

翻訳度合いを調節するインタフェースを備えた 中国語学習支援システムの設計と実装

魯 薇¹ 寺田 努¹ 塚本昌彦¹

概要：機械翻訳技術の進歩に伴い、中国語学習時に自動翻訳システムを利用する人が増加しつつある。しかし、中国語と日本語では文章を構成する語順が異なるため原文と訳文の変化が大きく、学習者が文章を理解することが難しい場合がある。従来の翻訳システムでは一度に原文全てを翻訳し出力するが、これらのシステムを言語学習に利用した場合、どの単語がどのように翻訳されたのかや語順の変化など、原文と訳の対応が分かりづらい。そこで本研究では、中国語学習を支援するために日本語の文章を分解し部分的に中国語に翻訳することで、日本語と中国語の混在化した文章を出力するシステムを提案する。ユーザに日本語と中国語の翻訳度合いを任意に調節させることで、語順の変化など原文と訳語の対応の理解を補助する。システムの有効性を調査するため日本語話者 8 名に対して実験を行った。従来システムと提案システムをそれぞれ利用した学習を行い、学習前後のテストにより学習成果を評価した。提案システムを利用した学習を行った場合、従来システムの場合よりも大きくテストの点数が増加した。日本語話者の中国語学習において、提案システムによる学習支援が有効である可能性がある。

1. はじめに

近年、日本では中国語学習者数が増加傾向にある。日本で実施される中国語検定において受験者数が最も多い HSK の受験者数は 2009 年から 2018 年にかけて 6 倍以上に増加している [1]。また、中国の標準語の話者は 11 億 2 千万人で [2]、英語に次いで世界で 2 番目に話者の多い言語であるため中国語を学習する重要性は高いといえる。

中国語は日本語と同じく漢字を利用する言語であり、日本語でよく使われる漢字と同じもしくは類似する文字が中国語においても利用されることがある。そのため日本語話者にとって中国語は他の言語と比べて理解しやすいと考えられる。しかし、中国語と日本語では文章を構成する語順が異なる場合がある。例えば、ある文章における主語を S、述語を V、目的語を O とした場合、中国語は SVO の語順となるが日本語は SOV の語順になる。各言語で語順が異なることが日本語話者が中国語を学習する際の課題の一つであるといえる。

また、機械翻訳技術の進歩に伴い中国語学習者がオンラインの自動機械翻訳サービスを利用する場面が増加している。邵らは日本語の中国語翻訳について初中級中国語学習者の回答と機械翻訳システムによる出力の比較を行い、機

械翻訳システムの方が翻訳能力が高いとした [3]。中国語学習において機械翻訳システムを利用した支援は有効であると考えられる。しかし、従来の翻訳システムでは一度に原文全てを翻訳して出力するため、これらのシステムを言語学習に利用した場合、どの単語がどのように翻訳されたのかや、語順の変化など原文と訳文の対応が分かりづらい。特に長い文章を翻訳する場合、翻訳により文章が短くなることで原文と訳文の表示位置が大きくずれる。これにより中国語学習者が前述のような課題による影響を受けやすくなる。機械翻訳システムによる中国語の翻訳において、単語や文の対応や語順の変化を明示することができれば、中国語の学習効率を向上させることができると考えられる。

そこで本研究では、日本語の文章を分解し部分的に中国語に翻訳することで日本語と中国語が混在化した文章を出力するシステムを提案する。スライダーで日本語と中国語の翻訳度合いを調節できるインタフェースを備えたシステムを実装し、日本語と中国語の混合比率をユーザがいつでも調節可能にすることで、単語の対応や語順の変化などが確認しやすくなる。特に本稿では、特定の文章に対して提案システムを使用した場合を再現した実験を行い、提案システムが日本語話者の中国語学習の支援に有効であるか調査する。

本論文は以下のように構成されている。2 章では本研究に関連する研究について述べる。3 章では提案システムの

¹ 神戸大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kobe University

内容について述べる。4章では評価実験について説明した後、システムの有効性について議論し、5章で本論文のまとめを述べる。

2. 関連研究

2.1 機械翻訳を用いたシステム

中国語の翻訳などにおいて機械学習システムを利用する研究が行われている。中島らは複数の機械翻訳システムの出力における文章の類似度や文字の共起を分析することで、適切な翻訳結果を選択して出力するシステムを実装し、単体の機械翻訳システムよりも高精度で翻訳できることを確かめた [4]。

邵らは初中級中国学習者の翻訳能力と5つのオンライン機械翻訳システムの翻訳能力を評価し、Baidu オンライン翻訳システムが中国語学習者よりも優れた翻訳能力を有することを示した [3]。このように中国語を日本語に翻訳するシステムにおいて機械翻訳を利用することで精度の高い翻訳が可能となり、中国語学習において機械翻訳を用いたシステムを利用することが有効であると考えられる。

2.2 中国語学習支援システム

日本語話者の中国語学習の支援について研究が行われている。李らは中国語と日本語の漢字の字形、発音、意味の対応を図で示すシステムを実装し、中国語学習者の成績が向上したことを確かめた [5]。西田らは中国語と日本語の同形異義語を対象にしたデータベースから、ピンインなどの音声情報を提示しユーザの発音を評価するシステムを提案し、システムの利用により中国語学習者の翻訳と発音の能力が向上することを示した [6]。佐藤らは中国語を日本語に翻訳する際に、原文の中国語と機械翻訳により出力した日本語を同時にユーザに提示することで、作業速度と正確性が高くなることを示した [7]。このようにコンピュータを用いたシステムにより日本語話者の中国語学習を支援できる。

3. 提案システム

提案システムは、日本語話者が中国語を学習する際に、日本語の文章と中国語の文章の単語や語順の対応関係を学ぶために両言語の文章を見比べながら学習を進めるような環境を想定する。このとき、単純に日本語と中国語の文章を見比べるのではなく、日本語と中国語が混在した文章を見ることでより学習効率が上がるのではないかと考えた。そこで、提案システムでは、段階的な翻訳を行い、さらにユーザが翻訳度合いを自由に調節できるようにする。

3.1 翻訳度合いの設計

提案システムでは、日本語の文章を以下の7段階に分けて段階的に翻訳を進める。

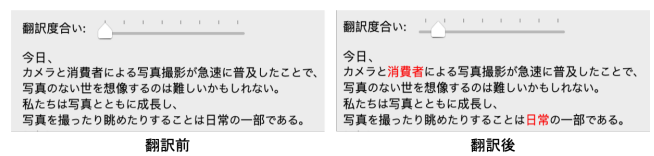


図 1 第1段階

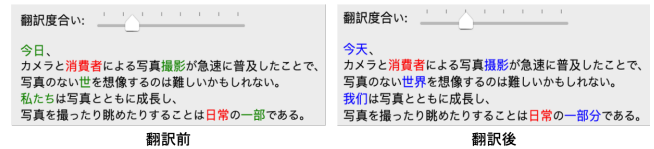


図 2 第2段階

第1段階: 日本語と中国語で字形が同じ単語

図1のように中国語と同じ漢字が使われている名詞と副詞を赤色で表示する。

第2段階: 日本語と中国語で字形の類似度が高い単語

字形の類似性が高い単語を翻訳の対象とする。図2のように、翻訳前は翻訳の対象となる日本語を緑色で表示し、翻訳後は翻訳された中国語を青色で表示する。

第3段階: 日本語と中国語で字形の類似度が低い単語

字形の類似性が低い単語を翻訳の対象とする。図3のように、翻訳の対象となる文字を翻訳前は緑色、翻訳後は青色で表示する。

第4段階: 語順の変化がなく難易度の低いフレーズ

翻訳前後で語順に変化がなく、第3段階以前で未翻訳である部分が少ないフレーズを対象にする。図4のように、翻訳の対象となる文字を翻訳前は緑色、翻訳後は青色で表示する。

第5段階: 語順の変化がなく難易度の高いフレーズ

翻訳前後で語順に変化がないフレーズを対象にする。図5のように、翻訳の対象となる文字を翻訳前は緑色、翻訳後は青色で表示する。

第6段階: 語順変化があり難易度の低いフレーズ

翻訳前後で語順に変化あり、第5段階以前で未翻訳である部分が少ないフレーズを対象にする。図6のように、翻訳の対象となる文字を翻訳前は緑色、翻訳後は青色で表示する。

第7段階: その他すべての文章

残る全ての文章を翻訳する。図7のように、第6段階以前に未翻訳の文字を緑色で表示し、翻訳後は青色で表示する。

ユーザが任意で翻訳度合いを調整しながら学習できるように、スライダーを用いたインターフェースを使用する。また、翻訳前後での文章の見た目の変化を緩和するため、句読点の位置で改行して文章を表示する。

3.2 システム実装

提案システムの実装について述べる。まず日本語の文章

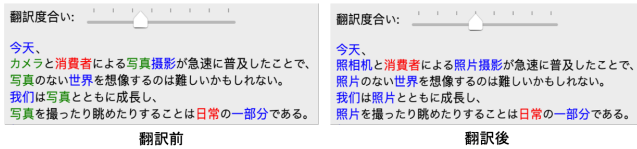


図 3 第 3 段階

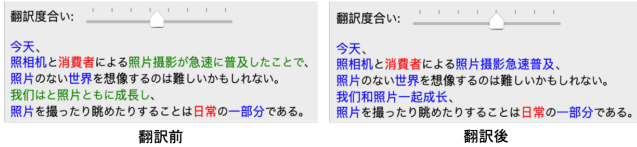


図 4 第 4 段階

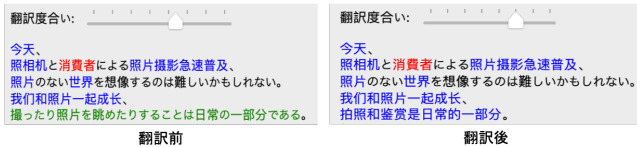


図 5 第 5 段階

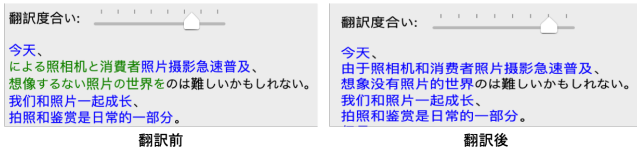


図 6 第 6 段階

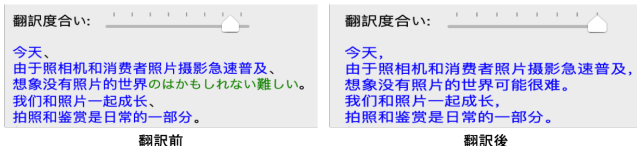


図 7 第 7 段階

の中の句読点を認識し、句読点ごとに改行して表示する。改行後の文章一行ずつに対してそれぞれ処理を行う。

提案システムにおける翻訳度合いの第 1 段階から第 3 段階までの実現方法を説明する。形態素解析器 JUMAN++ [8] を使用して日本語の文章を品詞分解する。翻訳前後で語順が変わらない単語のみを翻訳の対象とするために、名詞と副詞のみを抽出する。抽出した単語を Baidu translate API[9] を使用し中国語に翻訳する。翻訳結果を日本語と比較し、日本語と中国語で字形が同じ単語を第 1 段階で出力する。残りの単語のうち翻訳前後で字形が同じ文字を含む単語を第 2 段階で出力する。第 3 段階で残った単語を出力する。

翻訳度合いの第 4 段階から第 7 段階までの実現方法について説明する。全文を中国語に翻訳した後に Baidu 形態素解析器 [10] を使用して単語ごとに品詞分解した結果と、日本語文章を品詞分解した後にすべての単語を中国語に翻訳した結果、単語の並び順が同じかどうかを比べることで、日本語と中国語の語順の違いの有無を識別する。語順の変

化がないと判断されたフレーズのうち第 3 段階以前で未翻訳の部分が少ないフレーズを抽出し第 4 段階で出力する。第 5 段階では残りの語順の変化がないフレーズを出力する。第 6 段階では語順変化があると判断されたフレーズのうち未翻訳の部分が少ないフレーズを抽出し出力する。第 7 段階では残る全ての文章を出力する。

システムの実装には Python[11] を用い、GUI ツールとして PyQt5[12] を使用した。

4. 評価実験

提案システムにより日本語話者の中国語学習支援が可能であるか調査するため、提案システムを利用した中国語学習を想定した実験を行い、提案システムの有用性を評価する。

4.1 実験用システム

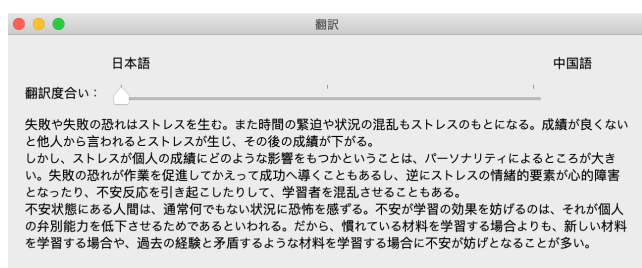
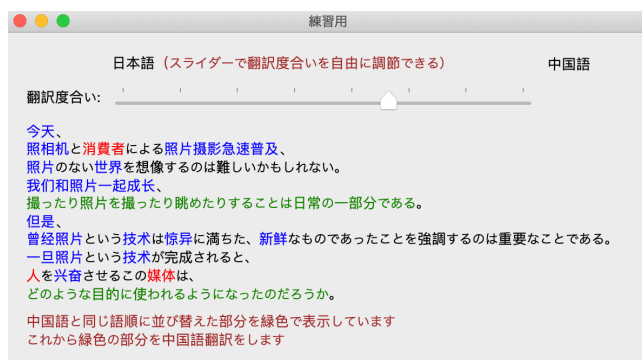
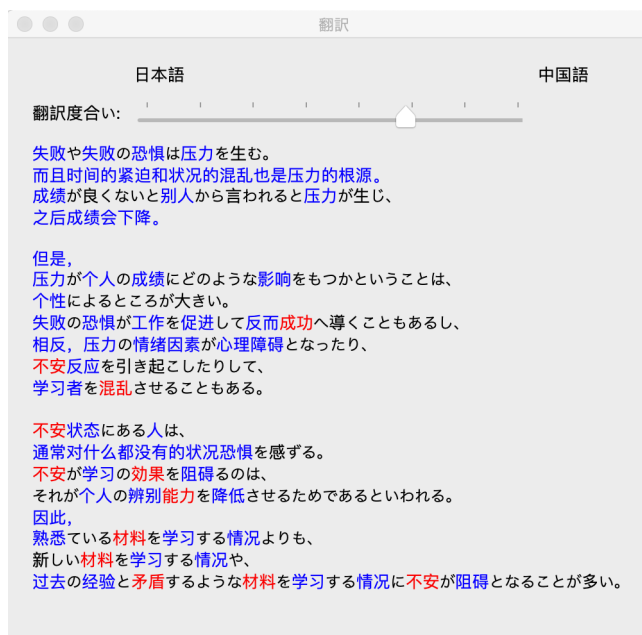
実験では特定の文章を学習させる。実験で利用する文章は日本語能力試験 N2 レベルの文章から作成した [13]。

学習で使用する文章に対して提案システムを利用した場合を再現した実験用システムを作成した。実験用システムの動作画面を図 8 に示す。実験用システムでは精度の高い翻訳結果を表示するため、自動翻訳後の結果に手で修正を加えた。またユーザがスライダーを操作するごとに、システムの使用時間と翻訳度合いを csv ファイルに記録する。実験用システムの使用方法を事前に学習するための練習用システムを作成した。練習用システムは図 9 に示すように、実験用システムの使用方法や表示についての説明を合わせて提示している。さらに、従来の機械翻訳システムを実験用システムと同一 UI で再現した従来システムを作成した。従来システムの動作画面を図 10 に示す。翻訳段階の調節は不可能で、原文と訳文のみ表示する。

4.2 実験方法

被験者は 20 代の日本語話者 8 名とした。中国語学習経験者は 4 名であった。実験用システムを利用するグループ 1 と、従来システムを利用するグループ 2 に被験者を分ける。被験者には事前に中国語検定試験 [14] 準 4 級レベルの問題 10 問と 4 級レベルの問題 15 問からなる事前テストを実施した。事前テストの結果から各グループで中国語能力が均等になるように被験者を分けた。グループ構成を表 1 に示す。グループ 1 の被験者は実験用システムを利用した中国語学習を行った。実験用システムの使用方法を理解するため、学習前に練習用システムを利用し練習を行った。練習時間は 20 分以内とした。その後実験用システムを用いて 350 字程度の文章を 30 分以内で学習するように指示した。グループ 2 の被験者は従来システムを利用して同じ文章を 30 分以内で学習するように指示した。

中国語学習終了後、効果を確認するため学習時に使用し



た文章に関わるテストを実施した。問題数は単語に関する問題が 5 問、文法に関する問題が 7 問の合計 12 問である。テスト終了後、さらに事前テストと同レベルの事後テストを実施した。また、学習時に利用したシステムの有用性や使用感についてのアンケートを実施した。

4.3 実験結果

学習時に用いた文章に関するテストの結果を図 11 に示す。エラーバーは標準偏差を示す。テスト結果の平均値に被験者間 1 要因分散分析を行った結果、有意差はみられ

表 1 グループ構成

	グループ 1		グループ 2	
使用システム	練習用システム 実験用システム		従来システム	
翻訳度合い調節	○		×	
中国語学習経験	有	無	有	無
人数 (人)	2	2	2	2

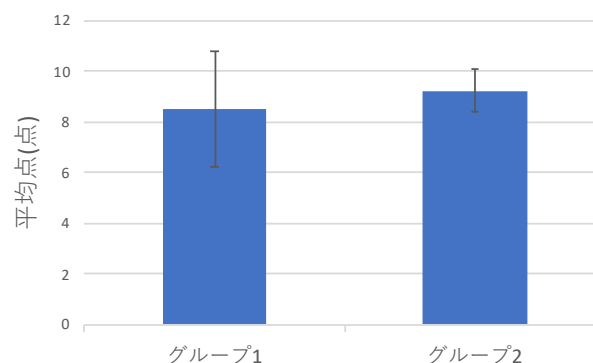


図 11 学習時に用いた文章に関するテスト結果

なかった。グループごとの平均正解率は、グループ 1 は 70.8%，グループ 2 は 77.1% であった。学習時に用いた文章と同じ単語や文法を含んだテスト問題であり、被験者の記憶に新しい内容であったため、正解率が高くなったと考えられる。

次に、各グループごとの事前テストと事後テストの結果を図 12 に示す。2 要因混合分散分析を行った結果、テスト結果の平均値に有意差 ($F(1,6)=91.26, p<0.01$)、およびシステムとテスト結果の交互作用に有意差 ($F(1,6)=11.37, p<0.05$) が得られた。交互作用を分析すると実験システムと従来システムどちらも有意差 ($F(1,6)=83.53, p<0.01, F(1,6)=19.11, p<0.01$) が得られた。以上より、実験用システムと従来システムのどちらも中国語学習には有効であることが確認できた。また、各グループのテスト結果の上昇幅に有意差があることがわかった。グループ 1 の方がグループ 2 よりも点数の増加量が多いことから、実験用システムの方が従来システムより中国語学習に有効であると考えられる。

アンケート結果を図 13 に示す。学習に対する満足度、システムの使用感、再利用の意思はすべて各グループの平均値が同じであった。テスト結果の向上も認められたことから、実験用システムと従来システムのどちらも中国語学習には有効であると考えられる。また、本実験では実験用システムと従来システムに同じ UI を導入した。システムの UI デザインがユーザの学習に影響している可能性も考えられる。学習時に使用したシステムに対する感想について、従来システムは翻訳前後の文の対応がわかりにくいという意見がグループ 2 の被験者 2 名から寄せられた。実験用システムに対して批判的な意見は見られなかった。実験

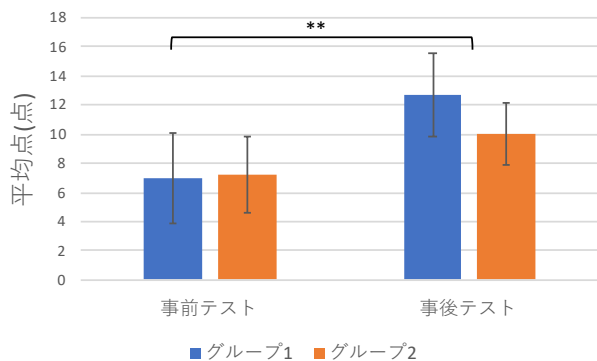


図 12 事前テストと事後テストの結果

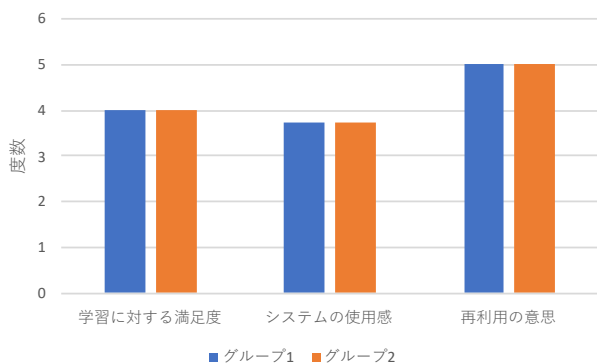


図 13 アンケート結果

用システムの方が従来システムよりシステム使用時の作業負担が小さくなる可能性が考えられる。

システムの利用時間の平均値はグループ 1 では 25 分、グループ 2 では 19 分であった。実験システムは単語や語順の変化など、従来システムよりも多くの情報を得られるため、ユーザが情報を処理するための時間が必要であったと考えられる。また、従来よりも学習時間が長くなったことが理解度や記憶の定着に影響している可能性が考えられる。

グループ 1 の被験者が実験用システムを使用している際にどのように各翻訳段階を利用したかを図 14 に示す。グループ 1 のすべての被験者において、システム使用開始時から翻訳段階を短い幅で上下させつつ少しずつ上昇させる傾向がみられた。文章の変化を理解するために前後の翻訳段階を確認していると考えられる。フレーズを翻訳される段階学習を始めると、近くの段階だけではなくさらに前の段階を遡る傾向が見られた。特に語順変化がある第 6 段階と第 7 段階の学習時にこの傾向は顕著であった。学習時間の最後には、全ての被験者が翻訳度合いの高い段階と翻訳度合いの低い段階あるいは日本語の原文とを比較して学習する傾向がみられた。以上より、フレーズの翻訳が入る段階からは翻訳による文章全体の変化を確認するため、直前の段階との比較だけでなく日本語の原文などとの比較を行うと考えられる。

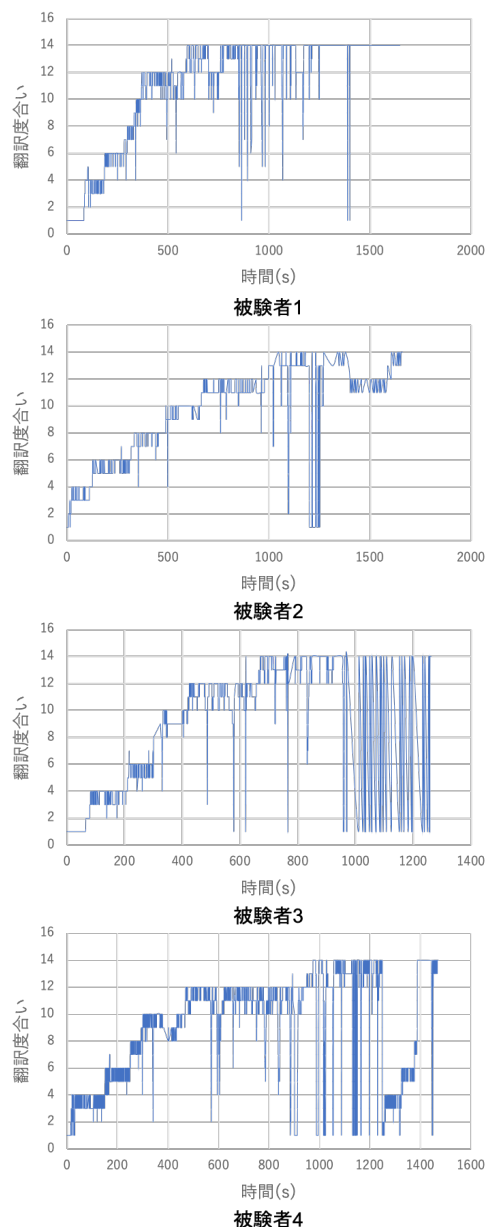


図 14 システムの使用時間と翻訳段階の関係

5. まとめ

本研究では中国語学習を支援するために、日本語の文章を段階的に中国語に翻訳することで、日本語と中国語の混在化した文章を出力する機械翻訳システムを提案した。スライダーで日本語と中国語の翻訳度合いを調節できるインタフェースにより、語順などの翻訳前後の変化の確認が難しいという従来システムにおける課題の解決を目指した。提案システムの有効性を調査するため実験を行った。提案システムを再現した実験用システムを利用した学習を行うグループ 1 と従来システムを利用した学習を行うグループ 2 のそれぞれの中国語能力の変化について評価実験を行った。学習前後のテスト結果を比べると、どちらのグループにおいても有意差がみられた。どちらのシステムを用いて

学習しても中国語能力が上がる事が確認できた。実験システムを使用した被験者の方が成績の上げ幅が大きいため、提案システムの方が従来システムよりも中国語学習に有効であると考えられる。

今後の課題として学習に用いた文章に関する問題について、より応用が求められる問題にするなどの再検討を行う。また、被験者を増やしより詳細な評価実験を行う。被験者の実験システム使用時の動作解析やシステムに対する感想やコメントを参考に提案システムを改良し学習効果向上を目指す。

謝辞 本研究の一部は、JST CREST(JPMJCR18A3)の支援によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] HSK とは, <https://www.hskj.jp/about/> (Accessed on 05/10/2021).
- [2] The Most Spoken Languages Worldwide in 2021, <https://www.statista.com/statistics/266808/the-most-spoken-languages-worldwide/> (Accessed on 05/10/2021).
- [3] 邵 帥, 大月一弘, 清光英成, 康 敏: 外国語学習支援のためのオンライン機械翻訳システムの利用について, 日本教育工学会研究報告集, Vol. 17, No. 2, pp. 33-40(2017).
- [4] 中島浩平, 何 婉瑩, 王 振章, 張 文玉, 町田 翔, 延澤 志保: 日常会話翻訳のための日中対訳文の自動推定, 第 80 回全国大会講演論文集, Vol. 2018, No. 1, pp. 325-326(2018).
- [5] 李 哲, 前迫孝憲, 西森年寿, 孫 帙: 中日漢字の対応関係に基づいた中国語学習支援システム, 教育メディア研究, Vol. 22, No. 2, pp. 33-44(2018).
- [6] 西田昌史, 周 元晨, 綱川隆司, 西村雅史: 同形異義語を対象とした中国語学習システムの構築, 2019 年 情報科学技術フォーラム (FIT), N-004(2019).
- [7] 佐藤瑞樹, 菱山玲子: 翻訳サービスにおける多言語同時表示による影響の評価, 2016 年度人工知能学会全国大会 (第 30 回), Vol. JSAI2016, 4L45in2-4L45in2(2016).
- [8] 日本語形態素解析システム JUMAN++, [https://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/?JUMAN%\\$2B\\$2B](https://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/?JUMAN%$2B$2B) (Accessed on 05/10/2021).
- [9] Baidu translate API, <https://api.fanyi.baidu.com/product/11> (Accessed on 05/10/2021).
- [10] Baidu 形態素解析器, https://ai.baidu.com/tech/nlp_basic/lexical (Accessed on 05/10/2021).
- [11] Python, <https://www.python.org/> (Accessed on 05/10/2021).
- [12] PyQt5, <https://pypi.org/project/PyQt5/> (Accessed on 05/10/2021).
- [13] 日本語能力試験とは, <https://www.jlpt.jp/sp/about/> (Accessed on 05/10/2021).
- [14] 中国語検定試験, <http://www.chuken.gr.jp/tcp/outline.html> (Accessed on 05/10/2021).