

卒業論文

偽中国語変換システムを用いた日本語学習支援

指導教官 村上 陽平 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
2600200567-0

ZHANG YILONG

2024年度（春学期）卒業研究3（CU）
令和6年7月21日

偽中国語変換システムを用いた日本語学習支援

ZHANG YILONG

内容梗概

現在の国際化が進む世界では、異言語間のコミュニケーションの機会が増加している。機械翻訳の進化によりコミュニケーションは容易になっているが、外国での生活をより良くするためには、現地の言語を学ぶことが不可欠である。中国と日本を例にとると、国際交流基金（JF）が2021年度に実施した、「海外日本語教育機関調査」の結果によると、中国には約105万人の日本語学習者がおり、その数は年々増加している。

しかしながら、従来の言語教育では、外国語と母国語を比較対照する方法に偏向しており、学習者の障壁となっている。そこで、本研究では、特に日中間を対象にして、両言語間の類似性に着目した言語学習手法を提案する。具体的には、日本語と偽中国語を比較して、その違いや共通点を発見することで、日本語の学習を支援する。「偽中国語」とは、2009年頃に登場した日本のインターネット上の文化で、日本語の文法に従うものの、ひらがなとカタカナを取り除き、漢字だけを残して中国語に見えるようにするものである。「偽中国語」は中国語と日本語の間の類似性を示しているが、現在は娯楽分野にしか存在せず、本研究では、「偽中国語」を日本語教育に活用する。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。

偽中国語への変換

日本語の語彙は、和語、漢語、外来語の三つの部分から成り立っており、これら三つの部分を偽中国語に正確に変換する必要がある。そして、日本語には多くの態や時制の変化が存在し、これらの変化を偽中国語で表現する必要がある。最後に、日本語から偽中国語への変換により情報の一部が省かれるため、変換過程で重要な情報を保持する必要がある。

偽中国語を用いた学習プロセスの構築

人によって日本語の能力が異なるため、異なるレベルの学習者に適した学習テキストを作成する必要がある。これらのテキストの内容の難易度は、学習者の日本語能力に合わせている必要がある。また、偽中国語の学習成果を評価するための客観的かつ実用的な評価基準を設定することも重要である。

前者の課題に対しては、日本語の文を偽中国語に変換するシステムを開発し

た。まず、日本語の文を形態素解析し、各単語の品詞情報を抽出する。その後、抽出した和語や外来語を漢語の類義語に変換する。平仮名などの和語は、事前にプログラム内で対応する漢字に変換する。外来語については、事前に作成した外来語-漢語変換辞書により変換する。以上の操作の後、仮名を削除して偽中国語を生成する。更に、動詞の活用形に応じて過去や希望などの態や時制を示す漢字を加えることで、意味の精度を高める。例えば、「したい」は「希望」に、「ない」は「否定」に変換する。この変換手法により、中国語を母語とする学習者の日本語文の理解を容易にする。提案手法の有用性を示すために、提案手法を組み込んだシステムを実装し、動作確認を行った。

後者の課題に対しては、日本語能力試験 JLPT の原文を学習テキストとして使用し、読解問題の文章を偽中国語に変換することで、学習者が日本語と偽中国語を対照しながら学習できるようにする。日本語能力に応じて被験者を二つのグループに分け、実験を行った。学習前後において、被験者の日本語能力をテストし、偽中国語が日本語学習に与える影響を評価した。具体的には、日本語の基礎がない中国語母語者 10 人を対象に、学習前後で日本語能力試験の問題を解かせ、言語理解度の変化を測定した。対応あり t 検定を用いて統計分析を行い、学習後の日本語理解度が有意に向上したことを確認した。この結果から、偽中国語と日本語を対照的に学習することで日本語能力が向上する可能性が示している。本研究の貢献は以下の通りである。

偽中国語への変換

本研究では、日本語の文を形態素解析し、各単語の品詞情報を抽出する MeCab を使用した。和語や外来語を漢字や漢語に変換し、仮名を削除する手法を確立し、動詞の活用形に応じた漢字の追加により、偽中国語の生成が効率的かつ正確なものとなった。本手法により、日本語の文の 60% 以上を適切に偽中国語に変換できたことが確認された。学習者に対するストレステストを通じて、その変換の正確性が証明された。

偽中国語を用いた学習プロセスの構築

実験では日本語能力試験のテキストを使用して対照学習が行った。被験者を初級学習者と中級学習者の二つのグループに分けて実験を行い、学習前後のテスト結果を較べた。結果、偽中国語は初級学習者に対してより効果的であることが確認された（有意水準 1%）。対応あり t 検定により、偽中国語が日本語学習の有効な補助ツールであることが実証された。

Japanese Learning Support Using a Pseudo-Chinese Conversion System

YILONG ZHANG

Abstract

In today's increasingly globalized world, opportunities for interaction among people speaking different languages are on the rise. Although advancements in machine translation have made communication easier, learning the local language is essential for a better life abroad. For instance, according to the Japan Foundation's 2021 survey, there are approximately 1.05 million Japanese language learners in China, with numbers growing annually.

However, traditional language education tends to rely heavily on comparing foreign languages with the native language, creating barriers for learners. This study proposes a language learning method that focuses on the similarities between Chinese and Japanese. Specifically, by comparing Japanese and pseudo-Chinese, the study aims to support Japanese learning. "Pseudo-Chinese" is a cultural phenomenon that emerged around 2009 on Japanese internet platforms, where Japanese sentences are stripped of hiragana and katakana, leaving only kanji to resemble Chinese. While pseudo-Chinese highlights similarities between Chinese and Japanese, it currently exists only in entertainment. This study aims to utilize pseudo-Chinese for Japanese language education. The realization of this approach involves addressing two main challenges.

Pseudo-Chinese Conversion

Japanese vocabulary consists of native words, Sino-Japanese words, and loanwords, all of which need to be accurately converted into pseudo-Chinese. Japanese also has many tense and mood changes that must be expressed in pseudo-Chinese. Finally, converting Japanese to pseudo-Chinese involves discarding some information, so it is essential to retain critical information during the conversion process.

Constructing a Learning Process Using Pseudo-Chinese

Due to varying levels of Japanese proficiency, it is necessary to create learning texts suited to different learners. The difficulty of these texts must match the learners' Japanese ability. Additionally, it is important to

set objective and practical evaluation criteria to assess the learning outcomes of pseudo-Chinese.

To address the first challenge, a system was developed to convert Japanese sentences into pseudo-Chinese. MeCab was used for morphological analysis to extract part-of-speech information. Native Japanese words and loanwords are then converted into Chinese synonyms. Hiragana are converted within the program, while a pre-constructed dictionary handles loanwords. Kanji was added for tense and mood enhanced meaning accuracy. For example, "したい" became "希望" and "ない" became "否定". This method, aimed at making Japanese sentences easier for Chinese learners, was implemented and verified in the system.

To address the second challenge, learning texts from the Japanese Language Proficiency Test (JLPT) were converted into pseudo-Chinese, allowing learners to compare both texts. Participants were divided into two groups based on their Japanese proficiency. Ten native Chinese speakers with no basic Japanese knowledge were tested before and after learning with JLPT questions to measure comprehension changes. Statistical analysis using a paired t-test confirmed significant improvement in Japanese comprehension after learning. This result indicates that learning with pseudo-Chinese can improve Japanese proficiency. The contributions of this study are as follows.

Pseudo-Chinese Conversion

In this study, MeCab was used for morphological analysis of Japanese sentences to extract part-of-speech information. A method was developed to convert Japanese words and loanwords into Kanji, removing Kana characters. This approach, including verb conjugation adjustments, converted over 60% of Japanese sentences into Pseudo-Chinese efficiently and accurately, verified through learner stress tests.

Constructing a Learning Process Using Pseudo-Chinese

An experiment used JLPT texts for comparative learning. Participants were divided into beginner and intermediate groups. Test results before and after the learning period showed pseudo-Chinese was more effective for beginners (significance level of 1%). The paired t-test confirmed that pseudo-Chinese is an effective auxiliary tool for learning Japanese.

目次

第1章 はじめに	1
第2章 関連研究	3
2.1 偽中国語とは.....	3
2.2 偽中国語に関する既存研究.....	4
2.3 日本語学習に関する既存研究.....	4
第3章 システムの実装	6
3.1 偽中国語変換プロセス.....	6
3.1.1 形態素解析による品詞抽出.....	7
3.1.2 漢字候補への置換.....	9
3.1.3 助動詞の処理.....	11
第4章 実験	14
4.1 実験の目的.....	14
4.2 実験設計.....	14
4.2.1 被験者.....	14
4.2.2 実験手順.....	15
4.3 評価手法.....	17
4.3.1 客観的評価.....	17
4.3.2 主観的評価.....	17
4.3.3 分析手法.....	18
第5章 結果と評価	20
5.1 学習前後の得点の比較.....	20
5.2 学習前後の認知負荷の比較.....	26
第6章 考察	30
第7章 おわりに	31
謝辞	32
参考文献	33
付録	34

A.1 形態素解析を行う Python コードの一例	34
A.2 t 分布表	35
A.3 NASA-TLX の結果	37

第1章 はじめに

現在の国際化が進む世界では、異言語間のコミュニケーションの機会が増加している。機械翻訳の進化によりコミュニケーションは容易になっているが、外国での生活をより良くするためには、現地の言語を学ぶことが不可欠である。中国と日本を例にとると、国際交流基金（JF）が2021年度に実施した「海外日本語教育機関調査」の結果によると、中国には約105万人の日本語学習者がおり、その数は年々増加している（表1）。

表1 中国の日本語教育機関数・教師数・学習者数¹

国・地域	2021年度								人口 (人)	2018年度		
	機関 (機関)	教師 (人)	学習者 (人)	10万人あたりの学習者 (人)	教育段階の構成(学習者)(人)							
					初等教育	中等教育	高等教育	学校教育以外		機関 (機関)	教師 (人)	学習者 (人)
中国	2,965	21,361	1,057,318	74.9	3,442	335,876	557,153	160,847	1,411,778,724	2,435	20,220	1,004,625

しかしながら、従来の言語教育は、外国語と母国語を比較対照する方法に偏向しており、学習者の障壁となっている。そこで、本研究では、特に日中間を対象にして、両言語間の類似性に着目した言語学習手法を提案する。具体的には、日本語と偽中国語を比較して、その違いや共通点を発見することで、日本語の学習を支援する。「偽中国語」とは、2009年頃に登場した日本のインターネット上の文化で、日本語の文法に従うものの、ひらがなとカタカナを取り除き、漢字だけを残して中国語に見えるようにするものである。本研究では、この「偽中国語」を日本語教育に活用する。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。

偽中国語への変換

日本語の語彙は和語、漢語、外来語の三つの部分から成り立っており、これらを正確に偽中国語に変換する必要がある。また、日本語には多くの態や時制の変化が存在し、これを偽中国語で表現する必要がある。

日本語の文を形態素解析し、各単語の品詞情報を抽出する MeCab を使用し、和語や外来語を漢語に変換するシステムを開発した。さらに、動詞の活用形に応じて過去や希望などの漢字を加えることで、意味の精度を高める手法を導入した。

¹ <https://www.jpf.go.jp/j/project/japanese/survey/result/survey21.html>

偽中国語を用いた学習プロセスの構築

異なるレベルの学習者に適した学習テキストを作成し、学習成果を評価するための客観的な評価基準を設定する必要がある。日本語能力試験 JLPT のテキストを用いて対照学習を行った結果、偽中国語が日本語学習に与える効果が実証された。

学習者の日本語能力に応じて被験者を二つのグループに分け、実験を行った。学習前後において被験者の日本語能力をテストし、偽中国語が日本語学習に与える影響を評価した。具体的には、日本語の基礎がない中国語母語者 10 人を対象に、学習前後で日本語能力試験の問題を解かせ、言語理解度の変化を測定した。対応あり t 検定を用いて統計分析を行い、学習後の日本語理解度が有意に向上したことを確認した。この結果から、偽中国語と日本語を対照的に学習することで日本語能力が向上する可能性が示された。

本論文では、まず第 2 章で偽中国語および日本語学習に関する既存研究を挙げる。第 3 章では、偽中国語の紹介および日本語-偽中国語変換システムの構築方法について述べる。第 4 章では、日本語-偽中国語変換システムを用いた日本語教育の実験について説明する。第 5 章では、第 4 章の実験結果の評価と分析を行う。第 6 章と第 7 章では、実験全体の考察および結論を述べる。

第2章 関連研究

2.1 偽中国語とは

偽中国語は、2009年頃に日本のインターネット上で登場した文化であり、ひらがなとカタカナを取り除き、漢字だけを残して中国語に見えるようにする日本語の文法上の文を指す。これにより、日本語の文が見ただけで中国語のように見えるようになる。このアイデアは、主にインターネット上の遊びとして始まり、2016年に日本人がTwitterで偽中国語の投稿を行ったところ、中国の微博(Weibo)で話題となり、広く知られるようになった。中国語を話す者は、日本語を知らなくても、文脈からある程度の意味を推測できることが人気の一因である。

偽中国語の特徴としては、ひらがなとカタカナを排除し、漢字のみを使用することで見た目が中国語らしくなる点が挙げられる。基本的な文法構造は日本語のままであるため、完全に中国語とは異なるが、視覚的な効果を狙っている。例えば、「大変感謝」を「非常感謝」と書くなど、両言語に共通する漢字を使う例が多い。

偽中国語は、日中間のコミュニケーションや文化交流を促進する手段として注目されている。例えば、日常の会話やSNSでの投稿で使われることが多く、簡潔な表現が求められる場面では特に有効である。また、Twitterなどの文字数制限のあるプラットフォームでは、より少ない文字数で情報を伝える手段としても利用されている。

ある研究者は、日本と中国の若者たちが使用する「偽中国語」と「偽日本語」に関する研究を行い、これらの言語形式がどのようにエンターテインメント分野で応用されているかを明らかにしている。具体的には、SNSの投稿や生活中的看板、Lineのスタンプなどで頻繁に使用されており、キャラクターを使った表現が特に人気である。これにより、文字だけでなく視覚的要素を取り入れることで、コミュニケーションがより面白く、理解しやすくなっていることが示された。また、偽中国語と偽日本語は、国際的なイベントのポスターやマークなどのグラフィックデザインにも応用されており、異文化コミュニケーションの促進に貢献している。[1]

偽中国語は、エンターテインメントや言語遊びとしての側面が強いが、一部

の学者はこれを日中間の文化交流の新しい形態と見なしている。特に、言語学や社会学の観点から、その影響や可能性について研究が進められている。このように、偽中国語は一見遊びのように見えるが、日中間の相互理解や交流の一助として期待されている。

2.2 偽中国語に関する既存研究

温らは、日本語の文章から仮名を除去し漢字のみを残した「偽中国語」を自動生成するシステムを提案している。このシステムは、日本語形態素解析システム MeCab やかな漢字変換ツール Google CGI API for Japanese Input を利用し、漢字を増やして日本語文を偽中国語文に変換するものである。具体的な生成プロセスは、まず入力された日本語文に対して形態素分析を行い、語ごとに分割して処理する。次に、ひらがな表記の形容詞や名詞を漢字表記へ、または漢語に相当する類義語へ変換し、外来語も意味の近い和文もしくは中国語に書き換える。動詞の活用語尾に基づき、過去、願望、可能、使役などの態や時制を表す漢字を動詞の前後に補足し、最後に仮名を除去して偽中国語文を生成する。

このシステムの評価のため、日本語母語話者と異なるレベルの日本語能力を持つ中国語母語話者を対象にオンラインアンケート調査を実施した。アンケートでは、生成された偽中国語文を各自の母語に翻訳してもらい、内容の理解度と流暢さについて5段階評価を行った。その結果、日本語能力を有する参加者は、偽中国語を理解することができ、特に日本語上級者は高い理解度を示した。一方、日本語学習経験のない中国語母語話者も半数以上の内容を理解できていることが分かった。

また、このシステムの実用性を高めるため、Webアプリケーションとして実装し、日常のコミュニケーションに利用可能な形で偽中国語を生成できるメモシールなどの応用例も紹介している。具体的には、入力された日本語文を偽中国語に変換し、変換結果をシールに印刷することで、ユーザはシールを剥がして日本語と偽中国語を切り替えて表示できる。この応用により、偽中国語を利用した直感的なコミュニケーションが可能となり、日本語学習者だけでなく、中国語話者との交流の場でも活用できると期待される[2]。

2.3 日本語学習に関する既存研究

袁らは、中国人日本語初学者向けに Moodle を利用した日本語4級単語学習シ

システムを構築した。このシステムは、「同源異型分類法」に基づいて、日本語と中国語の単語を「完全一致」「部分一致」「不一致」に分類し、学習者が既存の中国語単語知識を日本語単語学習に応用できるように設計されている。この分類法により、学習者は漢字を中心に日本語単語を効率的に習得できる。さらに、日本と中国の言語交流の歴史背景を活かし、両国間の共通漢字を利用することで学習の負担を軽減している。

このシステムは、学習内容をクイズ形式で提供し、画像や音声を織り交ぜることで学習の持続性を高める工夫がなされている。具体的な問題形式として、多肢選択問題、画像ターゲット問題、ドラッグアンドドロップマッチ問題などが採用されており、学習者が楽しみながら学習できる環境を提供している。また、システムは学習者が自主的に学習目標を設定できるように設計されており、学習の進捗状況に応じてフィードバックを提供する機能も備えている。このような設計により、学習者は自分のペースで効率的に学習を進めることができる。

実験結果から、このシステムを使用した学習者は日本語単語の理解度と記憶力が向上し、特にプレテストとポストテストの比較において顕著な効果が確認された。プレテストとポストテストの結果を分析したところ、学習者の日本語単語の認識と使用能力が大幅に改善されたことが示された。さらに、Moodle の Activity Locking 機能を利用することで、学習プロセスの自由度を適切に制御し、効率的な学習をサポートしている。このシステムは、中国人日本語初学者にとって効果的な学習ツールであることが示された[3]。

第3章 システムの実装

本章は日本語-偽中国語システム構築方法の説明である。二つの部分に分けられており、まずは、MeCab を用いて日本語テキストを形態素解析する方法について説明する。次に、日本語を偽中国語に変換する方法について説明する。

3.1 偽中国語変換プロセス

本研究では、形態素解析を用いて日本語テキストを詳細に分析し、その結果を基に偽中国語への変換を行うシステムを構築した。この変換プロセスは、以下のステップに従って実施される：

1. 形態素解析： まず、MeCab を使用して入力された日本語文を形態素に分割し、各形態素の品詞情報や基本形を抽出する。この解析により、各単語の役割と文全体の構造が明確になる。例えば、「私は明日、ゲームをしたいです」という文を解析すると、「私/名詞」「は/助詞」「明日/名詞」「ゲーム/名詞」「を/助詞」「し/動詞」「たい/助動詞」「です/助動詞」というように分解される。
2. 漢字候補語への置換：形態素解析の結果を基に、ひらがな表記の和語やカタカナ表記の外来語を対応する漢字表記または漢語に置き換える。例えば、「わかる」を「理解」に、「コンピュータ」を「計算機」に変換する。この段階で、和語や外来語が漢字に変換されることで、文章全体が中国語に近い形になる。
3. 助動詞の処理：次に、動詞の活用形や助動詞の意味を考慮して適切な漢字を補完する。例えば、「～たい」は「希望」、「～た」は「了」、「～ない」は「否定」に置き換える。これにより、文の時制や態が明確に表現される。
4. 仮名の削除 最後に、文中に残っているひらがなやカタカナを全て削除し、漢字だけを残す。これにより、見た目がより中国語らしくなる。

具体的な例を示すと、以下のようなになる（図2）：

- 変換前：「今日はとても暑いので、アイスクリームを食べたいです」
- 変換後：「今日大変暑，冰菓子食希望」

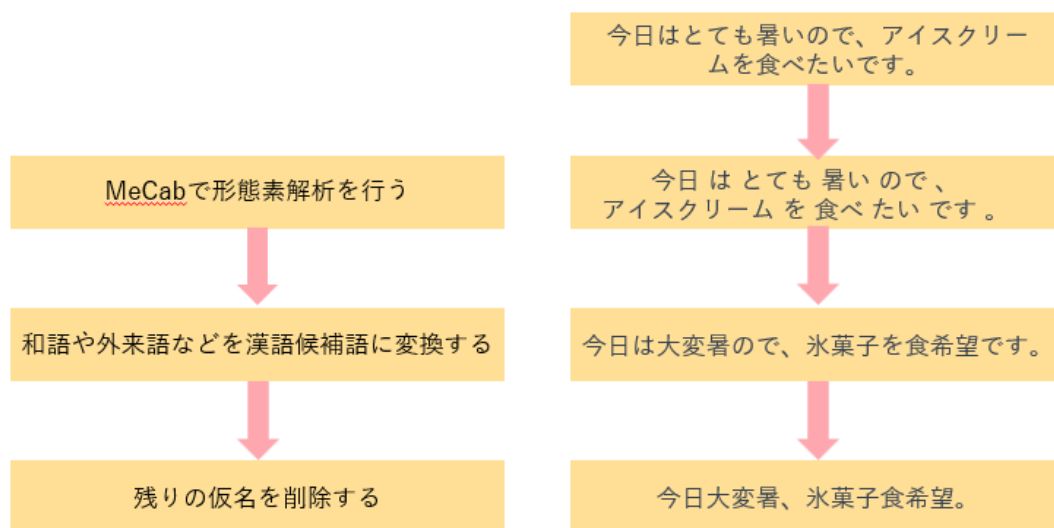


図2 偽中国語変換の例

このようにして生成された偽中国語文は、見た目が中国語に似ており、文脈から日本語と中国語の両方を理解する者が意味を推測しやすいものとなる。形態素解析を通じて得られる詳細な言語情報を活用することで、高精度な偽中国語の生成が可能となる。本節では、主に上記のステップ2とステップ3の内容について議論する。以下に具体的な内容の説明を示す。

3.1.1 形態素解析による品詞抽出

形態素解析は、自然言語処理において重要な技術の一つであり、文章を意味の最小単位である形態素に分解するプロセスである。この技術は、言語理解、機械翻訳、情報検索、テキストマイニングなど、さまざまな分野で利用されている。形態素解析を行うことで、文中の各単語の品詞、基本形、発音、意味などの詳細な情報を抽出することが可能となり、テキストの構造と内容をより深く理解する手助けとなる。

本研究では、形態素解析エンジンとして広く使用されている MeCab を用いて、日本語テキストを詳細に分析する。MeCab は、高い精度と処理速度を持つ形態素解析ツールであり、日本語の文法規則や語彙に基づいて入力テキストを形態素に分割し、各形態素の品詞情報や基本形を抽出する。

以下に、具体的な形態素解析の手順とその応用について説明する。

1. 形態素の分割：MeCab を使用して、入力された日本語文を形態素に分割する。例えば、「私は明日、ゲームをしたいです」という文を解析すると、「私」「は」「明日」「ゲーム」「を」「し」「たい」「です」といった形

態素に分割される。

2. 品詞情報の付与: 各形態素に対して品詞情報を付与する。例えば、「私」は名詞, 「は」は助詞, 「し」は動詞, 「たい」は助動詞というように, 各形態素の役割が明示される。
3. 基本形の抽出: 動詞や形容詞などの形態素については, その基本形も抽出される。例えば, 「したい」は「する」の基本形に対応する。これにより, 形態素が文中でどのように変化しているかを理解することができる。

具体的な形態素解析の実現コードは付録 A.1 に掲載する。

出力結果は以下の図 1 に示す:

```
表層形: , 基本形: *, 品詞: BOS/EOS, 特徴: ['*', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: 私, 基本形: 私, 品詞: 名詞, 特徴: ['代名詞', '一般', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: は, 基本形: は, 品詞: 助詞, 特徴: ['係助詞', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: 明日, 基本形: 明日, 品詞: 名詞, 特徴: ['副詞可能', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: 、, 基本形: 、, 品詞: 記号, 特徴: ['読点', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: ゲーム, 基本形: ゲーム, 品詞: 名詞, 特徴: ['一般', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: を, 基本形: を, 品詞: 助詞, 特徴: ['格助詞', '一般', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: し, 基本形: する, 品詞: 動詞, 特徴: ['自立', '*', '*', 'サ変・スル', '連用形', 'する', 'シ', 'シ']
表層形: たい, 基本形: たい, 品詞: 助動詞, 特徴: ['*', '*', '*', '特殊・タイ', '基本形', 'たい', 'タイ', 'タイ']
表層形: です, 基本形: です, 品詞: 助動詞, 特徴: ['*', '*', '*', '特殊・デス', '基本形', 'です', 'デス', 'デス']
表層形: 。, 基本形: 。, 品詞: 記号, 特徴: ['句点', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
表層形: , 基本形: *, 品詞: BOS/EOS, 特徴: ['*', '*', '*', '*', '*', '*', '*', '*']
```

図 1 出力結果

MeCab を用いて日本語文を形態素解析し, 各単語の品詞情報を抽出する。解析結果には, 表層形 (実際に文章中に現れる形), 基本形 (辞書に載っている形), 品詞 (名詞, 動詞, 助詞など), およびその他の特徴が含まれる。以下は, 形態素解析結果から抽出される主な情報である:

1. 表層形と基本形: 各単語の表層形と基本形を取得することで, 単語の変換や対応する漢字への置換を行う際の基礎情報となる。例えば, 「私」は表層形も基本形も「私」であり, 「し」の基本形は「する」である。
2. 品詞情報: 品詞情報を用いることで, 単語の文法的な役割を特定し, 適切な変換ルールを適用する。例えば, 「私」は名詞, 「は」は助詞, 「する」は動詞である。
3. その他の特徴: 形態素解析の結果には, 単語の詳細な文法情報も含まれる。これらの情報は, 動詞の活用形や助動詞の処理など, さらに細かい変換ルールを適用する際に使用される。

これらの情報を基にして, 日本語文を効率的かつ正確に偽中国語に変換することが可能となる。

本研究では、形態素解析を利用してまず日本語テキストを詳細に分析し、その結果を基に日本語文を偽中国語に変換するシステムを構築することを目指している。形態素解析により得られる品詞情報や基本形のデータを用いて、適切な漢字への置換や仮名の削除を行うことで、高精度な偽中国語文の生成を実現する。このプロセスを通じて、形態素解析が偽中国語変換の基盤技術として重要な役割を果たすことを示している。

3.1.2 漢字候補への置換

本研究では、日本語の語彙を和語、漢語、外来語の三つの部分に分類し、それぞれを偽中国語に変換する方法を採用している。このプロセスを詳細に説明する。

1. 和語の変換

和語は日本固有の語彙であり、主にひらがなや漢字で書かれる。変換プロセスでは、形態素解析を通じて抽出された和語を、プログラム内で直接漢字に置換する。例えば、「とき」は「時」に、「もの」は「物」に変換される。この変換は、形態素解析によって得られる基本形や品詞情報を基に自動的に行われる。表2は変換規則の一部であり、平仮名を漢字に変換するために使用されます。

表2 和語-漢語の変換規則の一部

和語	漢語
この、これ	此
ここ	此处
その、それ	其
そこ	其処
および、と	及
でも、しかし	然
も	亦
とき	時
もの	物

2. 外来語の変換

外来語は主にカタカナで表記され、多くが英語からの借用語である。これらの語彙は、意味が近い漢字や漢語に置き換えるために、事前に作成した外来語-漢語変換辞書を使用する。本研究では、外来語の変換に際して、以下のプロセスを経る。

まず、形態素解析を通じて文章中の外来語を抽出する。次に、外来語-漢語変換辞書を用いて、これらの外来語を適切な漢字表記に変換する。例えば、「コンピュータ」は「計算機」に、「テレビ」は「電視」に変換される。この辞書は、プログラムに組み込まれており、外来語が検出されると自動的に対応する漢字に置換されるようになっている。以下の表3に、外来語-漢語変換辞書の一部を示す。

表3 外来語-漢語変換辞書の一部

外来語	漢語
アイ	目
アイアイ	指猿
アイアン	鉄
アイコン	図像
アイコンタクト	目配
アイシング	氷冷
アイス	氷
アイスエイジ	氷河期
アイスクリーム	氷菓子
アイソトープ	同位体

辞書の内容は「カタカナ言語の言い換え辞書」に由来する（図3）。

カタカナ	漢字&ひらがな
ア	
アイ	目
アイアイ	指猿
アイアン	鉄
アイコン	図像
アイコンタクト	目配せ
アイシング	氷冷
アイス	氷

図3 カタカナ言語の言い換え辞書の一部¹

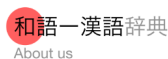
このように、外来語を辞書を用いて漢字に変換することで、文中の外来語を正確に偽中国語に変換することができる。また、この辞書は、プログラム内で容易に更新可能であり、新たな外来語が追加された場合で

¹ <https://www.catincat.jp/information/katakana.html#%E3%82%AB>

も、迅速に対応することができる。

3. その他の単語の手動変換

プログラムによる自動変換では対応しきれない特殊な単語や表現については、手動での変換が必要となることがある。例えば、「わかる」は「理解」に、「さがす」は「捜査」に変換される。これは、文脈に基づいた適切な漢字選択や意味の調整を行うためであり、特に文学的な表現や専門用語に多く見られる。一部の単語は和語-漢語辞典に使われている(図4)。



Searching for 'さがす'

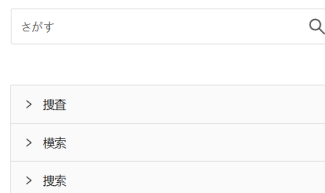


図4 和語-漢語辞典¹

3.1.3 助動詞の処理

日本語の文法において、助動詞は動詞や形容詞の後に付くことで、時制や態、否定などを表現する重要な役割を果たす。助動詞は文全体の意味を大きく左右するため、偽中国語への変換においても適切に処理することが求められる。本研究では、形態素解析を用いて得られた情報を基に、助動詞を処理する。

日本語には多くの助動詞が存在し、それぞれが異なる文法的な役割を果たす。例えば、「～たい」は願望を表し、「～た」は過去形を示し、「～ない」は否定を示す。これらの助動詞は、動詞や形容詞の後に付くことで文の意味を補完する。図5は日本語の中でよく使われる助動詞を示している。

¹ <https://dict-52c9a.web.app/>

助動詞の意味による分類表

分類	助動詞
受け身・可能・自発・尊敬	れる・られる
使役	せる・させる
打ち消し	ない・ぬ
推量・意思	う・よう
打ち消しの推量・打ち消しの意思	まい
希望	たい・たがる
丁寧	ます
過去・完了・存続・確認	た・だ
様態・伝聞	そうだ・そうです
たとえ・推定・例示	ようだ・ようです
推定	らしい
断定	だ
丁寧な断定	です

図5 日本語の中でよく使われる助動詞¹

以下に、主要な助動詞とその変換方法を示す。

1. 願望の表現「～たい」

処理方法：「～たい」は願望を表す助動詞であり、「希望」という漢字に置き換える。

例：「ゲームをしたい」→「ゲームを希望」

2. 過去形の表現「～た」

処理方法：「～た」は過去形を表す助動詞であり、「了」という漢字に置き換

¹ https://wordrabbit.jp/grammar/auxiliary_verb

える。

例：「食べた」→「食了」

3. 否定の表現「～ない」

処理方法：「～ない」は否定を表す助動詞であり、「否定」という漢字に置き換える。ただし、「無」や「不」など文脈に応じて適切な漢字に変換する。

例：「食べない」→「食否定」

4. 受身形の表現「～れる／られる」

処理方法：「～れる／られる」は受身形を表す助動詞であり、「受」という漢字に置き換える。

例：「見られる」→「見受」

5. 使役形の表現「～せる／させる」

処理方法：「～せる／させる」は使役形を表す助動詞であり、「使」という漢字に置き換える。

例：「食べさせる」→「食使」

助動詞の処理手順は、まず形態素解析を通じて入力文を形態素に分割し、各助動詞の位置と役割を特定することから始まる。次に、特定された助動詞を対応する漢字に置き換え、例えば「したい」は「希望」に変換される。最後に、助動詞の置換が完了した後、文全体を再構築し、仮名を削除して漢字のみの偽中国語文を生成する。表4はコード中で助動詞の変換に関する部分を示している。

表4 助動詞の変換

助動詞	漢字
られる、れる	受
らしい、かもしれない、できる	可能
せる、させる	使
たい	希望
ない	否定

形態素解析を通じて得られる詳細な言語情報を活用することで、高精度な偽中国語の生成が可能となる。助動詞の変換後に残っている仮名をすべて消去することで、最終的に見た目が中国語に近い偽中国語文が完成する。このプロセスにより、日本語の文脈や意味を正確に保持しつつ、視覚的に中国語に似た文章を生成することができる。

第4章 実験

本章は、日本語-偽中国語変換システムの効果を評価するために行った実験の詳細について説明する。本実験は三つの部分に分けられており、まず実験の目的と参加者の概要について述べる。次に、実験の具体的なデザインと手順について詳述する。最後に、実験結果の評価方法と分析手法について説明する。これらのステップを通じて、偽中国語変換システムが日本語学習に与える影響を明確にし、その有用性を検証する。

4.1 実験の目的

本研究の実験の目的は、「日本語-偽中国語変換システム」が中国語母語話者の日本語学習に与える効果を評価することである。特に、このシステムが日本語の基礎的な語彙と構文構造の理解にどの程度役立つかを明らかにすることを目指している。また、初級学習者と上級学習者のどちらに対してより大きな効果をもたらすかを検証することも目的の一つである。この実験を通じて、偽中国語を利用した学習方法が日本語学習の効率を向上させるかどうかを明らかにする。

4.2 実験設計

本節では、日本語-偽中国語変換システムが中国語母語話者の日本語学習に与える効果を評価するために実施した実験の設計について説明する。まず、被験者の選定方法について述べ、次に具体的な実験手順を説明する。これにより、実験の全体像と評価方法を明確にする。

4.2.1 被験者

実験の参加者は、日本語を学習している中国語母語話者から選定した。参加者は、日本語能力試験 (JLPT) のレベルに応じて初級グループ (N5 レベル) と上級グループ (N2 レベル) の 2 つのグループに分けられる。各グループは実験グループと対照グループに分かれ、それぞれ 6 名ずつ参加する。初級グループは N5-N4 程度のテストと学習を行い、上級グループは N2-N1 程度のテストと学習を行う。このように参加者を選定することで、偽中国語変換システムが異なる日本語学習レベルの学習者に対してどのような効果をもたらすかを多角的に評価することができる。

4.2.2 実験手順

本実験は、日本語-偽中国語変換システムが中国語母語話者の日本語学習に与える効果を評価するために設計された。参加者は日本語を学習している中国語母語者 12 名で、初級グループ (N5 レベル) と上級グループ (N2 レベル) の 2 つのグループに分けられる。各グループはさらに実験グループと対照グループに分けられ、それぞれ 3 名ずつ参加する。実験に使用するテキストと問題は、すべて日本語能力試験 (JLPT) の過去問題から抽出されたものである。初級グループには N5-N4 レベルのテキストと問題を使用する (N5 レベル 2 問と N4 レベル 8 問)。上級グループには N2-N1 レベルのテキストと問題を使用する (N2 レベル 5 問と N1 レベル 5 問)。具体的な手順は以下の通り。

1. 事前テスト

実験開始前に、すべての参加者に事前テストを実施し、各自の日本語能力を評価する。このテストの内容は JLPT の過去問題から出題される。事前テストの時間は 20 分であり、この結果は、学習後の事後テストと比較するための基準値となる。

2. 学習過程

参加者は、実験グループと対照グループに分かれて学習を行う。実験グループの参加者には、日本語と偽中国語併記で学習する。対照グループの参加者には、日本語原文のみで学習する。学習に使用するテキストは、JLPT の過去問題から選定されたものであり、初級グループには N5-N4 レベル、上級グループには N2-N1 レベルのテキストを使用する。学習の時間は 20 分であり、参加者は提供されたテキストを通じて日本語の語彙や文法構造の理解を深めることを目的としている。

3. 事後テスト

学習後、参加者に対して事後テストを実施する。事後テストも事前テストと同様に、JLPT の過去問題から出題される。事後テストの時間も 20 分であり、事前テストの結果と比較され、学習効果を定量的に評価するために使用される。

以下に事前テストの例を示す。なお、事前テストと事後テストの形式は同様である。

国際宇宙ステーションは、地球から約 400km 離れたところを回る巨大な有人実験室施設である。宇宙では、地球から運ばれる水はコップ 1 杯 30~40 万円相当するほど高価なものとなるが、2008 年に、ステーションで使用した水をリサイクルする装置が設置された。再生された水は飲料水や実験のほか、酸素を作り出すのにも使われる。いずれ装置が完全に機能すれば、地球から新たに水を運ぶことも不要になる。

再生装置が完全に機能すると、国際宇宙ステーションで使われる水はどのように述べているか。

1. 実験や酸素を作るときには地球から運ばれた水が使用される。
2. 使用後の水はリサイクルされ、再生装置からすべて供給される。
3. 飲料水は地球からの水を使用し、ほかは再生装置から供給される。
4. 地球から運ばれる水と再生装置で作られた水の両方が使用される。

以下に学習テキストの例を示す。学習テキストも事前・事後テストと同様の形式の問題を使用し、実験グループは日本語原文と偽中国語の問題を使用し、対照グループは日本語原文のみを使用する。

アイスクリームは、夏に食べるととてもおいしいですが、私は寒い冬でも時々食べます。夏は毎日食べるので安いものしか買いませんが、冬は高いものを買います。暖かい部屋でいいアイスクリームを食べるのが、私の楽しみなのです。

氷菓子、夏食美味、我寒冬亦時々食。夏毎日食原因安物買、冬高物買。暖部屋氷菓子食、我楽。

私の楽しみは何ですか。

1. 夏にアイスクリームを食べること
2. 夏に毎日アイスクリームを食べること
3. 冬に暖かい部屋で毎日アイスクリームを食べること
4. 冬に暖かい部屋で高いアイスクリームを食べること

我楽何。

1. 夏氷菓子食
2. 夏毎日氷菓子食
3. 冬暖部屋毎日氷菓子食
4. 冬暖部屋高氷菓子食

本実験の手順により，偽中国語変換システムが日本語学習にどのような影響を与えるかを多角的に評価することができる。特に，初級学習者と上級学習者のそれぞれに対する効果を明確にし，システムの有用性を検証する。

4.3 評価手法

本実験では，偽中国語変換システムが日本語学習に与える影響を評価するために，客観的評価と主観的評価の二つの方法を採用し，それぞれのデータを分析するための手法を用いている。以下に，具体的な評価方法と分析手法について説明する。

4.3.1 客観的評価

客観的評価は，事前テストと事後テストの結果を基に参加者の日本語能力を評価するものである。これらのテストは日本語能力試験（JLPT）の過去問題から出題され，学習前後の成績を直接比較することで学習効果を測定する。各参加者のテスト結果を点数化し，その変化を分析することで，偽中国語変換システムの効果を定量的に評価する。この方法により，具体的な数値データを得ることができ，システムの効果を明確に示すことが可能となる。

4.3.2 主観的評価

主観的評価には，NASA-TLX（NASA Task Load Index）を用いて行う。NASA-TLXは，精神的・身体的要求，時間的要求，努力，効率，不満の6つの側面から負荷を評価するツールであり，学習中の認知的負荷を詳細に測定するために利用される。各側面について5段階（20，40，60，80，100）の評価を行い，15のペアごとに負荷が大きい方を選び，選択回数を重み係数として計算する。この方法により，学習者がどれだけの精神的・身体的負担を感じたかを定量的に把握し，システムの使いやすさと学習の効率性を評価するための重要なデータを得ることができる。具体的な6つの指標は以下の表5に示されている[4]。

表5 NASA-TLX の6つの指標

精神的な要求	問題を解く際、どの程度精神的な集中や労力を必要としましたか？
身体的な要求	問題を解いている間、どれだけ身体を動かしましたか？
タイムプレッシャー (時間的な要求)	時間に余裕を持って問題を解けましたか、それとも時間に追われて解きましたか？
努力	問題を解くにあたり、どの程度一生懸命に取り組みましたか？
作業成績	問題を解くにあたり、自分がどれだけ正解していると思いますか？
フラストレーション (不満)	問題を解いている間、不安やストレスをどの程度感じましたか？あるいは、どの程度安心感や満足感を感じましたか？

これらの指標に基づき、5段階評価（20, 40, 60, 80, 100）を行い、各要因の評定値を v_i とする。次に、6つの指標の15ペアで負荷が大きい方を選び、各指標の選択回数（0～5）を重み係数 ω_i とする。最後に、評定値 v_i と重み係数 ω_i を用いて、以下の式で平均値 W を計算する。

$$W = \frac{\sum_{i=1}^6 (\omega_i \times v_i)}{\sum_{i=1}^6 \omega_i}$$

この評価手順を通じて、学習中の認知的負荷の詳細なデータを収集し、システムの使いやすさと学習の効率性を評価することができる。この結果により、偽中国語変換システムの有効性を多角的に検証し、システムの改良点や効果的な活用方法を探ることが可能となる。

4.3.3 分析手法

実験結果の分析には、統計的手法であるt検定を用いる。t検定は、二つのグループ間の平均値の差が有意であるかどうかを判断するための統計手法であり、対応ありt検定と対応なしt検定に分類される[5]。対応ありt検定は、同じサンプルの異なる時点のデータを比較し、その平均値の差が有意であるかどうかを判定する統計手法である。具体的な手順として、まず事前テストと事後テストの成績差を計算し、各参加者の成績差の平均値を求める。次に、成績差の分散（標準偏差の二乗）を計算し、サンプルサイズに応じた自由度（ d_f ）を計算する。その後、自由度に基づいて対応するt値を導出する。グループ内の差異が小さく、

グループ間の差異が大きいほど t 値が大きくなる。

最終的に、計算された t 値を t 臨界値と比較する。t 臨界値は自由度と事前に設定された有意水準（一般的には 0.05）に基づいて決定される。この比較には、片側検定と両側検定という 2 つの方法がある。片側検定は、仮説が特定の方向性を持つ場合に用いられ、例えば平均値がある特定の値よりも大きい、または小さいことを検証する際に使用される。一方、両側検定は、仮説が特定の方向性を持たず、平均値が特定の値と異なるかどうかを検証する場合に用いられる。有意水準が 0.05 以下の場合、結果が偶然である確率は 5%未満であり、統計的に有意であると判断する。言い換えると、計算された t 値が t 臨界値より大きい場合、結果が偶然によるものではないことを示し、統計的に有意であると判断される。

対応あり t 検定における t 値の計算は以下の式で行われる：

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n}}}$$

ここで、 \bar{d} は成績差の平均値、 s_d は成績差の標準偏差（ s_d^2 は成績差の分散）、 n はサンプルサイズである。t 値を計算することで、成績差の有意性を判断することができる。また、自由度（ d_f ）は次の式で計算される：

$$d_f = n - 1$$

計算された t 値と自由度を使用して、対応する p 値を求める。p 値は、観測されたデータが帰無仮説の下で観測される確率を表す。p 値を求めるには、t 分布表を使用するか、統計ソフトウェアを使用する。t 分布表を使用する場合、計算された t 値と対応する自由度をもとに、p 値を見つける。t 分布表は附録 A.2 に詳述されている。

最後に、求められた p 値を事前に設定した有意水準（通常は 0.05）と比較する。p 値が有意水準以下の場合、帰無仮説を棄却し、二つの平均値の差が有意であると判断する。一方、p 値が有意水準を超える場合、帰無仮説を棄却せず、二つの平均値の差が有意でないと判断する。

この t 検定により、学習前後の成績差が偶然の産物ではなく、偽中国語変換システムによる学習効果の実証される。これにより、システムの有効性を科学的に評価し、教育現場での実用性を確認することができる。

第5章 結果と評価

本章では、実験の結果とその評価について述べる。実験の目的は、偽中国語変換システムが中国語母語話者の日本語学習にどのような影響を与えるかを明らかにすることである。評価は、実験参加者の客観的な得点と主観的な感受に基づいて行われた。客観的評価は事前テストと事後テストの得点差を比較することで学習効果を測定し、主観的評価は学習者の認知的負荷や学習感受を測定するために行われた。以下に、それぞれの結果と評価について詳述する。

5.1 学習前後の得点の比較

四つのグループに対して事前テストと事後テストを実施し、問題は日本語能力試験の過去問を使用した。初級グループのテストの結果は以下の通りである。

表6 初級グループ（実験グループ）の結果

被験者	被験者 1	被験者 2	被験者 3
事前テスト (N5)	10/20	10/20	20/20
事前テスト (N4)	50/80	20/80	60/80
事前テスト (総得点)	60/100	30/100	80/100
事後テスト (N5)	20/20	10/20	20/20
事後テスト (N4)	70/80	50/80	80/80
事後テスト (総得点)	90/100	60/100	100/100

表7 初級グループ（対照グループ）の結果

被験者	被験者 1	被験者 2	被験者 3
事前テスト (N5)	10/20	10/20	10/20
事前テスト (N4)	10/80	10/80	30/80
事前テスト (総得点)	20/100	20/100	40/100
事後テスト (N5)	0/20	10/20	10/20
事後テスト (N4)	20/80	30/80	40/80
事後テスト (総得点)	20/100	40/100	50/100

Excel を用いた対応あり t 検定の結果、以下の p 値が得られました：

- 実験グループの p 値：
N5 レベル：0.211325
N4 レベル：0.009902

総合成績 : 0.007634 (図 6)

- 対照グループの p 値 :

N5 レベル : 0.211325

N4 レベル : 0.028595

総合成績 : 0.112702 (図 7)

結果の解釈は以下である.

- N5 レベル :

実験グループと対照グループの両方で, N5 レベルの p 値は 0.211325 であり, いずれも 0.05 を超えている. この結果は, N5 レベルにおいて, 実験グループと対照グループの間に統計的に有意な差がないことを示している. つまり, 偽中国語システムの使用が N5 レベルの学習効果に有意な影響を与えていないことを意味する.

- N4 レベル :

実験グループの N4 レベルの p 値は 0.009902 であり, 0.05 未満であるため, 結果は有意である. 一方, 対照グループの N4 レベルの p 値は 0.028595 であり, こちらも 0.05 未満であるため, 結果は有意である. この結果は, N4 レベルにおいて, 実験グループと対照グループの両方で学習効果が有意に向上したことを示している. 特に, 実験グループの p 値が対照グループよりも小さいことから, 偽中国語システムの使用が N4 レベルの学習効果をより大きく向上させた可能性が示唆される.

- 総合成績 :

実験グループの総合成績の p 値は 0.007634 であり, 0.05 未満であるため, 結果は有意である. 一方, 対照グループの総合成績の p 値は 0.112702 であり, 0.05 を超えているため, 結果は有意ではない. この結果は, 総合的に見て, 実験グループにおいて偽中国語システムの使用が学習効果を有意に向上させたことを示している. 対照グループでは有意な差が見られなかったことから, 偽中国語システムの効果が特に顕著であったことが分かる.

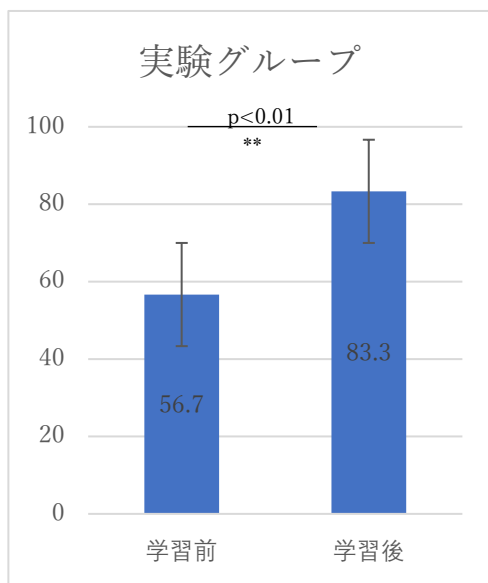


図 6 (左) 実験グループの学習前と学習後の比較 (初級)

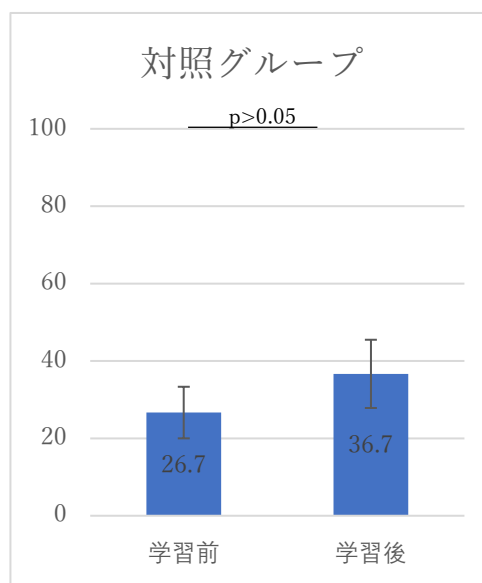


図 7 (右) 対照グループの学習前と学習後の比較 (初級)

以上の結果から、偽中国語システムの使用は、N4 レベルおよび総合的な学習効果に対して有意な積極的影響を与える一方で、N5 レベルに対しては有意な影響を与えていないことが分かる。特に、N4 レベルにおいて、偽中国語システムの使用が学習効果をより大きく向上させた可能性が示唆されている。

上級グループのテストの結果は以下の通りである。

表 8 上級グループ (実験グループ) の結果

被験者	被験者 1	被験者 2	被験者 3
事前テスト (N2)	20/50	30/50	40/50
事前テスト (N1)	40/50	40/50	20/50
事前テスト (総得点)	60/100	70/100	60/100
事後テスト (N2)	50/50	50/50	40/20
事後テスト (N1)	40/50	40/50	40/80
事後テスト (総得点)	90/100	90/100	80/100

表9 上級グループ（対照グループ）の結果

被験者	被験者 1	被験者 2	被験者 3
事前テスト (N2)	10/50	30/50	30/50
事前テスト (N1)	20/50	20/50	10/50
事前テスト (総得点)	30/100	50/100	40/100
事後テスト (N2)	20/50	30/50	20/50
事後テスト (N1)	20/50	30/50	20/50
事後テスト (総得点)	40/100	60/100	40/100

Excel を用いた対応あり t 検定の結果、以下の p 値が得られました：

- 実験グループの p 値：
 - N2 レベル：0.09968
 - N1 レベル：0.211325
 - 総合成績：0.009902（図8）
- 対照グループの p 値：
 - N2 レベル：0.5
 - N1 レベル：0.091752
 - 総合成績：0.091752（図9）

結果の解釈は以下である。

- N2 レベル：

実験グループの N2 レベルの p 値は 0.09968 であり、対照グループの p 値は 0.5 である。いずれも 0.05 を超えているため、N2 レベルにおいて、実験グループと対照グループの間に統計的に有意な差がないことを示している。つまり、偽中国語システムの使用が N2 レベルの学習効果に有意な影響を与えていないことを意味する。
- N1 レベル：

実験グループの N1 レベルの p 値は 0.211325 であり、対照グループの p 値は 0.091752 である。いずれも 0.05 を超えているため、N1 レベルにおいて、実験グループと対照グループの間に統計的に有意な差がないことを示している。つまり、偽中国語システムの使用が N1 レベルの学習効果に有意な影響を与えていないことを意味する。
- 総合成績：

実験グループの総合成績の p 値は 0.009902 であり、0.05 未満であるため、結果は有意である。一方、対照グループの総合成績の p 値は 0.091752 であり、0.05 を超えているため、結果は有意ではない。この結果は、総合的に見て、実験グループにおいて偽中国語システムの使用が学習効果を有意に向上させたことを示している。対照グループでは有意な差が見られなかったことから、偽中国語システムの効果が特に顕著であったことが分かる。

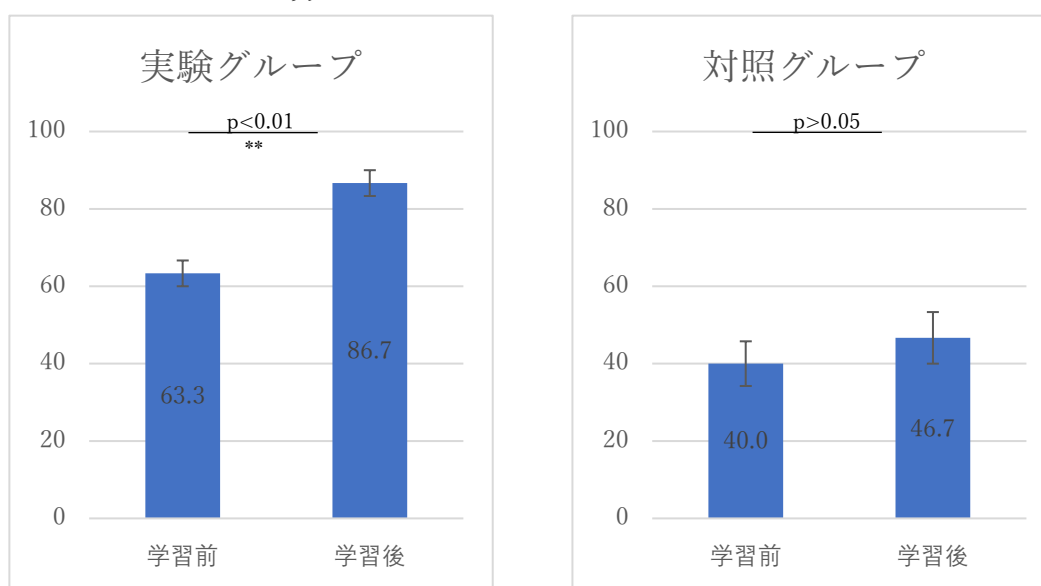


図 8 (左) 実験グループの学習前と学習後の比較 (上級)

図 9 (右) 対照グループの学習前と学習後の比較 (上級)

以上の結果から、偽中国語システムの使用は、N2 および N1 レベルにおいては有意な影響を与えていないが、総合的な学習効果に対して有意な積極的影響を与えることが分かる。特に、総合成績において、偽中国語システムの使用が学習効果を有意に向上させた可能性が示唆されている。

偽中国語システムが日本語学習に対して有効かどうかをさらに確認するために、初級グループと上級グループの結果をそれぞれ分析した。具体的には、対照グループと実験グループの学習前後の総合成績の差を計算し、その差について対応なし t 検定を行った。対応なし t 検定は、対応あり t 検定と似ているが、計算公式が少し異なる。以下に、対応なし t 検定の t 値と自由度 (d_f) の計算公式を示す：

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$d_f = n_1 + n_2 - 2$$

\bar{X}_1 と \bar{X}_2 はそれぞれ二つのサンプル群の平均値を表し、 s_1^2 と s_2^2 はそれぞれ二つのサンプル群の分散を表し、 n_1 と n_2 はそれぞれ二つのサンプル群のサンプル数を表す。

結果は、初級グループの p 値は 0.033383 であり、上級グループの p 値は 0.012055 である。いずれも 0.05 未満であるため、これらの結果は統計的に有意であると判断される。これにより、偽中国語システムが初級および上級の学習者に対して有意な学習効果をもたらしたことが示唆される。

初級グループおよび上級グループの分析結果から、偽中国語システムの使用は日本語学習に対して有効であることが統計的に証明された。初級グループの p 値が 0.033383 (図 1 0)、上級グループの p 値が 0.012055 であり (図 1 1)、いずれも有意水準 0.05 を下回っている。これらの結果は、偽中国語システムが両グループに対して有意な学習効果を示したことを示している。

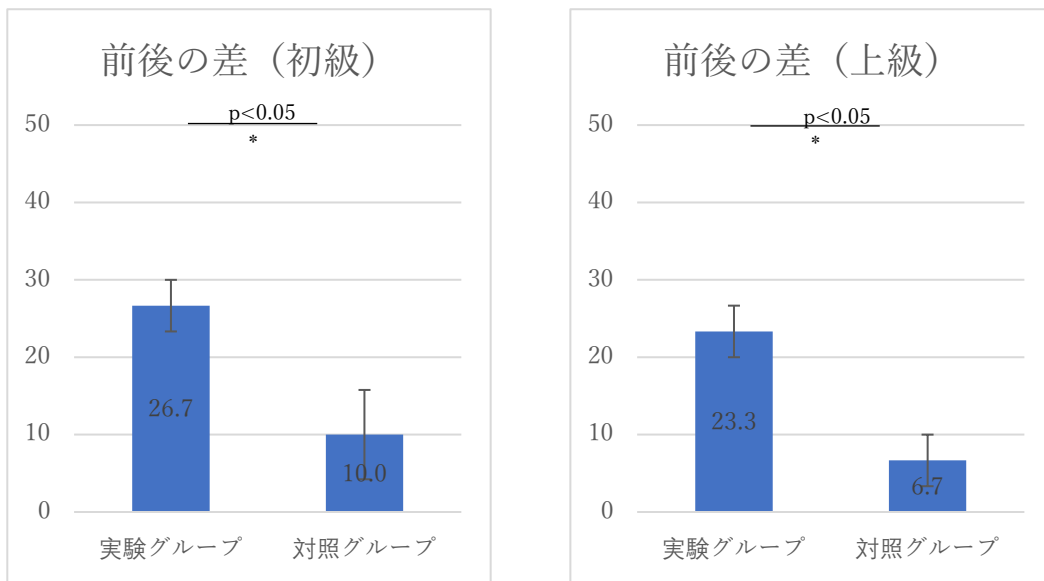


図 1 0 (左) 初級グループの学習前後の差

図 1 1 (右) 上級グループの学習前後の差

最後に、上級グループと初級グループの実験グループの結果を統合して比較するために、対応なし t 検定を使用した。この検定の目的は、偽中国語システムが異なる学習レベルにおいて同様の効果を発揮するかどうかを確認することで

ある。検定の結果、p 値は 0.518519 となった (図 1 2)。

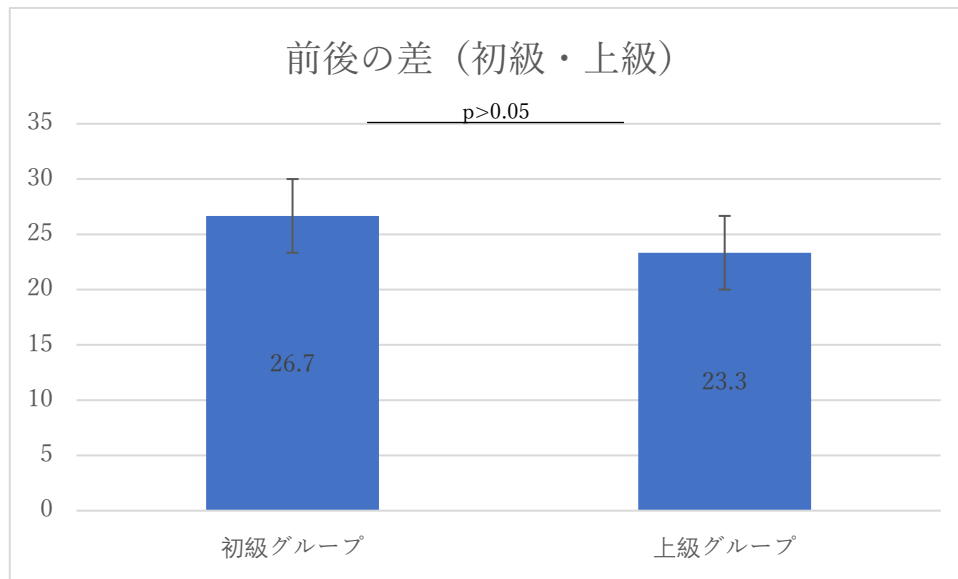


図 1 2 初級グループと上級グループの比較

この p 値は 0.05 を大きく上回っているため、結果は統計的に有意ではない。つまり、上級グループと初級グループの間で、偽中国語システムの効果に有意な差が見られなかったことを示している。この結果から、偽中国語システムが異なる学習レベルにおいて一貫した効果を発揮している可能性が示唆されるが、更なる検証が必要である。

5.2 学習前後の認知負荷の比較

NASA-TLX を使用して被験者が実験中に感じた主観的なストレス度を測定した。具体的な結果は付録 A.3 に示されている。表 10 は得られた総合結果のデータである。

表 10 総合結果

グループ	受験者	学習前	学習後	差分値
初級グループ	実験 1	72.0000	53.3333	18.6667
	実験 2	78.6667	57.3333	21.3334
	実験 3	65.3333	52.0000	13.3333
	対照 1	78.6667	84.0000	-5.3333
	対照 2	49.3333	41.3333	8.0000
	対照 3	66.6667	54.6667	12.0000
上級グループ	実験 1	80.0000	72.0000	8.0000
	実験 2	76.0000	74.6667	1.3333
	実験 3	46.6667	37.3333	9.3334
	対照 1	68.0000	64.0000	4.0000
	対照 2	65.3333	54.6667	10.6666
	対照 3	66.6667	64.0000	2.6667

偽中国語システムの学習効果を評価するために、3つの異なる t 検定を実施した。各検定の目的と結果は以下の通りである。

1. グループ内の対応あり t 検定

まず、初級グループと上級グループの実験グループおよび対照グループそれぞれについて、学習前後の成績差を分析した。このステップの目的は、各グループにおいて学習前後の主観的なストレスが低下しているかどうかを検証することである。対応あり t 検定の結果は以下の通りである：

- 初級グループの実験グループ：p 値 = 0.008527（有意）
- 初級グループの対照グループ：p 値 = 0.224655（有意でない）
- 上級グループの実験グループ：p 値 = 0.0642（有意でない）
- 上級グループの対照グループ：p 値 = 0.07233（有意でない）

これらの結果から、初級グループの実験グループのみが学習前後で統計的に有意な成績向上を示したことが分かる。

2. グループ間の対応なし t 検定（片側検定）

次に、初級グループと上級グループのそれぞれについて、実験グループと対照グループの成績差を比較した。このステップの目的は、偽中国語システムが異なるレベルの日本語学習に対して有効かどうかを検証することである。対応なし t 検定（片側検定）の結果は以下の通りである：

- 初級グループ（図 1 3）：p 値 = 0.044111（有意）
- 上級グループ（図 1 4）：p 値 = 0.452532（有意でない）

この結果は、初級グループにおいて、偽中国語システムの使用が学習効果に有意な影響を与えたことを示している。一方、上級グループでは有意な差が見られなかった。

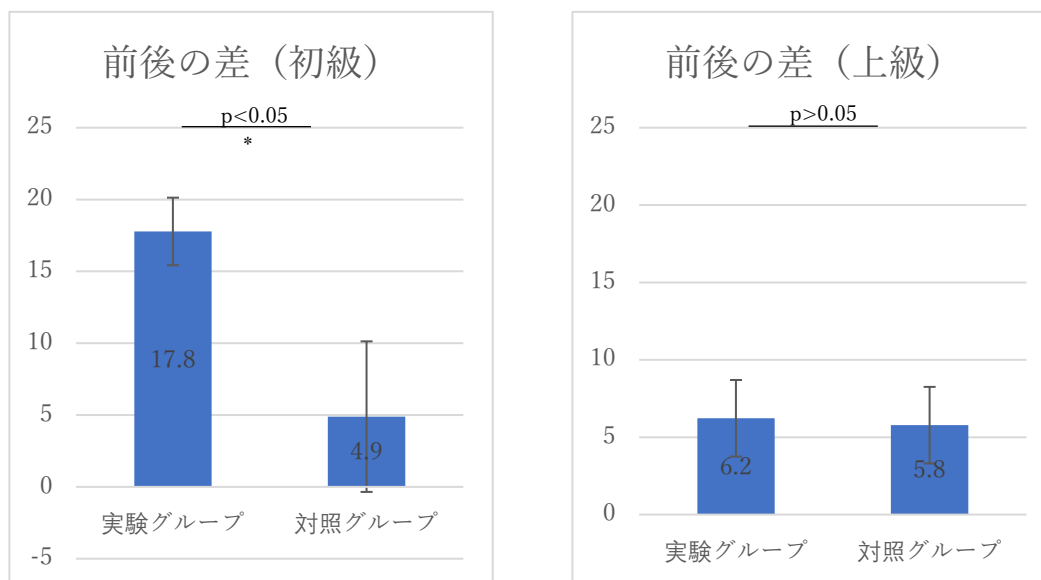


図 1 3 (左) 初級グループの学習前後の差

図 1 4 (右) 上級グループの学習前後の差

3. 初級グループと上級グループの実験グループ比較 (両側検定)

最後に、初級グループと上級グループの実験グループ間で学習効果の比較を行った。このステップの目的は、偽中国語システムがどのレベルの日本語学習に対してより効果的であるかを検証することである。対応なし t 検定 (両側検定) の結果は以下の通りである (図 1 5) :

- p 値 = 0.027661 (有意)

この結果から、初級グループの方が上級グループよりも学習効果が高いことが統計的に示された。

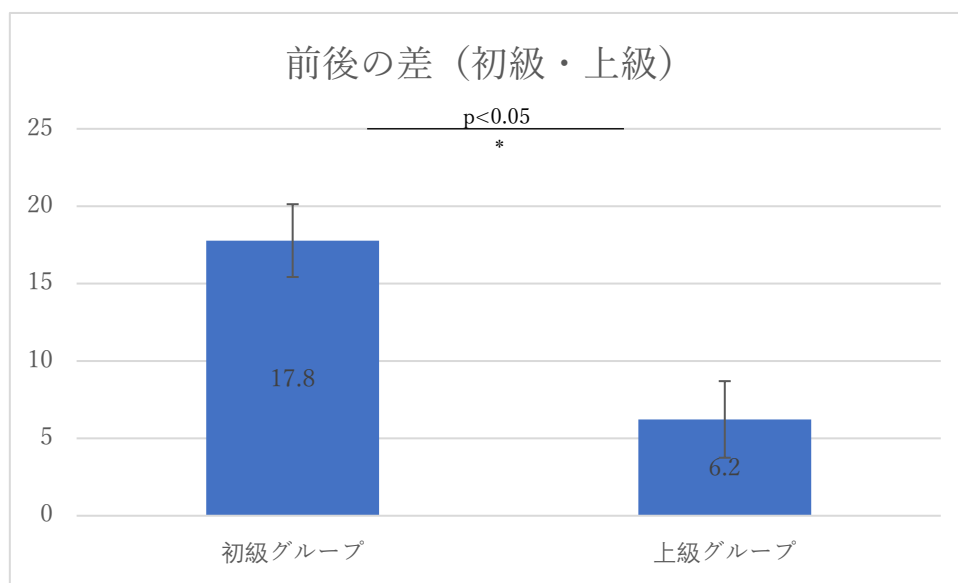


図 1 5 初級グループと上級グループの比較

この分析は、被験者が問題に対して感じる主観的なストレスの角度から、初級グループにおける偽中国語システムの有効性を実証している。以上の分析結果を総合すると、偽中国語システムは特に初級グループに対して有意な学習効果をもたらすことが分かる。上級グループに対しては有意な効果が確認されなかったが、総合的に見て初級グループでの学習効果がより顕著であることが示された。

第6章 考察

本研究の結果を基に、偽中国語システムが日本語学習に与える影響を多角的に評価した。特に、客観的な学習成績と主観的なストレスの両面から分析を行い、各グループにおける学習効果を詳細に検討した。

初級グループにおいて、偽中国語システムの使用はN4 レベルおよび総合成績において有意な学習効果を示した。特に、N4 レベルではp 値が0.009902 と有意水準0.05 を大きく下回り、統計的に有意な差が認められた。これは、偽中国語システムが初級学習者に対して効果的な学習支援ツールであることを示している。一方、N5 レベルでは有意な差が見られなかったため、初級の中でもより難易度の高いレベルに対して効果が発揮されることが示唆される。上級グループにおいては、総合成績で有意な学習効果が確認されたが、N2 およびN1 レベルでは有意な差が見られなかった。特にN2 レベルでのp 値は0.5 と非常に高く、偽中国語システムが上級学習者の学習効果に与える影響は限定的であることが示された。これは、上級学習者が既に高度な日本語能力を持っているため、偽中国語による追加の学習支援が効果を発揮しにくい可能性がある。

また、参加者が問題に対して感じる主観的なストレスの角度からも分析を行った。初級グループの実験グループでは、学習前後での主観的なストレスが有意に低下した (p 値 = 0.008527)。一方、上級グループの実験グループでは有意な差が見られなかった (p 値 = 0.0642)。対照グループでは、初級・上級いずれのグループでも有意な差が見られなかった。これらの主観的な分析結果は、初級グループにおいて偽中国語システムが特に効果的であることを示している。参加者が感じるストレスの低下は、学習効果の向上に直接寄与していると考えられる。

以上の分析結果を総合すると、客観的な成績分析では、偽中国語システムが日本語学習に対して有意な効果を示すことが確認されたが、初級グループと上級グループのどちらがより効果的であるかは明確にはならなかった。一方、主観的なストレスの分析においては、初級グループの方がより顕著な効果を示しており、偽中国語システムが初級学習者に対して特に有効であることが示された。

第7章 おわりに

本研究では、偽中国語システムが中国語母語話者の日本語学習に及ぼす影響を実証するために、初級および上級の学習者を対象に実験を行った。以下に、研究の主要な成果と今後の課題について述べる。

偽中国語への変換

本研究では、日本語文を形態素解析し、適切な漢字に変換する偽中国語システムを開発した。このシステムは、日本語の和語、漢語、外来語を正確に解析し、対応する漢字に変換することで、日本語学習者にとって理解しやすい形に変換するものである。実験の結果、特に初級グループにおいて顕著な学習効果が確認され、偽中国語システムが効果的な学習支援ツールであることが示された。一方で、**上級**グループに対する効果は限定的であり、より高度な日本語能力を持つ学習者にも対応できるようにシステムの改良が必要であることが示唆された。

偽中国語を用いた学習プロセスの構築

本研究では、偽中国語システムを用いて日本語学習を支援するプロセスを構築した。具体的には、実験グループと対照グループに分けて学習を行い、学習前後の成績や主観的なストレスを評価した。その結果、初級グループの実験グループでは、学習前後の成績が有意に向上し、主観的なストレスも低下したことが確認された。これにより、偽中国語システムが初級学習者に対して特に効果的であることが明らかとなった。一方で、**上級**グループでは有意な効果が確認されなかったため、今後の研究では、システムの改良や新たな学習プロセスの開発が求められる。

本研究の成果は、日本語学習者にとって有用なツールの提供を目指したものであり、特に初級学習者に対する教育効果を高めるための一助となることが示された。さらに、主観的評価を組み合わせた多角的な分析手法により、偽中国語システムの有効性を多面的に検証することができた。今後は、システムの改良を重ね、より広範な学習者層に対応できるようにすることが求められる。

謝辞

本研究を行うにあたり，熱心なご指導，ご助言を賜りました村上陽平教授，Mondheera PITUXCOOSUVARN 助教に深謝申し上げます。また，研究室の皆様，そして実験に参加して下さった皆様にも心より感謝いたします。皆様のご支援とご協力により，本研究を無事に完了することができました。ありがとうございました。

参考文献

1. 王子丹: 若者が使用する「偽中国語」と「偽日本語」についてのグラフィックデザイン研究, 日本デザイン学会第70回研究発表大会, PA-16 (2023).
2. 温婉言, 橋田朋子: 日本語文から漢字を増やし仮名を除くことによる日本人でも中国人でも読める偽中国語の自動生成システム, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2022論文集, Vol. 2022, pp. 226-230 (2022).
3. 袁広偉, 葛崎偉, 成富敬: Moodleを用いた中国人学習者向けの日本語4級単語学習システムの構築, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 29, pp. 73-76 (2009).
4. 芳賀繁, 水上直樹: 日本語版 NASA - TLX によるメンタルワークロード測定各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度, 人間工学, Vol.32, No.2, pp.71-79(1996).
5. 鈴木治郎: 対応のあるt検定はなぜ使われにくいのか, 国際ICT利用研究会講演論文集(Web), Vol. 8, WEB ONLY(2020).

付録

A.1 形態素解析を行う Python コードの一例

```
import MeCab

def parse(sentence):
    mecab = MeCab.Tagger()
    mecab.parse('')
    node = mecab.parseToNode(sentence)

    result = []
    while node:
        features = node.feature.split(',')
        token = {
            "form": node.surface,
            "lemma": features[6] if len(features) > 6 else node.surface,
            "pos": features[0],
            "features": features[1:]
        }
        result.append(token)
        node = node.next
    return result

if __name__ == "__main__":
    document = "私は明日、ゲームをしたいです。"
    parse_document = parse(document)
    for token in parse_document:
        print(f"表層形: {token['form']}, 基本形: {token['lemma']}, 品詞: {token['pos']}, 特徴: {token['features']}")
```

A.2 t 分布表

Critical values of t for one-tailed tests

Significance level (α)

Degrees of freedom (df)	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
50	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
60	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
70	0.847	1.044	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
80	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Infinite	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Critical values of t for two-tailed tests

Significance level (α)

Degrees of freedom (df)	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	3.078	4.165	6.314	12.706	25.452	63.657	127.321	636.619	1273.239
2	1.886	2.282	2.920	4.303	6.205	9.925	14.089	31.599	44.705
3	1.638	1.924	2.353	3.182	4.177	5.841	7.453	12.924	16.326
4	1.533	1.778	2.132	2.776	3.495	4.604	5.598	8.610	10.306
5	1.476	1.699	2.015	2.571	3.163	4.032	4.773	6.869	7.976
6	1.440	1.650	1.943	2.447	2.969	3.707	4.317	5.959	6.788
7	1.415	1.617	1.895	2.365	2.841	3.499	4.029	5.408	6.082
8	1.397	1.592	1.860	2.306	2.752	3.355	3.833	5.041	5.617
9	1.383	1.574	1.833	2.262	2.685	3.250	3.690	4.781	5.291
10	1.372	1.559	1.812	2.228	2.634	3.169	3.581	4.587	5.049
11	1.363	1.548	1.796	2.201	2.593	3.106	3.497	4.437	4.863
12	1.356	1.538	1.782	2.179	2.560	3.055	3.428	4.318	4.716
13	1.350	1.530	1.771	2.160	2.533	3.012	3.372	4.221	4.597
14	1.345	1.523	1.761	2.145	2.510	2.977	3.326	4.140	4.499
15	1.341	1.517	1.753	2.131	2.490	2.947	3.286	4.073	4.417
16	1.337	1.512	1.746	2.120	2.473	2.921	3.252	4.015	4.346
17	1.333	1.508	1.740	2.110	2.458	2.898	3.222	3.965	4.286
18	1.330	1.504	1.734	2.101	2.445	2.878	3.197	3.922	4.233
19	1.328	1.500	1.729	2.093	2.433	2.861	3.174	3.883	4.187
20	1.325	1.497	1.725	2.086	2.423	2.845	3.153	3.850	4.146
21	1.323	1.494	1.721	2.080	2.414	2.831	3.135	3.819	4.110
22	1.321	1.492	1.717	2.074	2.405	2.819	3.119	3.792	4.077
23	1.319	1.489	1.714	2.069	2.398	2.807	3.104	3.768	4.047
24	1.318	1.487	1.711	2.064	2.391	2.797	3.091	3.745	4.021
25	1.316	1.485	1.708	2.060	2.385	2.787	3.078	3.725	3.996
26	1.315	1.483	1.706	2.056	2.379	2.779	3.067	3.707	3.974
27	1.314	1.482	1.703	2.052	2.373	2.771	3.057	3.690	3.954
28	1.313	1.480	1.701	2.048	2.368	2.763	3.047	3.674	3.935
29	1.311	1.479	1.699	2.045	2.364	2.756	3.038	3.659	3.918
30	1.310	1.477	1.697	2.042	2.360	2.750	3.030	3.646	3.902
40	1.303	1.468	1.684	2.021	2.329	2.704	2.971	3.551	3.788
50	1.299	1.462	1.676	2.009	2.311	2.678	2.937	3.496	3.723
60	1.296	1.458	1.671	2.000	2.299	2.660	2.915	3.460	3.681
70	1.294	1.456	1.667	1.994	2.291	2.648	2.899	3.435	3.651
80	1.292	1.453	1.664	1.990	2.284	2.639	2.887	3.416	3.629
100	1.290	1.451	1.660	1.984	2.276	2.626	2.871	3.390	3.598
1000	1.282	1.441	1.646	1.962	2.245	2.581	2.813	3.300	3.492
Infinite	1.282	1.440	1.645	1.960	2.241	2.576	2.807	3.291	3.481



A.3 NASA-TLX の結果

初級・実験グループ1 (前)

	評価	計	重み
精神	80	3	0.2
身体	40	0	0
時間	20	1	0.0667
成績	60	3	0.2
努力	80	3	0.2
不満	80	5	0.3333
総合	72.0000		

初級・実験グループ1 (後)

	評価	計	重み
精神	60	5	0.3333
身体	40	0	0
時間	20	1	0.0667
成績	40	3	0.2
努力	60	3	0.2
不満	60	3	0.2
総合	53.3333		

初級・実験グループ2 (前)

	評価	計	重み
精神	100	2	0.1333
身体	80	0	0
時間	60	3	0.2
成績	80	4	0.2667
努力	100	3	0.2
不満	60	3	0.2
総合	78.6667		

初級・実験グループ2 (後)

	評価	計	重み
精神	60	1	0.0667
身体	80	1	0.0667
時間	40	3	0.2
成績	60	4	0.2667
努力	60	4	0.2667
不満	60	2	0.1333
総合	57.3333		

初級・実験グループ3 (前)

	評価	計	重み
精神	80	3	0.2
身体	60	0	0
時間	60	4	0.2667
成績	40	1	0.0667
努力	80	2	0.1333
不満	60	5	0.3333
総合	65.3333		

初級・実験グループ3 (後)

	評価	計	重み
精神	60	3	0.2
身体	60	0	0
時間	60	4	0.2667
成績	40	1	0.0667
努力	60	2	0.1333
不満	40	5	0.3333
総合	52.0000		

初級・対照グループ1(前)

	評価	計	重み
精神	100	3	0.2
身体	20	0	0
時間	80	3	0.2
成績	60	5	0.3333
努力	80	3	0.2
不満	100	1	0.0667
総合		78.6667	

初級・対照グループ1(後)

	評価	計	重み
精神	100	5	0.3333
身体	20	1	0.0667
時間	40	0	0
成績	60	2	0.1333
努力	80	4	0.2667
不満	100	3	0.2
総合		84.0000	

初級・対照グループ2(前)

	評価	計	重み
精神	60	4	0.2667
身体	20	0	0
時間	40	3	0.2
成績	40	5	0.3333
努力	60	1	0.0667
不満	60	2	0.1333
総合		49.3333	

初級・対照グループ2(後)

	評価	計	重み
精神	40	4	0.2667
身体	20	0	0
時間	40	4	0.2667
成績	40	4	0.2667
努力	60	2	0.1333
不満	20	1	0.0667
総合		41.3333	

初級・対照グループ3(前)

	評価	計	重み
精神	80	3	0.2
身体	60	0	0
時間	100	2	0.1333
成績	40	5	0.3333
努力	80	3	0.2
不満	30	2	0.1333
総合		66.6667	

初級・対照グループ3(後)

	評価	計	重み
精神	60	3	0.2
身体	40	0	0
時間	80	3	0.2
成績	20	4	0.2667
努力	80	3	0.2
不満	40	2	0.1333
総合		54.6667	

上級・実験グループ1(前)

	評価	計	重み
精神	80	5	0.3333
身体	80	0	0
時間	80	3	0.2
成績	80	1	0.0667
努力	80	4	0.2667
不満	80	2	0.1333
総合		80.0000	

上級・実験グループ1(後)

	評価	計	重み
精神	80	5	0.3333
身体	60	0	0
時間	60	4	0.2667
成績	80	1	0.0667
努力	80	3	0.2
不満	60	2	0.1333
総合		72.0000	

上級・実験グループ2(前)

	評価	計	重み
精神	100	3	0.2
身体	20	0	0
時間	60	1	0.0667
成績	60	3	0.2
努力	100	3	0.2
不満	60	5	0.3333
総合		76.0000	

上級・実験グループ2(後)

	評価	計	重み
精神	80	1	0.0667
身体	20	0	0
時間	60	2	0.1333
成績	60	4	0.2667
努力	100	2	0.1333
不満	80	6	0.4
総合		74.6667	

上級・実験グループ3(前)

	評価	計	重み
精神	60	3	0.2
身体	40	0	0
時間	40	2	0.1333
成績	60	2	0.1333
努力	40	3	0.2
不満	40	5	0.3333
総合		46.6667	

上級・実験グループ3(後)

	評価	計	重み
精神	40	4	0.2667
身体	20	0	0
時間	40	3	0.2
成績	60	1	0.0667
努力	40	4	0.2667
不満	20	3	0.2
総合		37.3333	

上級・対照グループ1(前)

	評価	計	重み
精神	80	3	0.2
身体	40	0	0
時間	80	3	0.2
成績	40	3	0.2
努力	80	3	0.2
不満	60	3	0.2
総合	68.0000		

上級・対照グループ1(後)

	評価	計	重み
精神	60	3	0.2
身体	40	0	0
時間	80	3	0.2
成績	40	3	0.2
努力	80	3	0.2
不満	60	3	0.2
総合	64.0000		

上級・対照グループ2(前)

	評価	計	重み
精神	80	4	0.2667
身体	20	1	0.0667
時間	60	3	0.2
成績	60	3	0.2
努力	80	2	0.1333
不満	60	2	0.1333
総合	65.3333		

上級・対照グループ2(後)

	評価	計	重み
精神	80	4	0.2667
身体	20	1	0.0667
時間	40	3	0.2
成績	40	3	0.2
努力	80	2	0.1333
不満	40	2	0.1333
総合	54.6667		

上級・対照グループ3(前)

	評価	計	重み
精神	80	4	0.2667
身体	20	1	0.0667
時間	60	3	0.2
成績	60	4	0.2667
努力	80	1	0.0667
不満	80	2	0.1333
総合	66.6667		

上級・対照グループ3(後)

	評価	計	重み
精神	80	4	0.2667
身体	20	0	0
時間	40	3	0.2
成績	60	4	0.2667
努力	60	2	0.1333
不満	80	2	0.1333
総合	64.0000		