of words classified according to their difficulty level in the JLPT to determine which words to translate using two identification methods: one method was to translate words that were more difficult than the target user's level of Japanese proficiency, and the other method was to translate all words that were less difficult than the target user's level. The first is to translate all words except those that are less difficult than the target user's Japanese ability level. The former translates only the range of the word list, while the latter may translate words that are not in the word list.

For the latter task, we implemented a translation service incorporating the proposed code mixing, and conducted an experiment to verify the effectiveness of the proposed system by integrating it into a chat tool. In the experiment, to verify whether the content of the message sender's message was correctly conveyed, we used a taboo game in which the target word was explained using words other than prohibited words, and evaluated X Chinese subjects according to their Japanese language ability levels. The contributions of this study are as follows.

### **Identification of translation range**

The results of the validation experiment using two identification methods showed that the dictionary-based replacement method outperformed the machine translation-based replacement method by 16% in N1, indicating that the dictionary-based replacement method is appropriate as an identification method.

### **Validation of code-mixing**

A validation experiment was conducted on seven Chinese subjects at different levels of Japanese language proficiency. The t-test showed that there was a significant difference in the percentage of correct answers for level N1 subjects compared to Japanese-only subjects, with a P value of 0.03. No significant difference in the percentage of correct responses was observed for level N2 subjects. This indicates that the proposed method is effective for level N1 non-native speakers of Japanese.

# 日本語非母国語話者のための コードミキシングを用いたコミュニケーション支援

## 目次

<b>第1章 はじめに</b>	<b>1</b>
<b>第2章 コードミキシング</b>	<b>3</b>
<b>第3章 コードミキシング処理</b>	<b>5</b>
3.1 処理概要	5
3.2 ミキシング戦略	6
3.2.1 辞書ベースの置換	6
3.2.2 機械翻訳ベースの置換	10
<b>第4章 比較実験</b>	<b>11</b>
4.1 参加者	11
4.1.1 日本語能力別のレベル	11
4.2 タブーゲーム	11
4.3 単語テスト	11
4.4 実験計画	12
<b>第5章 実験結果</b>	<b>14</b>
5.1 メッセージの理解度	14
5.1.1 日本語能力別の比較	14
5.1.2 ミキシング戦略別の比較	15
5.2 学習効果	15
5.2.1 日本語能力別の比較	15
5.2.2 ミキシング戦略別の比較	18
<b>第6章 考察</b>	<b>21</b>
6.1 コードミキシングの有用性	21
6.1.1 日本語能力別のコードミキシングの有用性	21
6.1.2 日中のコードミキシングにおける漢字の影響	21
6.2 コードミキシングの手法	22
6.3 翻訳範囲の同定	22

<b>第7章 おわりに</b>	<b>23</b>
<b>謝辞</b>	<b>24</b>
<b>参考文献</b>	<b>25</b>
A.1 付録：ソースコード.....	26

## 第1章 はじめに

現在,日本では少子高齢化によって,労働人口の減少が進んでいる.そんな中,日本政府は新たな労働力として外国人労働者に目をつけ,積極的に誘致を行った.2019年4月には出入国管理及び難民認定法いわゆる入管法の改正法が施行された.その結果今までは単純業務に従事が可能であった在留資格は「技能実習」のみだったが特定技能1号と特定技能2号という2つの在留資格が増え,今までは実習期間を満了すると母国に帰らなければいけなかったが,三年の経験があれば特定技能1号に移行することができ,さらに最長5年の滞在が可能になる,そののちに技能試験に合格すれば家族の帯同が許可され,在留期限の更新が可能になる.現時点では特定技能2号に属する業種はなく,今後数年間の間受け入れない方針が定められているが,これから外国人労働者が増えるのは間違いない.

外国人労働者が日本に技能実習生として来日し,働いていく中で,問題の一つになるのが言語の壁である.受け入れの際に一定の日本語教育を受けるとはいえ,それだけで日本においてコミュニケーションにおいて問題がないとは言えない.また,機械翻訳を用いたコミュニケーションにおいては翻訳した文がしっかりと翻訳できているか,確認できない.これによってコミュニケーションの齟齬が起りうる.また技能実習生として働く傍ら,日本語の習得に時間を割くのはかなりの労力を伴う.このような社会背景から外国人労働者のコミュニケーションの支援と学習の支援を行う必要がある.

そこで本研究では複数の言語を習得中に見られる現象のコードミキシングに着目し,非母国語話者に送られるメッセージの1部を対象の母国語に置き換えることで,コミュニケーションの支援を目的として取り組んだ.

本研究で取り組むべき課題は以下の2点である.

### 翻訳範囲の同定

コードミキシングでは非母国語話者にとって理解できる範囲で母国語と非母国語を混ぜる必要がある.また,どのレベルの言語能力の人に対してどれくらいの範囲を翻訳することがコミュニケーションの支援に有効なのかというのを明らかにする必要がある.

### コードミキシングの有用性の検証

コードミキシングを用いることで日本語のみの文よりも理解しやすいとい

う事を検証する必要がある. また非母国語話者の日本語能力によっても有用性が変化するかどうかというのも検証したい.

以下本論文では, まず初めにコードミキシングとは何かを関連研究とともに説明し, コードミキシングの実現方法, またコードミキシングの戦略について説明したのち, 検証実験の説明とその結果最後に考察を行う.

## 第2章 コードミキシング

多言語間のコミュニケーションにおけるコードミキシングに関する既存の研究を示す。まず Thomason (2001) は同時に 2 言語以上の言葉が使用されている環境のことを **Language contact** と名付けている。"Language contact" の環境下では、バイリンガル話者などの複数の言語を扱う話者は、二言語以上の言語を一つの文章に混ぜ使用することがある[1]。こういった現象を「コードスイッチング」または「コードミキシング」と呼ばれている。

Holmes (2008) は、話者が明確な動機を持ちながら、文脈や対話をする相手との関係性を含めた仕様理由で使う場合をコードスイッチングと呼び、コードミキシングはそういった動機付けもなく乱雑に混ぜて話をすることであると定義した[3]。一方、Bokamba (1989) は、語彙の組み合わせ方からコードミキシングを説明し、接頭辞、接尾辞などの五位の構成に関連するものをコードミキシングとしている[2]。

「コードスイッチング」の定義を Gardner-Chloros(2009)は、バイリンガルまたはマルチリンガルが、いくつかの言語や方言を同じ文章や会話の中で混ぜて使用することと説明している[5]。「コードスイッチング」または「コードミキシング」の原則は一つの会話の中でいくつかの言語が交互に使われることであり、Myers-Scotton (1993) は"alternations of linguistic varieties within the same conversation" (同じ会話の中で様々な言語を交互に使う) と記述し[4]、Valdes-Fallis (1977) は"the use of two languages simultaneously or interchangeably" (二言語を同時に交差させ交換して使う) と記述している[5]。

また、これまでの「コードスイッチング」や「コードミキシング」の研究ではとくにバイリンガルチルドレンを取り上げたものが多く、バイリンガルチルドレンのコードミキシングの使用要因はそれぞれの言語における語彙不足を補うためであるとされてきた。

しかし本研究との違いは発話者が自らの語彙不足を補うためにコードミキシングを用いて発話をしているわけで、決して相手にわかりやすく伝えるためにコードミキシングを行ったわけではないという事である。また藤村 (2013) の研究において、コードミキシングは親しい間柄で自分が伝えたいことを強調したりする際にコードミキシングを行っていた。このことから相手が複数の言語を扱っても理解できるという事が前提条件で用いられている[6]。

これらのことから複数の言語を扱うものにとってコミュニケーションをとるにあたり、用いられてきたものであるが、初めて会った人や、相手がどういった言語をどのレベルまで扱えるかといったことが不明瞭であると、コードミキシングはかえってコミュニケーションの齟齬を生む可能性があるといえる。これをチャット上などでレベルの設定を機械上で行うことで、複数の言語を習得中の幼児が語彙の不足を補うためにコードミキシングを行うように、機械上で非母国語話者の語彙不足をうまく補いながら、コミュニケーションの支援を行えるのではないかと考えた。

図 1 に示したのは現在の問題点である、日本語母国語話者と日本語非母国語話者との機械翻訳を用いたコミュニケーションにおいて、メッセージが機械翻訳をかけると相手の母国語に置き換わるためしっかりと伝わっているかがわからないという問題である。

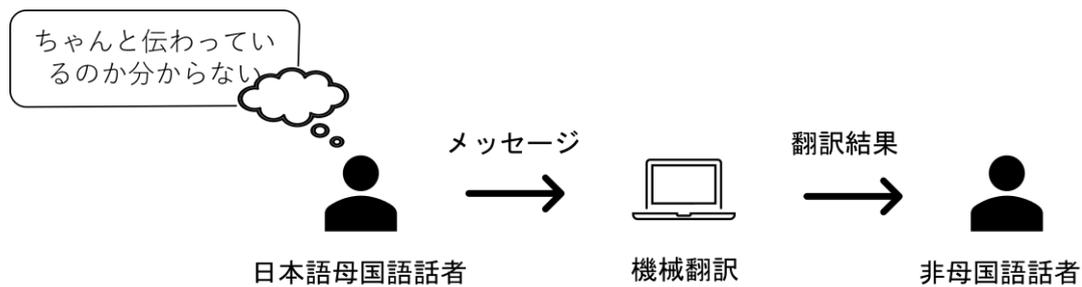


図 1 母国語話者と非母国語話者のコミュニケーションにおける問題

図 2 のようにコードミキシングを用いることによって、コードミキシングされた部分は日本語になるため機械翻訳をかけたときよりも、日本語がメッセージの文の中に残ることで日本語母国語話者にとって、理解しやすい翻訳になっている。

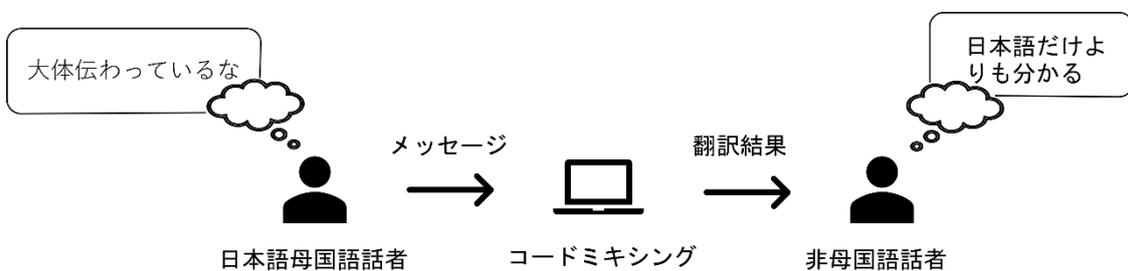


図 2 コードミキシングを用いた母語話者と非母語話者のコミュニケーション

## 第3章 コードミキシング処理

本章ではコードミキシングの実装方法とその処理，また，どの語をどのように置き換えるのかを決定するコードミキシング戦略について説明する．

### 3.1 処理概要

まず，メッセージの送り手である日本語母国語話者のメッセージに対して MeCab を用いて形態素解析を行う．形態素解析を行い単語の原型を得ることによって，形態素解析がなされた単語を前からボキャブラリデータとさせることができるようになる．その後形態素解析を行い得た原型とボキャブラリデータを参照し，対象のレベルに応じて翻訳するかどうか判断する．ボキャブラリデータはもともと日英に対応したものをテキストデータとして取得したのち，日本語を中国語に翻訳しそれを英語の部分と置き換えることによって，日中のボキャブラリデータを用意した．これは，非母国語話者にとって理解できない単語を母国語に置き換えることによって，機械翻訳と比較した際にメッセージの送信者の伝わっているかどうかをなるべくわかりやすくするためのものである．また日英のボキャブラリデータを日中のボキャブラリデータにする際に用いた機械翻訳は Google 翻訳である．またコードミキシングの手法 1 と手法 2 で用いられるボキャブラリデータは範囲が異なっている（表 1）．次にこの 2 つのコードミキシングの手法について説明する．これにより，より円滑なコミュニケーションの支援をおこなうことを目的としている．

表 1 手法別，レベル別のボキャブラリデータの中身

レベル \ 種類	CM1	CM2
N1	N0	N1,N2,N3,N4,N5
N2	N0,N1	N2,N3,N4,N5
N3	N0,N1,N2	N3,N4,N5
N4	N0,N1,N2,N3	N4,N5
N5	N0,N1,N2,N3,N4	N5

## 3.2 ミキシング戦略

翻訳範囲の同定として提案手法が 2 つある。1 つは辞書ベースの置換 2 つ目が機械翻訳ベースの置換である。

### 3.2.1 辞書ベースの置換

辞書ベースの置換は対象の日本語能力者試験のレベルより上のレベルの単語のみをボキャブラリデータにある対訳を利用し置換する。この手法は多くが日本語として残るため、日本語母国語話者にとってより理解しやすい手法となっている。表 1 に示した CM1 がこの辞書ベースの置換である。ボキャブラリデータは N5 に対しては No~N4 までのボキャブラリデータが含まれている。また No とは N1~N5 のボキャブラリデータにも載っていない難しい単語を策定したものである。これによって N1 に対してもこの手法を用いることができる。この手法の考えられるメリットとして他には、高い日本語能力を持つ日本語非母国語話者に対して高い効果が期待できるところにある。なぜなら、高い日本語能力を持っているため、日本語の文は大方理解することができる。実際に口頭でしゃべる際はほとんど理解できるような人にとって困る場面は難しい単語や漢字を見た際などである。このコードミキシングを用いた際は、そういった単語を変換できるため効果を期待できる。

ここからは実際の処理について説明する。MeCab により形態素解析した後に、前から順にボキャブラリデータと参照し、一致すれば対訳の言語と置換する。図 3 にフローチャートを示した。まず受け取ったメッセージに対して形態素解析を行う。形態素解析を行い分割したものを前から順に繰り返し処理を行う。MeCab によって形態素解析を行った際にはすべて形態素解析が終わると”EOS”が出力されるためそれによって終了を判別する。ここで行っていく処理としては tab で区切られているので、それを “,” に変換し、それを “;” で区切り、リストに挿入する。次に先ほどの形態素解析の結果が格納されているリストを前から順にみていく。そこに終了かどうか判別できるような関数を置く。さらに中で読み込んでおいたレベルごとのボキャブラリデータを一行ずつ読み込み、改行を削除しリストに代入その後そのリストを tab で区切ったものを別のリストに代入する。次に先ほど形態素解析したものをに入れておいたリストの中の前から見た 8 個目にある。原型とボキャブラリデータが一致するかを判別する。これをループに

よってボキャブラリデータすべてを参照していく．この中で形態素解析した原型と一致するものがあれば，対象者の日本語能力よりも上のレベルの言語だということになるので，対訳をコードミキシングの出力として最終的に出力する文に加える．また，ボキャブラリデータに一致するものがなければメッセージの対

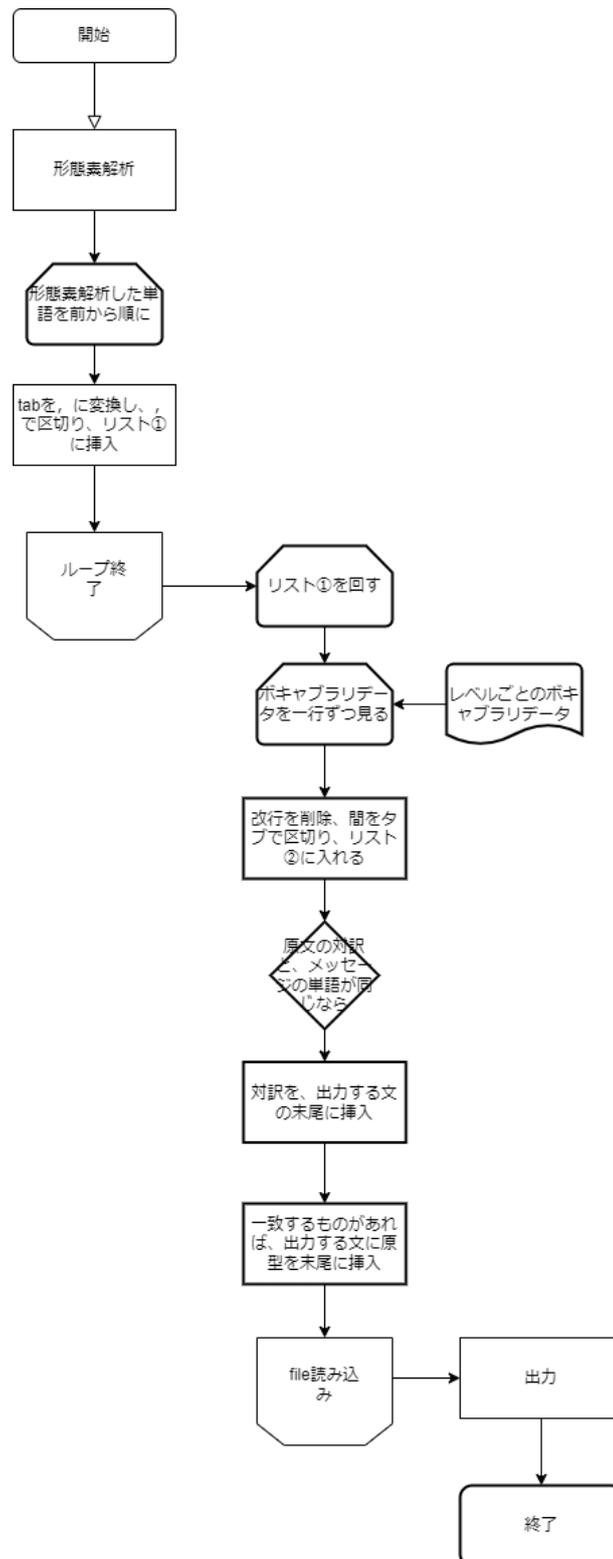


図 3 辞書ベースの置換フローチャート

応する単語を最終的にコードミキシングとして出力する文の末尾に挿入する。

これは対象者の日本語能力よりも高い単語リストにはない単語であるといえる。

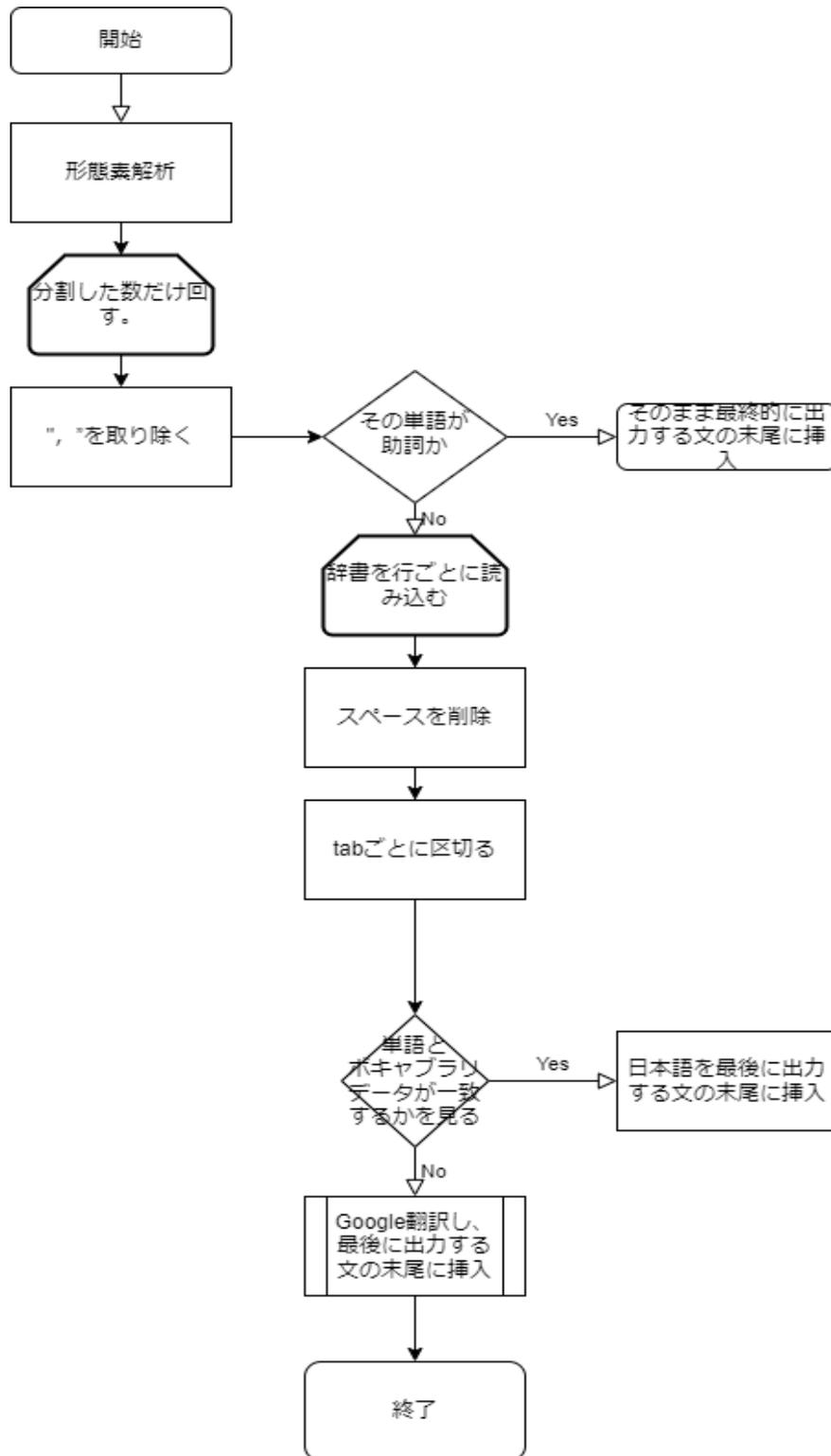


図 4 機械翻訳ベースの置換フローチャート

### 3.2.2 機械翻訳ベースの置換

機械翻訳ベースの置換では対象のレベル以下のボキャブラリデータを用意する。この機械翻訳ベースの置換(CM2)では対象のレベル以下の単語のみ日本語でそれ以外は対象の母国語に置き換える。用いるボキャブラリデータは表 1 に示したもので、N5 に対しては N5 のボキャブラリデータのみを用いる。

図 4 に処理のフローチャートを示す。辞書ベースの置換と同じように形態素解析を行い、前から順にボキャブラリデータと参照する。もし一致すれば日本語のまま表示してそれ以外は機械翻訳をかける。まず、形態素解析を行い、母国語話者から送られたメッセージを分割する。その後“,”を取り除く。次にその単語が助詞かどうかを判別し、助詞なら出力する文の末尾にそのまま挿入する。これは、ボキャブラリデータに助詞は入っておらず、この手法の特性上この処理を行わなければ助詞も機械翻訳にかけられてしまうため、助詞の判別をおこなった。助詞でない場合はボキャブラリデータを行ごとに読み込みメッセージの単語とボキャブラリデータが一致するかを前から順にチェックしていく。一致した場合は対象者が知っているはずの単語という事なので、日本語をそのまま出力する末尾に追加する。一致しなければ google 翻訳を呼び出し翻訳にかけたものを出力する文の末尾に追加する。この処理を繰り返し行うことで、コードミキシングが完成する。

## 第4章 比較実験

本章ではコードミキシングの有用性を検証するために行った実験について説明する。

### 4.1 参加者

実験に協力していただいたのは、中国人留学生で日本語能力者試験のレベル N1 の人が 5 名と N2 の人が 2 名の計 7 名である。日本語能力者試験 (JLPT) では、日本語能力を N1 から N5 の 5 つの段階に分類しており、N1 が最も高いレベルに位置付けられている。日本へ仕事や留学などの目的で来日する際には、ほとんどの日本語非母国語話者がこの試験を実験する。

#### 4.1.1 日本語能力のレベル

日本語能力試験 (JLPT) における N1 のレベルは幅広い場面で使われる日本語を理解することができる。とされており、N1 レベルに到達するためには 10000 単語がわかり、900 時間以上の学習時間が必要である。N2 のレベルは日常的な場面で使われる日本語の理解に加え、より幅広い場面で使われる日本語をある程度理解することができる。N3 のレベルは日常的な場面で使われる日本語をある程度理解することができる。N4 のレベルは基本的な日本語を理解することができる。N5 のレベルは基本的な日本語をある程度理解できると、分類されている。

### 4.2 タブーゲーム

コードミキシングがどのレベルの日本語非母国語話者に有効なのかを検証するためにタブーゲームの形式を採用した。タブーゲームは母国語話者と非母国語話者のコミュニケーションを行うものである。司会者が参加者にキーワードといくつかの禁止ワードを与え、参加者が禁止ワードを使わずにキーワードを説明し、もう一名の参加者が前者の説明により、キーワードを推測するゲームである。実験の過程では、被験者の日本語能力レベル、キーワード推測の正解数を記録するものである。

### 4.3 単語テスト

学習効果があるかどうか確認するために、タブーゲームの前と後に今回のタブーゲームに含まれている N1-N5 レベルの単語をランダムに抽出し、さらに今

表 2 タブーゲームの問題セット

実験問題種類	種類 1	種類 2	種類 3
CM 1 : コードミキシングの手法 1	①原文	①CM 1	①CM 2
CM 2 : コードミキシングの手法 2	②CM 1	②CM 2	②原文
	③CM 2	③原文	③CM 1

回 N1 の単語リストにも入っていないような No (N1 より上のレベル) 相当の単語も追加している, それら 6 段階のレベルの単語を含めた単語テストの正答率の変化を検証した. これは, コードミキシングが言語習得中の幼児によくみられる現象であるという事から, 学習効果が期待できるのではないかと考えたためである.

#### 4.4 実験計画

タブーゲームを Google form 上で実現し, 行った. 実験を行う際に, ウェブサイトで適切なキーワードと禁止ワードの単語セットを 15 個選択する. これは 15 個の単語を選択し説明文を作成した. キーワードの説明文を得た後に, これらの説明文に対してコードミキシングの手法 1 と手法 2 の処理を行い, 原文, CM1, CM2 の三種類を用意した.

被験者は 3 種類の実験環境すべてを実験する. (N2 は 2 種類のみ) したがって, 実験問題は, 15 個の説明文を 3 組に分け, 各組を異なる方式で処理し, 表 2 で示すように実験問題セットを 3 セット作成する. また, コードミキシングについては日本語能力のレベルによって出力が変わるため, 計 15 セットを用意した. 集まった被験者は N1 と N2 のみだったため, 実際に検証できたのは 5 種類のみである. また表 1 における①②③は 15 個ある原文を 3 種類に分けたのちに番号を振っておりすべての文にすべての手法が 1 度は適応されていることがわかる. 実際に実験を行う際はバイアスの影響を考慮し, 推測文をランダムに出題した.

図 5 は N1 の被験者が受け, 実際にタブーゲームにも使用された文でキーワードは船である. N1 の被験者はそれぞれ原文, CM1, CM2 のどれかを実際にタブーゲームの実験として受けた. コードミキシングの手法 1 では No と位置した N1 よりも上のレベルで独自に選定したものである. 基準としては N1-N5 のボキャブラリデータの中に単語がなく, 母国語話者からしても難しいと感じる単語である. この文では「途轍もなく」が巨人的と訳され

<原文メッセージ>

水の上に浮くもので、小さなものは木で、大きいものは鉄でできていることが多い。途轍もなく大きいものもあります。重いものを大量に輸送する時や島に行く手段によく使われます。動力源はオールで漕いだり、エンジンを使ったりします。



<コードミキシングの手法1>

水の上に浮くもので、小さなものは木で、大きいものは鉄でできていることが多い。巨大な大きいものもあります。重いものを大量に輸送する時や島に行く手段によく使われます。動力源はオールで漕いだり、エンジンを使ったりします。

<コードミキシングの手法2>

足在水上に浮く事物、小さな事物は木で、大きい事物は鉄で構成が多い。巨大な事物もあります。重い事物を大量的に輸送する時や島に行く手段に経常用われます。動力源は桨で漕いだり、引擎を使ったりします。

図 6 N1 レベルの実験で用いた原文と CM の手法を適応した文

<原文メッセージ>

水の上に浮くもので、小さなものは木で、大きいものは鉄でできていることが多い。途轍もなく大きいものもあります。重いものを大量に輸送する時や島に行く手段によく使われます。動力源はオールで漕いだり、エンジンを使ったりします。



<コードミキシングの手法1>

水の上に浮くもので、小さなものは木で、大きいものは鉄でできていることが多い。巨大な大きいものもあります。重いものを大量に輸送する時や島に行く手段によく使われます。力量源はオールで排だり、エンジンを使ったりします。

<コードミキシングの手法2>

足在水上に浮く事物、小さな事物は木で、大きい事物は鉄で構成が多い。巨大な事物もあります。重い事物を大量的に輸送する時や島に行く手段に経常用われます。動力源は桨で划だり、引擎を使ったりします。

図 5 N2 レベルの実験で用いた原文と CM の手法を適応した文

ている。またコードミキシングの手法2ではボキャブラリデータ（対象のレベル以下の単語）にあれば日本語でそれ以外は中国語にしているため翻訳されている箇所が手法1と比べて多くなっている。

はN2レベルのコードミキシングの例である。黄色いマークを付けている箇所がN1よりも多く翻訳されている箇所になる。

## 第5章 実験結果

本章では4章の実験データを洗い出し、コードミキシングの有効性についての分析を行う。その後、実験から得られた問題点についての考察を行う。

### 5.1 メッセージの理解度

メッセージの理解度についての分析を行う。N1レベルの被験者6名とN2レベルの被験者2名の平均正答率は表3のようになっている。

#### 5.1.1 日本語能力別の比較

まず日本語能力別のメッセージの比較を行いたいと思う。原文に関してはN1レベルの被験者の平均正答率は0.60となっており、N2レベルよりも低くなってしまっている。原因として考えられるのはN2レベルの被験者が少ないことである。N2レベルの被験者が2名のみしか集まらなかったため、表3の実験問題の種類②を行うことができなかつたため、差が生じたのではないかと考えられる。またN2レベルの被験者はタブーゲームの回答を中国語で行ったために、難易度として下がった可能性が考えられる。

次にコードミキシングの手法1についてはN1の平均正答率は0.73となっており、N2は0.4と倍近くの差が出た。コードミキシングの手法2についてはN1レベルの被験者の平均正答率が0.63でN2は0.7でN2のほうがN1よりも平均正答率で上回った。

表4 手法別、能力別、タブーゲームの平均正答率

処理手法	平均正答率	日本語能力N1	日本語能力N2
原文		0.60	0.9
CM1		0.73	0.4
CM2		0.63	0.7

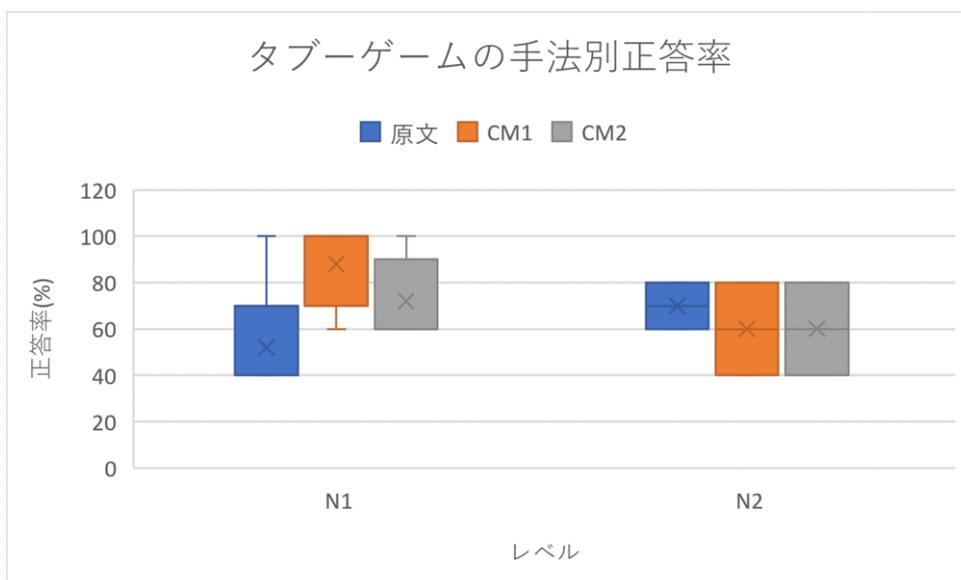


図 7 手法別被験者ごとの正答率の分布

### 5.1.2 ミキシング戦略別の比較

次にミキシングの手法別の比較を行う。まず N1 と N2 を分けて考えた際には N1 の原文の平均正答率が 0.67 に対して CM1 は 0.7 となっており平均正答率が上昇した。CM2 を原文と比較すると平均正答率は 0.04 下がっている。N1 のレベルにおいては CM1 が最も平均正答率の高い手法となった。

N2 レベルにおけるミキシングの手法別の比較を行っていく。まず原文に対しての平均正答率が 0.9 と高い数字を記録した。原文の平均正答率に対してコードミキシングの手法 1, 2 に関して大幅に劣っている。CM1 と CM2 を比較した際には CM1 が 0.4 で CM2 が 0.7 となっており N2 レベルにおいては CM2 のほうが平均正答率が高い結果となった。

## 5.2 学習効果

コードミキシングによる学習効果に関してタプテストの前後の単語テストの正答率の変化から検証していく。

### 5.2.1 日本語能力別の比較

まず日本語能力別に評価を行う。結果を表 4 に示した。一回目の単語テストでは N1 レベルの平均正答率は 87% となった。これは、N1-N5 と No として設定した単語を各レベルから約 10 問に No を数問加えたランダムに加えたもので

あるため、打倒の正答率といえる。また N2 は 85% と N1 と比べて 2 パーセントの差が出ている。また N1 レベルは 2 回目の回答において 91% と 4% も平均正答率が上昇した。一方 N2 レベルにおいて +1% と平均正答率が上昇した。

表 5 レベル別の単語テストの平均正答率

回数 \ レベル	N1	N2
1回目	87%	85%
2回目	91%	86%
1回目と2回目の変化	+4%	+1%

図 8 では各被験者が受けた単語テストの単語がどの手法で受けたタブーゲームの推測文で使われていたかを分類し手法ごとの一回目の単語テストの正答率を集計したものである。この集計をするにあたりタブーテストの趣旨を理解できていない人が 1 名いたため集計から除外しているデータもある。回答例では表示している場合があるが手法別の集計では除外した。

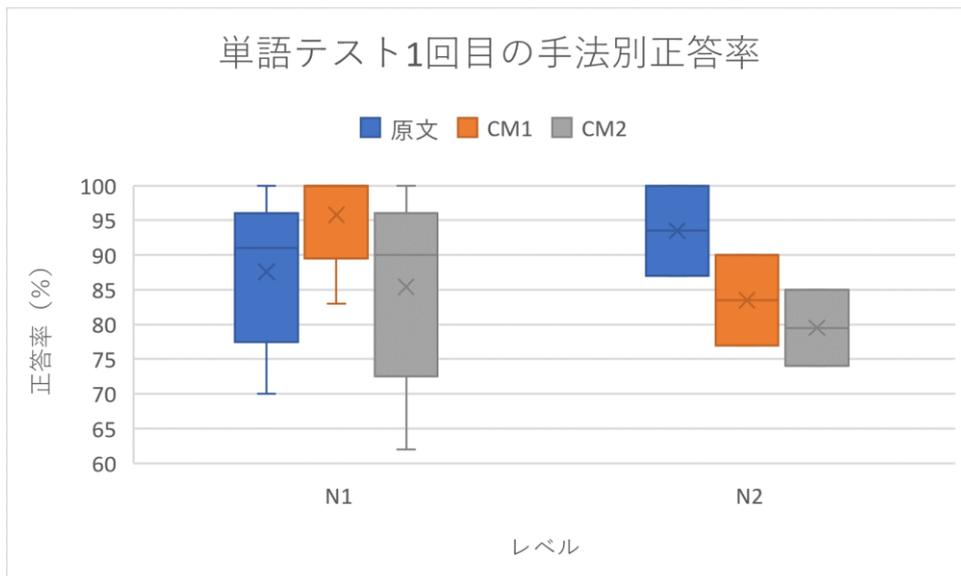


図 8 単語テスト 1 回目手法別の正答率の分布

図 9 に示したのがタブーゲームを行った後に受けてもらった単語テストの各被験者が受けた単語テストの単語がどの手法で受けたタブーゲームの推測文で使われていたかを分類し手法ごとの 2 回目の単語テストの正答率を集計したものである。

N1 については、全体的に正答率の向上が見られた。その中でも CM1 においては

全員の正答率が 9 割を上回っている。CM2 においても上昇している傾向が見られた。

N2 においてはあまり変化がなかった。

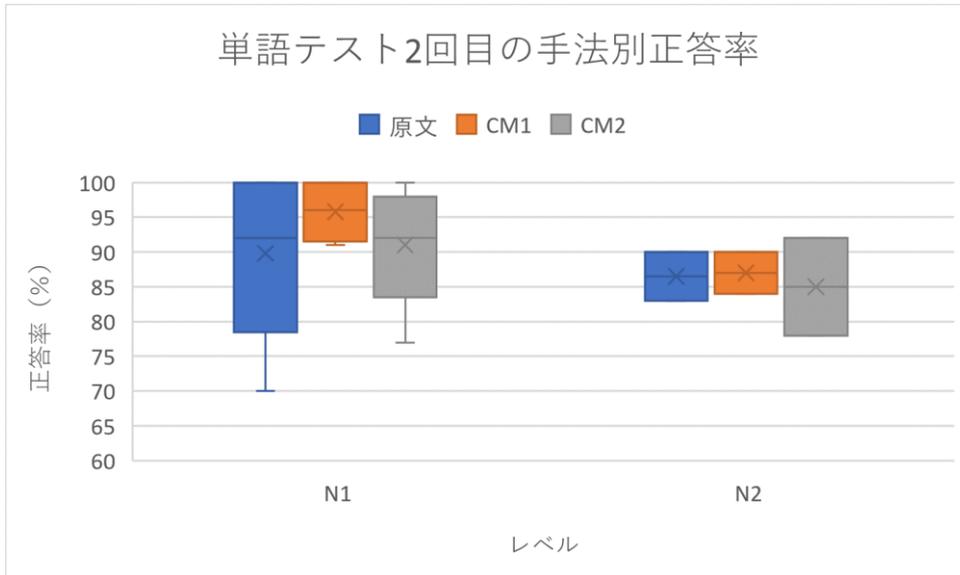


図 9 単語テスト 2 回目手法別の正答率の分布

表 6 に各被験者の単語テストの正答率とタブーゲームの正答率を示した。表 6 の 5 行目の被験者が除外した被験者である。

また全体的に単語テストは上昇傾向にあることが見られる。

図 10 はタブーテストの手法別の単語テストの向上率を示したもので、有意差は見られなかったが原文に比べてコードミキシングの手法のほうが向上している。

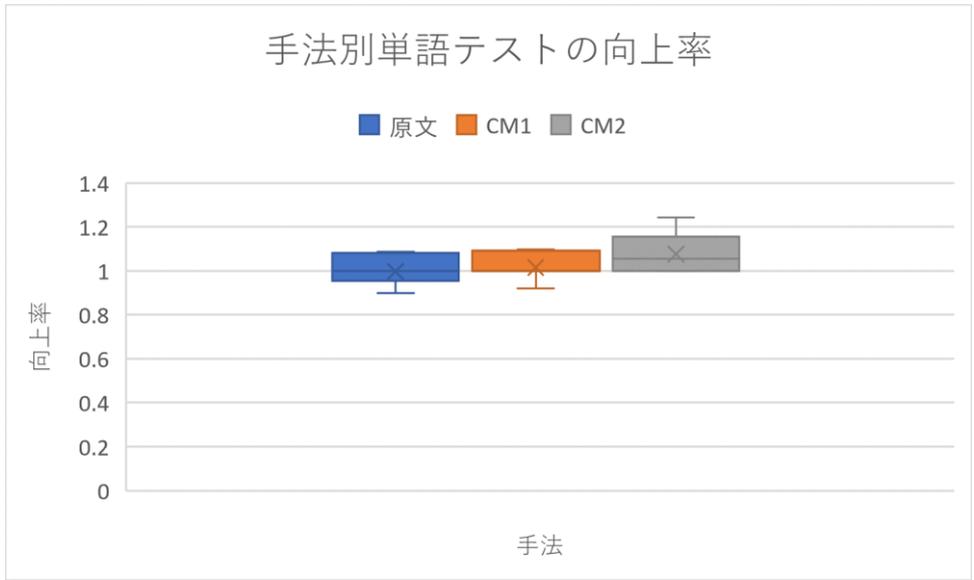


図 10 単語テストの向上率

表 6 被験者ごとの各テストの正答率

レベル	問題番号	単語一回目	タブーゲーム	単語2回目	単語1回目2回目の差
N1	1	94	80	92	-2
N1	1	76	80	80	+4
N1	2	88	73	94	+6
N1	2	94	47	96	+2
N1	3	74	11	88	+14
N1	3	94	93	98	+4
N2	1	88	67	88	0
N2	3	82	67	84	+2

### 5.2.2 ミキシング戦略別の比較

コードミキシングの手法別の比較を行うために、単語テストの回答が大きく変わったものを抽出しその単語がコードミキシングの手法1, 2においてどのように出力されていたのかを検証する。

まず注目したのは「青史」という単語である。この単語は歴史という意味である。なかなか日常的に使う単語ではないが、N1 レベルにおいて正答率が 4/6 と高く、N2 レベルにおいては 2/2 で 100%となった。これには理由があることが推測できる。それは「青史」という言葉は古代中国で紙がない時代に青竹をあぶって字を書いたことから由来したもので、中国語が母国語の人からすれば、理解することがたやすいものである。しかし、タブーゲームを行った後の単語テストでは「青史」の正答率は N1 においては 3/6 と減少している。このことから日本語における「漢字」と中国語の類似性によって様々な数値の変化が起きているといえる。表 7 において示したように各被験者がタブーテストにおいてどの手法でコードミキシングを用いたかを示した。手法においての関連性は見られないが N1 において回答の変化がみられる。

被験者	青史	1回目	手法	2回目
N1被験者 1		历史	CM2	x
N1被験者 2		x	CM2	x
N1被験者 3		青史	原文	历史
N1被験者 4		青史	原文	青史
N1被験者 5		x	CM1	x
N1被験者 6		青史	CM1	青史
N2被験者 1		青史	CM2	青史
N2被験者 2		青史	CM1	青史

表 7 単語テスト「青史」の被験者別の回答

また「遂げる」は N1 の被験者の正答率が表 8 にあるように 2/6 から 5/6 と一気に上昇していることがわかる。特に CM1 においては N1 被験者 5・6 が 1 回目のテストでは不明だったが二回目では二人とも正解している。そこで「遂げる」がタブーゲームにおいてどのような文脈で表示されていたのかを示す(図 11「遂げる」が入った原文とそれに対し CM の手法を適用した文)。

被験者	遂げる	1回目	手法	2回目
N1被験者 1		達成	CM2	达到
N1被験者 2		x	CM2	x
N1被験者 3		x	原文	完成
N1被験者 4		達成	原文	达到
N1被験者 5		x	CM1	达到
N1被験者 6		x	CM1	完成
N2被験者 1		達成	CM2	x
N2被験者 2		x	CM1	追到

表 8 単語テスト「遂げる」の被験者別の回答

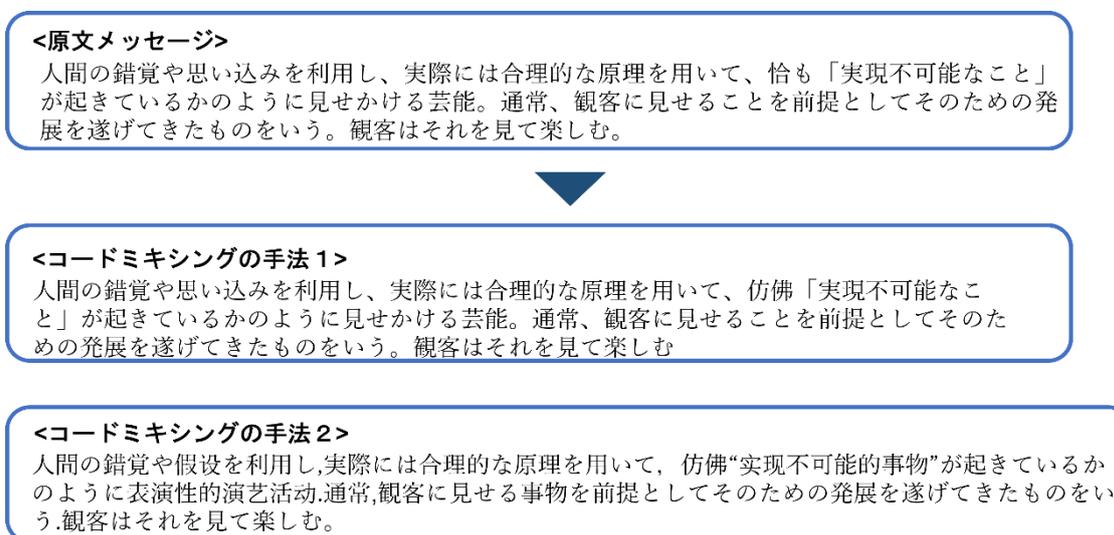


図 11 「遂げる」が入った原文とそれに対し CM の手法を適用した文

図 11 「遂げる」が入った原文とそれに対し CM の手法を適用した文 図 11 に示したのは、キーワードがマジック/手品の原文と CM1, CM2 のタブーゲームである。最も正答率が向上した CM2 に着目すると「遂げる」が出てくる 1 文前がかなり翻訳されており、CM1 に比べて文章の理解ができており、「遂げる」をどういった意味なのか推測できやすくなっていたといえる。

## 第6章 考察

### 6.1 コードミキシングの有用性

本研究では日本語能力別とコードミキシングの手法別にコードミキシングの有用性について実験を行ってきた。

#### 6.1.1 日本語能力別のコードミキシングの有用性

N1 はコードミキシングの手法 1 においては原文よりも高い平均正答率がある。また CM2 に比べても CM1 のほうが高い平均正答率を記録した。このことから、高いレベルの日本語話者においては自分のレベルよりも高い単語のみを翻訳することが、もっともコミュニケーションにおいて役立つことがわかった。一方で、N2 においては CM1 よりも CM2 のほうが高い平均正答率を記録したことから自分が知っている単語のみを日本語にそれ以外すべてを母国語に翻訳するほうがコミュニケーションに役立つことがわかった。

加えて、コードミキシングの手法別のタブーゲームの正答率を分散分析した結果P値が 0.06 となり有意差があるとは言えないが傾向が見られたので原文と CM1 のタブーゲームの正答率に t 検定を行った。結果は p 値が 0.03 となり有意差が見られた。以上より N1 において原文よりも CM1 を用いたほうがコミュニケーションに役立つ。

#### 6.1.2 日中のコードミキシングにおける漢字の影響

今回の実験で原文のタブーゲームでは N1 よりも N2 のほうが平均正答率が高くなった。N2 の被験者は中国語で回答しているために正答率が上がった可能性がある。また N1 は N2 よりも日本語を多く覚えているため、中国語の漢字と意味が混ざっている可能性があるのではないかと考えた。表 7 単語テスト「青史」の被験者別の回答表 7 において N1 被験者 1 は「历史」と回答しているのに 2 回目では「x」（わからない）と回答しているこれは文中で青史の部分に中国語に历史が使われており「歴史」と「青史」がわからなくなったためではないかと推測する。N1 の被験者 3 は原文を用いたタブーゲームを行っているが 1 回目の回答が青史なのに対し二回目の回答は历史になっていることから原文を読み意味を理解したことでさらに正確な対訳を獲得したといえる。N2 よりも N1 のほうが漢字による影響を受けていると考察した。

## 6.2 コードミキシングの手法

本研究では 2 種類の手法にしたがいコードミキシングの有用性の検証を行った。ただ N1 と N2 の異なるレベルにおいて N1 では CM1 が N2 では CM2 のほうが高い平均正答率を出したためレベルによってコードミキシングの手法を変えていく必要がある。

## 6.3 翻訳範囲の同定

本研究の目的として翻訳範囲の同定を行いタブーゲームを実施した CM1 の特徴は日本語が主体になっている点である。検証実験においてレベルN1の被験者において、提案手法と日本語のみの場合との間に、正答率の平均に有意な差（有意水準 5%）があることが確認された。レベルN2の被験者では正答率に大きな差が生じなかった。このことから、提案手法はレベルN1の日本語非母語話者に有効であることを明らかにした。高いレベルの会話において有効な手法だといえる。

## 第7章 おわりに

母国語話者と非母国語話者におけるコミュニケーションの支援を行うために、本研究ではコードミキシングを用いることで、様々な観点からのコミュニケーションの支援を行ってきた。本研究の貢献は以下の通りである。

### 翻訳範囲の同定

非母国語話者の日本語能力に応じて、コミュニケーションを支援するのに最も最適な翻訳範囲の同定を行う。タブーゲームを用いて日本語能力別に翻訳範囲を設定した文を用いてその効果を検証した。N1 レベルにおいては CM2 に比べて CM1 が平均正答率が 0.7 で最も高かった。この結果から N1 においては自分より上のレベルの単語のみを翻訳することが最もコミュニケーションの支援を行うことができる。

### コードミキシングの有用性の検証

コードミキシングがコミュニケーションの支援と学習の支援を行うにあたり有用であることが、N1 レベルにおいては日本語の原文を用いるよりも理解度が上がることで、また N2 レベルにおいては単語テストの平均正答率が 11% 向上したことからわかった。

本研究ではレベルに応じて様々な効果を発揮するコードミキシングの有用性の検証を行った。しかし本研究は中国語母国語話者に対してのみの実験しか行っておらず、漢字というものが今回の結果にどのような影響を及ぼしたのかを比較実験ができなかった。

今後は英語母国語話者やそれ以外の言語の母国語話者に対しても実験を行うべきである。また N3, N4, N5 レベルの被験者を集めることができず、実験を行えなかった。N1 と N2 のレベルの差でもこれほどの差が出たことから、N3, N4, N5 に対して実験を行った際の結果は予測ができない。N1 に比較して N2 のほうが学習の効果が出たためレベルが低ければ低いほど学習の効果があるかもしれない。

このことから N3, N4, N5 の被験者を集め、実験を行うべきである。また今回の結果から、難しい単語でも日本人が日ごろよく使う単語や中国語にある漢字は日本語能力にかかわらず正答率が高かったため、日常生活における単語の出現頻度や日本語非母国語話者の母国語を考慮に入れることでさらなる効果が期待できるかもしれない。

## 謝辞

本研究を行うにあたり，ご指導くださりました村上陽平准教授に深く感謝申し上げます。また，アンペア助教や研究室の先輩方にも厚い協力，ご指導を賜りました。感謝申し上げます。最後になりますがアンケートにご協力くださいました皆様に感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] Thomason, S : Language Contact. Edinburgh: Edinburgh University Press (2001) .
- [2] Bokamba, E : Are there Syntactic Constraints on Code-mixing? , World Englishes, 8,3, pp.277-292 (1989) .
- [3] Holmes, J : An Introduction to Sociolinguistics, Third Edition , Essex: Longman (2008)
- [4] Myers-Scotton : Social Motivations for Codeswitching: Evidence from Africa, Oxford University Press (1993) .
- [5] Valdes-Fallis : Code-switching among Bilingual Mexican-American Women: Towards an Understanding of Sex-related Language Alternation. International Journal of Sociology of Language, 17, pp.65-72 (1977) .
- [6] 藤村香予 : 二言語話者の談話における「コードスイッチング」・「コードミキシング」の必要性 ――英国に住む日本人の場合――, 安田女子大学紀要, 41, pp.23-32 (2013) .
- [7] Gardner-Chloros : Code-switching, Cambridge University Press (2009) .

## A.1 付録：ソースコード

提案手法を実装するにあたって、プログラムの実装は Python で行った。

ソースコード 1 : codemixingV1.py

```
import MeCab
```

`original` = "汚れに染まることです。混入物が自然環境に入り、良くない変化を誘発することである。化学物質または雑音や熱、光といったエネルギーの形をとりうる。現在、人々はこの問題に注意を払っている。それが起こらないように取り組んでいます。"

```
wakati = MeCab.Tagger()
```

```
result = wakati.parse(original)
```

```
print(result)
```

```
count=0
```

```
a = result.split("\n")
```

```
x=0
```

```
re=[]
```

```
#print(a)
```

```
for b in a:
```

```
    #print(b)
```

```
    if b != "EOS":
```

```
        b=b.replace("\t",",")
```

```
        re.append(b.split(","))
```

```
        x += 1
```

```
    else:
```

```
        break
```

```
text=""
```

```
fi = open("D:\\sotuken\\NewVocab\\for_N2_zh.txt","r",encoding="utf-8")
```

```
lines = fi.readlines()
```

```

for z in re:
    flag = 0
    for line in lines:
        line = line.rstrip("\r\n")
        item = line.split("\t")

        if str(z[7]) == str(item[0]):
            #print("#")
            #print(item[1])
            print("###")
            text = text + str(item[2])
            flag =1
            break
    else:
        if flag != 1:

            text = text + z[0]

print(text)

```

ソースコード 2 : V2.py

```

from re import A
import MeCab
from clients import TranslationClient
from settings import lg_config

gnmt =
TranslationClient('http://langrid.org/service_manager/wsd/kyoto1.langrid:Go
ogleTranslateNMT',

```

```
lg_config['userid'], lg_config['password'])
```

```
mt = MeCab.Tagger("mecabrc")
str_in="考案" #翻訳の対象となる文
print(str_in)
res = mt.parseToNode(str_in)#Mecab で分割
bunsho=[] #あらかじめ翻訳語の文を入れるリストを作成
count=0 #これで翻訳対象となる語が見つかったとき検索を終了させると
いいな
fi = open("D:\\sotuken\\NewVocab\\N1_new.txt","r",encoding="utf-8")#レ
ベルごとのボキャブラリのデータを開く
lines = fi.readlines()#読み込む
while res:#これで分割した数だけまわす
    arr = res.feature.split(",")#res で分割した文から , を取り除く
    if arr[0]=="助詞":
        bunsho.append(arr[6])
    else:
        for line in lines:#ボキャブラリデータを一行ずつ見ていく
            line=line.rstrip()#スペースを削除
            items = line.split("\t")#tab ごとに区切る
            if arr[6]== items[0]:#arr の前から 7 個目の日本語とボキャ
ブラリデータの日本語が一緒か見る
                bunsho.append(arr[6])#一緒なら日本語をいれる
                break
        else:
            bunsho.append(gnmt.translate('ja', 'en', arr[6]))
    res=res.next
print("".join(bunsho))
```