



## ライティング学習における形成的フィードバック支援システムの構築に関する研究—日本人中国語学習者を対象に—

邵，帥

---

(Degree)

博士（学術）

(Date of Degree)

2020-03-25

(Date of Publication)

2021-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7647号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007647>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

ライティング学習における形成的フィードバック支援システム  
の構築に関する研究  
—日本人中国語学習者を対象に—

令和2年1月7日

神戸大学大学院国際文化学研究科

邵 帥

# 目次

1 序論 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究目的 .....	4
1.3 論文の構成 .....	4
2 関連研究および関連技術 .....	6
2.1 はじめに .....	6
2.2 ライティング学習におけるフィードバックに関する研究 .....	6
2.3 自動フィードバックシステムに関する研究 .....	8
2.4 関連技術について .....	12
2.5 おわりに .....	13
3 システム開発のための授業分析 .....	14
3.1 はじめに .....	14
3.2 本研究における中国語の授業について .....	14
3.3 学習データの収集と分析 .....	16
3.3.1 頻出する誤用に関する文法項目について .....	16
3.3.2 異なるフィードバックの効果について .....	18
3.4 おわりに .....	23
4 形成的フィードバック支援システムの提案 .....	24
4.1 はじめに .....	24
4.2 システムの概要 .....	24
4.3 アルゴリズム .....	27
4.3.1 構文解析を必要としない文法項目に関する抽出ルール .....	27
4.3.2 構文解析を必要とする文法項目に関する抽出ルール .....	29

4.3.3 VO型フレーズの抽出および追跡 .....	30
4.4 形成的フィードバックを支援するシステムの実現 .....	38
4.5 おわりに.....	38
5 システムの実践的評価 .....	39
5.1 はじめに.....	39
5.2 抽出ルールについての検証.....	39
5.3 教育現場での利用 .....	47
5.4 おわりに.....	53
6 まとめと今後の課題.....	54
謝辞.....	56
参考文献 .....	57
要旨 .....	60
業績一覧 .....	63

## 図 目次

図 2.1 依存構造解析の例 .....	13
図 3.1 Class 1 の正解率.....	22
図 3.2 Class 2 の正解率.....	22
図 4.1 システムの全体図 .....	26
図 4.2 前処理における文法項目ステップの流れ図 .....	34
図 4.3 アルゴリズムの流れ図.....	37
図 5.1 センテンスの選択と参考訳の入力.....	40
図 5.2 文法項目の選択と正答フレーズの入力.....	40
図 5.3 システムの出力例 .....	42
図 5.4 実験 1 の否定文に関する正解率 .....	49
図 5.5 動詞の重ね型に関する正解率.....	49
図 5.6 副詞「就」に関する正解率.....	50
図 5.7 「这些人」に関する正解率.....	52
図 5.8 実験 2 の否定文に関する正解率 .....	52

## 表 目次

表 3.1 1年生第1, 2クオーターで習得する文法項目 .....	15
表 3.2 2種類の授業分析 .....	16
表 3.3 1年次第3, 4クオーターの課題文 .....	17
表 3.4 課題における高頻度の誤用に関する文法項目 .....	18
表 3.5 異なる種類のフィードバックの提供 .....	19
表 3.6 学習者翻訳文のグループ分け .....	21
表 3.7 8週間における「花見」についての変更率 .....	23
表 4.1 主要な文法項目と抽出ルール .....	25
表 4.2 1年生第1, 2クオーターで習得する文法項目との対応 .....	25
表 4.3 正しい句読点, 文法項目と主語を持つ学習者の翻訳文の割合 .....	32
表 4.4 前処理する前後の例文 .....	35
表 4.5 わかち書きと形態素解析の結果 .....	35
表 4.6 依存構造解析と VO型フレーズの抽出 .....	36
表 4.7 比較と判定の結果 .....	36
表 5.1 システムの開発環境 .....	39
表 5.2 前処理された学習者の翻訳文の例 .....	41
表 5.3 異なる前処理による抽出率 .....	42
表 5.4 抽出された VO型フレーズの例 .....	44
表 5.5 Class 1 のシステムの抽出率と正答フレーズの使用率 .....	44
表 5.6 Class 2 のシステムの抽出率と正答フレーズの使用率 .....	45
表 5.7 実験 1 の手順 .....	48
表 5.8 実験 2 の手順 .....	51

# 1 序論

## 1.1 研究背景

外国語教育において、フィードバックは不可欠である (Pincas, 1982). Hattie and Timperley (2007) によれば、フィードバックはパフォーマンスと理解について、エイジェント（教師、学生同士だけでなく、書籍や経験も含まれる）から提供された情報として定義されている。フィードバックの種類は数多くあり、分類方法も複数存在する。Shute (2008) は、フィードバックを複雑さの程度により、「No feedback」、「Verification」、「Correct response」、「Try again」、「Error flagging」および「Elaborated」という 6 種類に分類している。「No feedback」は学習者の解答に対して、情報を提供しないことを意味する。「Verification」は「knowledge of results」とも呼ばれ、学習者の解答に対する正誤情報を提供することを意味する。「Correct response」は「knowledge of correct response」とも呼ばれ、正解の提示を行うことを指す。「Try again」とは不正解という情報を与え、もう一回あるいは一回以上の解答機会を提供することである。「Error flagging」は「location of mistakes」とも呼ばれ、解答における間違いの位置情報を提供することを意味する。「Elaborated」は解答について詳しい説明を提供することである。

外国語のライティングに対する指導には、フィードバックも重要な役割を果たしている (木村ほか, 2010). その理由として、言語の 4 技能のうち、ライティングが「自然と習得されるものではなく、学校などで教育を受けないかぎり習得することが困難である」ことがあげられる (Grabe & Kaplan, 1996). また、フィードバックの種類やタイミングなどの要素もフィードバックの有効性に大きな影響を与えており (Chin, Gong, & Tay, 2015).

K. Hyland and F. Hyland (2006) は、外国語ライティングに対するフィードバックについて、「Teacher written feedback」、「Teacher conferencing and oral feedback」、「Teacher conferencing and oral feedback」、「Peer feedback」、「Self-evaluation」および「Computer-mediated feedback」という 5 種類を取り上げた。「Teacher written feedback」とは教師が書面でフィードバックを提供することである。「Teacher conferencing and oral feedback」とは個別カンファレンスに教師が口頭でフィードバックを提供することである。「Peer feedback」は学生同士がフィードバックを提供し合うことを意味する。「Self-evaluation」は自己評価によるフィードバックを行うことである。「Computer-mediated feedback」はコンピュータを経由してフィードバックを提供することを意味する。

教育現場では、「Teacher written feedback」が主流であり、文法に対して訂正フィードバッ

クが多く提供されている。しかし、ライティングにおけるフィードバックの効果については論争もある。Truscott (1996) は文法に関するフィードバックはライティングの正確さの向上に効果がなく、むしろ学習者にとって有害であると指摘したが、Ferris (1999) は訂正の方法と誤用の種類により効果があると反論した。近年、ライティング指導におけるフィードバックの有効性が数多くの研究によって実証され (Sheen, 2007; Duppenthaler, 2004; Matsumoto, Kahoko, et al., 2003; 康ほか, 2009)，教育現場では教師によるフィードバックが欠かせないものとなっている。

一方、ライティングの指導法について、伝統的なプロダクト・アプローチに加えて、プロセス・アプローチが提案されている (Steele, 1992)。プロダクト・アプローチは学習者の産出した文章の言語知識、語彙、文法と文章の結束性に重点を置き、指導を行うものである (McGarrell & Verbeem, 2007)。プロダクト・アプローチは教師主導型であり、学習者がモデル文を真似し、同じ構造を使用することが推奨され、学習者の創造性が失われやすいと指摘されている (Bitchener, Young, & Cameron, 2005)。したがって、1980 年代に入り、プロダクト・アプローチに対して、プロセス・アプローチが外国語学習の分野で提唱されるようになつた。

プロセス・アプローチは言語の正確性ではなく、文章を書き上げる過程に焦点を当て、学習者の創造性を重視して指導を行う。なかには「Brainstorming」、「Drafting」、「Peer reading」、「Revising」と「Editing」という 5 段階が含まれる。また、プロセス・アプローチを利用した研究結果も報告されている (Shizuka, 1993)。しかし、プロセス・アプローチに基づいた指導を行うと、プロダクト・アプローチより時間が多くかかり、初級レベルの学習者が模倣できるモデル文がない状態で自由作文を書くことが難しいなどの欠点が指摘されている (Badger & White, 2000)。

上記の 2 つのライティング指導のアプローチはいずれも一長一短があり、教育現場では両者を組み合わせて指導を行うことが多い。そのようなライティング指導の中、元来のテストの点数など総括的に学習者に提供するフィードバックが不十分となり、学習プロセスを重視する形成的フィードバックが学習に不可欠であるとされている (Murry, 2000; Knutsson, et al., 2007)。なお、本研究では、Shute (2008) の定義を用いて、形成的フィードバックは学習プロセスを支援し、学習効果を向上させるために学習者に与える情報を指すこととする。

しかし、高田 (2004) によると、日本の大学の外国語（英語）教育現場では、ライティング指導に当たられる時間は授業全体の 5% しかないと報告されている。このような十分な指

導が行われていない実態において、いかに時間を要する形成的フィードバックを効果的に提供するのかということが大きな課題である。さらに、学習者のライティングへのフィードバックが、教育現場ではおもに教師によるフィードバックに頼っているため、大人数の授業で、教師が学習者の文章を一つずつチェックし、修正やコメントなどを提供することが大きな負担となり、即時にフィードバックを与えることも困難となっている。また、学習プロセスに注目し、学習履歴に適応したフィードバックの提供もより一層難しくなっている。このような状況の中、e-learning 環境の構築とともに、フィードバック支援システムが解決策の一つとして注目を浴びている。

ライティング指導やライティング学習を支援する e-learning 環境がすでに数多く提案されている。McNamara, et al. (2013) は、英語を母語とする大学一年生の英語ライティングを支援するために、自然言語処理に基づく知的学習支援システム Writing Pal を提案した。また、Educational Testing Service (ETS) は Criterion を開発し、Vantage Learning は My Access を開発した。いずれも自動採点エンジンが内蔵され、文法、スペリングと構造についてのフィードバックを提供できる編集ツールも装備されている。近年、AI 技術を知的学習支援システムに導入したフィードバックを提供するためのシステム開発に関する研究も盛んである (Yeh & Lo, 2009; Knutsson, et al., 2007)。これらのシステムは即時に複数の視点から学習者の文章を分析し、フィードバックを提供することができる。しかし、多くの支援システムは教材提示や練習結果の分析に焦点をおいているため、形成的フィードバックを支援する目的として開発されておらず、カリキュラム上の学習内容に対応した長期間にわたる学習プロセスに焦点を当てたシステムとしてもデザインされていない。

このような背景を踏まえると、ライティング教育には、形成的フィードバックを支援するシステムの構築が非常に重要であり、英語以外の言語においても同様のことが言える。しかし、既存のシステムは母語話者や英語学習者を対象とするのがほとんどであり、日本の多くの大学で開講している未修外国語に対応するフィードバック支援システムに関する研究は極めて少ない状況である (van Kol & Rietz, 2016)。中国語に関して、CFL (Chinese as a Foreign Language) 環境におけるライティング学習をサポートする誤用の自動検出手法の精度は限定的であるため (Rao, et al, 2018)，学習支援システムの開発は少なく、カリキュラムに対応したフィードバック支援システムの開発に関する研究がまだ報告されていない。文部科学省 (2019) によると、外国語教育分野において、日本全国の国公私立 758 大学のうち、開講している学校数がもっとも多い外国語の上位三語は英語、中国語とフランス語である。中国語

は英語に次いで、開講している学校数が 608 校、3 位フランス語の 479 校を大幅に超えている。それゆえに、中国語ライティング学習におけるフィードバック支援システム構築に関する研究が待たれている。

## 1.2 研究目的

本研究の目的は、カリキュラム上の学習内容に対応した中国語ライティング学習における形成的フィードバックを支援できるシステムを構築することである。本研究では、日本人中国語学習者を対象とした大学の実際の授業を取り上げ、そのカリキュラムに沿った学習プロセスに合わせた形成的フィードバックに重点が置かれた教師によるフィードバックを支援できるシステムの提案、試作、評価を行う。具体的には、カリキュラムに沿って、習得すべき文法項目に焦点を当て、学習者のライティング学習における和文中訳課題への作文に必要とされる文法項目を学習項目と復習項目に分ける。これらの復習項目に重点を置いて学生の課題解答文を分析し、文法項目を学習するプロセスにおいて形成的フィードバックを提供する手法を検討し、システム構築のための具体的な手法を探る。また分析結果に基づいて、文法項目の抽出と習得状況を追跡するシステムの提案と試作を行う。最後に、教育現場での実践的評価を行い、システムの有効性を検証する。なお、ここでいう学習項目とは、課題に関連して新しく習得した文法項目を指し、復習項目とは、既習した文法項目を指すこととする。

## 1.3 論文の構成

本論文は次のように構成する。まず、第一章では、研究の背景と目的および構成を述べる。第二章では、ライティング学習におけるフィードバックと自動フィードバックシステムという 2 つの観点から、本研究と関連する研究を紹介する。また、本研究で利用する正規表現、形態素解析、構文解析および Stanford CoreNLP などの自然言語処理技術とツールについても説明する。

第三章では、まず、本研究における中国語授業の詳細について説明し、カリキュラムに要求された文法項目を紹介する。そして、ライティング学習における和文中訳課題の解答を収集して、人手評価により、学習者の誤りのパターンを確認する。また、学習者の 1 学期の課題解答を分析することにより、和文中訳課題における文法項目に注目した形成的フィードバックの形式を検討する。さらに、分析結果に基づき、フィードバック支援システムに必要

な機能を明らかにする。

第四章では、形成的フィードバック支援システムを提案し、システムの概要と構成、および具体的な実現方法を説明する。システムには、復習項目のデータベースがあり、学生の課題への解答文からそれらの文法項目を検出および追跡できるアルゴリズムが含まれている。

第五章では、第四章で述べたシステムを試作し、授業で利用することの有効性について述べる。具体的には、初級と中級レベルの学習者を対象に実験を行い、本システムによる形成的フィードバックの実施結果を述べて考察を行う。

第六章では、本研究のまとめ、および今後の課題について述べる。

## 2 関連研究および関連技術

### 2.1 はじめに

ライティング授業の指導において、教師によるフィードバックは盛んに研究され、その効果については多様な意見があるものの、有効性を主張する研究が主流となっている。また、近年、教育現場では形成的フィードバックが重視され、言語教育にも導入されつつある。一方、自然言語処理技術を利用し、ライティング学習を支援するフィードバックシステムに関する研究も盛んになっている。

本章では、まずライティング学習におけるフィードバックについて関連研究を紹介し、その効果について述べる。次に、e-learning の普及とともに注目される既存の自動フィードバックシステムを紹介し、特に外国語学習支援システムについて重点を置いて説明する。また、本研究で利用する正規表現、形態素解析、構文解析および Stanford CoreNLP などの自然言語処理技術とツールについても説明する。

### 2.2 ライティング学習におけるフィードバックに関する研究

ライティング学習におけるフィードバックは数多く研究され、フィードバックは種類により効果が異なることが明らかにされつつある。異なるフィードバックの効果については、Bangert-Drowns, et al. (1991), Oi, et al. (2000) と Shizuka (1993) の研究が挙げられる。

Bangert-Drowns, et al. (1991) は、40 件のフィードバックに関する研究報告についてメタ分析し、結果を報告した。まず、フィードバックのネガティブ効果は事前の正解の入手と関連していることを示した。複数の研究を分析することによって、学習者が解答する前に正解を入手できる環境ではそのまま利用する可能性が高く、フィードバックの効果が下がる傾向があることを明らかにした。また、解答に対する正誤情報だけを提供することは正解の提示より低い効果をもたらすことも確認した。さらに、学習者は正解率が低いほど、正解を提示するフィードバックはより効果があるとされ、フィードバックのもっとも重要な役割は誤用に対する訂正であることも示唆した。

Oi, et al. (2000) は大学生を対象に教師による 2 種類のフィードバック（文法に関するフィードバックと内容に関するフィードバック）の効果について検証した。具体的には、46 名の大学一年生が 2 つのグループに分けられ、1 学期に渡って 6 つの文章を書き、グループ A の学習者は文法に関するフィードバックしか受けず、グループ B の学習者は内容に関する

フィードバックしか受けなかつた。文法に関するフィードバックは学習者の文章に出現した誤用についてのフィードバックであり、内容に関するフィードバックはテーマの明確さ、論拠の具体性と論理の一貫性という 3 要素を含んだフィードバックである。実験では、学習者がフィードバックを受けた後に、文章を書き直した。その結果、グループ B の学習者の文章の完成度には向上が見られたが、グループ A の文章の完成度には向上が見られなかつた。しかし、文法に関するフィードバックを受けたグループ A の学習者の文章には文法的誤用の減少が見られ、文章の正確さについての効果があることが明らかとなつた。

Shizuka (1993) は EFL 学習者を対象に異なるフィードバックの効果について検証した。検証したフィードバックは 1) 教師による訂正フィードバック、2) 教師による誤用の位置の表示、3) 学習者同士のピアフィードバックと 4) 自己編集の 4 種類である。学習者はフィードバックの種類ごとに 4 つのグループに分けられ、同じテーマについて文章を書いた。それぞれ異なるフィードバックを受けた 4 つのグループの文章を分析した結果、教師による訂正フィードバックの効果がもっとも高いことがわかつた。また、異なるレベルの学習者の能力に応じたフィードバックの提供が必要であることも示唆された。さらに、学習者が訂正フィードバックを受けた 1 週間後に書き直した文章の質は直後に書き直した文章の質より低くなつた。そのため長期的に作文力を向上させるためにはより一層工夫が求められることを示唆した。

このように、外国語ライティング指導におけるフィードバックは多様であるが、文法に対する訂正フィードバックが有効であることが確認された。学習者のレベルに応じて継続的にフィードバックを提供することの重要性が明らかになつた。

形成的フィードバックについては、McGarrell and Verbeem (2007) と Shute (2008) の研究があげられる。McGarrell and Verbeem (2007) が総括的フィードバックと形成的フィードバックのそれぞれの特徴について説明した。教育現場で一般とされている総括的フィードバックは学習者が目標に達成したかどうかを判別するためのツールであり、文法的誤りなどの表面上の誤りしか注目していないという問題を指摘した。そして、形成的フィードバックの 4 つの特徴、1) 質問の形式で行う、2) 文章の構造より内容を重要視する、3) 評価的な判断を避ける、4) 個人に適応する、を提示した。また、プロセス・アプローチを採用した教育現場で形成的フィードバックを提供する前に考慮すべき 5 つの要素：1) 授業の目標、2) 課題の目的、3) 課題の評価基準、4) 文章の種類、5) 学習者の素質、を提示した。そして、すべての授業で一律のフィードバックを提供することは不適切であり、この 5 つの要素

を考慮した上でフィードバックの形式を考える必要があると主張した。

Shute (2008) は、150 件以上のフィードバックに関連する研究をメタ分析し、形成的フィードバックを行う際のガイドラインを示した。まず、形成的フィードバックを「学習プロセスを支援し、学習効果を向上させるために学習者に与える情報」として定義し、形成的フィードバックの主要な目的は学生の知識、スキルと理解を高めることであると主張した。また、課題に対するより具体的かつ明確なフィードバックを提供する必要があり、課題と学習目標により、即時あるいは遅延フィードバックを使い分けることが重要であると述べた。

上述の研究により、ライティング学習における形成的フィードバックの定義と特徴が論じられ、フィードバックを提供する際に課題の形式、学生の特徴、授業の目標などの考慮すべき要素がわかるようになった。

### 2.3 自動フィードバックシステムに関する研究

情報通信技術の教育的利用が盛んになるにつれ、CALL (Computer Assisted Language Learning) は広く教育現場に取り入れられるようになった。この流れの中、自動的にフィードバックを提供するシステムはどのような効果があるかが注目されている。このようなシステムは外国語教育だけではなく、他の教科にも利用され、その学習支援効果が研究されてきた。Knutsson, et al. (2007), Yeh and Lo (2009), Ludvigsen, Krumsvik and Furnes (2015) は、文法チェッカー、インタラクティブ学習支援システムおよび授業応答システムを使用した結果について報告し、van der Kleij, F. M., et al. (2012) は異なる種類の自動フィードバックの効果を検証した。

Knutsson, et al. (2007) は学習者がスウェーデン語を第二言語として学習する時、自由作文の文法チェッカーの利用について報告した。学習者はまず文法チェッカーなしの状況で文章を書き、その後文法チェッckerを利用しながら文章を書いた。そして、学習者は文法チェッckerの出力について、検出、説明と訂正という 3 つの観点で 5 段階評価を行った。その結果、文法チェッckerを利用する回数が多い学習者は文法チェッckerをより高く評価する傾向が見られ、3 つの観点については検出がもっとも高い評価を得た。文法チェッckerは学習者の文章に対してスペリング、述語、欠落、語順などについてフィードバックを提供したが、不正確なフィードバックも存在した。学習者は約半分の誤ったフィードバックが正しいフィードバックとして判別し、文章もそれに従い修正した。その結果、既存の文法チェッckerは文章のジャンルにより偏りが生じるため、自由作文を支援することが困難になると結

論づけた。

Yeh and Lo (2009) は誤り訂正とフィードバックを提供するインタラクティブな環境を提案した。その環境の中には、文章作成用の Document Maker, 誤り訂正用の Annotation Editor, ユーザーの検索に応じて訂正フィードバックを表示する Composer, 誤りを分析する Error Analyzer とフィードバックと分析結果を表示する Viewer という 5 つのモジュールが含まれている。これらのモジュールが利用できるインタラクティブな環境の有効性を検証するため、50 名の EFL 学習者を対象とした実験を行った。実験では学習者が 2 つのグループに分けられ、同じテーマで文章を書いた後、インタラクティブな環境と紙媒体によってフィードバックを提供した。実験の結果、インタラクティブな環境でフィードバックを受けた学習者は紙媒体でフィードバックを受けた学習者より多くの誤りを認識できたことが明らかとなった。また、誤りを正解として誤認識した率と正解を誤りとして誤認識した率では後者が低いということも明らかとなった。このことから、人手によるフィードバックをサポートするシステムと自動集計機能を装備したインタラクティブ環境でも紙媒体のフィードバックより有効に学習者の外国語能力を向上させることができるということを示唆した。

Ludvigsen, Krumsvik, and Furnes (2015) は、大人数の授業でクリッカー（赤外線リモコンによる学生解答システム）を使用することによる形成的フィードバックの効果を検証した。授業中に教師が質問を用意し、学習者はリモコンを使用し問題を解答する。そして解答した結果が即時に集計され表示されたところ、クリッカーで問題を解くことは学習者に授業の目標を提示することになり、それは形成的フィードバックの重要な役割となることが明らかとなった。また、学習者がクリッckerで問題を解答する際の学習者同士のディスカッションの時間が授業への積極的な参加を促し、授業への理解を深めることも明らかにした。

van der Kleij, F. M., et al. (2012) は 152 名の大学一年生を対象として、コンピュータによる即時的に正答と具体的な説明の提供、遅延的に正答と具体的な説明の提供、遅延的に解答の正誤情報の提供という 3 種類のフィードバックを提供した効果について調査した。その結果、3 つのグループの学生の成績には有意な差は見られなかったものの、学生が遅延フィードバックより即時フィードバックに集中しやすく、誤った問題に対するフィードバックをより重視する傾向も現れた。

上記の研究用のシステムのほか、実用化された自動フィードバックシステムの教育現場での効果を検証した研究もある。Educational Testing Service (ETS), Vantage Learning, Pearson Knowledge Technologies は、それぞれ Criterion, My Access, WriteToLearn という自動採点工

ンジンが内蔵されたフィードバックシステムを開発した。

Criterion は、構成、文体、構造、語法と文法という 5 つの観点から誤りを分析し、フィードバックを提供できるため、プロセスライティングの指導に適していると考えられる。したがって、Criterion はとりわけ注目を浴び、フィードバックの効果が複数の研究 (Warschauer & Grimes, 2008; 田地野ほか, 2011) によって検証された。

Warschauer and Grimes (2008) は作文の自動採点やフィードバックを提供できるシステム (Criterion と My Access) について、中学生を対象にしてその効果の調査を行った。その結果、システムは教師の採点時間を節約することができ、学習者がフィードバックを受けた後に自分の作文を編集する回数が増加した傾向が現れたが、編集の対象は文法的な誤用とスペリングミスのような形式上なものとなり、構造や内容への推敲は見られなかった。

田地野ほか (2011) は大学生を対象とした英語の授業で Criterion の利用効果について検証した。2 週間にわたり 2 つの文章書かせたあと、Criterion に入力させた。そして、フィードバックを確認した後、20 分以内で書き直しを行わせ、修正した文章を再度 Criterion に入力させて 2 回目のフィードバックを確認させた。併せてアンケート調査も行った。その結果、フィードバックを受けた前後で文章の採点に有意な向上が見られ、学習者は構成、文体、構造、語法と文法という 5 つの観点では、「構成」、「文体」、「文法」の順に有用性を感じていたことが明らかとなった。また、Criterion の有効性が実証されたものの、学習者がシステムによる指摘の根拠が不明瞭と感じたこともあり、教師による説明が重要であることも示唆された。

また、近年、人工知能技術の急速な発展とともに、自律的かつ即時的なフィードバックによるインストラクションを行うことが可能な知的学習支援システム (Intelligent Tutoring System) に関する研究が盛んに行われている (林, 2018)。その知的学習支援システムをライティング学習に応用した研究もある。例えば、実証研究として、McNamara, Crossley, & Roscoe (2013) と Roscoe, Rod D., et al. (2015) が挙げられる。

McNamara, Crossley, and Roscoe (2013) は様々な指標を知的学習支援システムに導入し、学習者のライティングを評価して、人手評価との相関を調べた上、ライティング支援するために必要な指標を明らかにした。313 名の大学 1 年生から収集した時間制限のある作文データを対象に、8 名の 4 年以上のライティング教育経験を有する専門家が人手評価を行なった。その後、異なる指標を取り入れた 3 つのシステムを利用し、全ての文章について自動評価を行い、人手評価との相関分析結果により、語彙の多様性、単語の頻度と統語的複雑さの

3つの指標だけでは、自動評価と人手評価の相関が低く、ライティングを評価するには不十分であることが明らかになった。文章の修辞法と一貫性についてのシステムの評価は人手評価との相関が著しく高かった。以上の結果から、専門家の評価基準には修辞法と一貫性が重視され、システムがこの2つの側面から学習者のライティングを評価できれば、ライティングに存在する問題をより具体的に指摘出来るようになり、フィードバックの効果の向上が期待されると結論付けた。

Roscoe, Rod D., et al. (2015) は形成的フィードバックを提供できる知的学習支援システム Writing Pal を開発した。一回のライティングに対するフィードバックを提供するだけではなく、フィードバックを受け、修正した文章を以前の文章と比較し、修正パターンを検出するシステムである。システムは単語レベル（頻度、親密度など）と文章レベル（字数、類似性など）における変更を検出できる。このように同じ文章の修正前後の変更パターンを検出することにより、学習者へ形成的フィードバックを提供できると考えられる。

上記のフィードバックシステムは母語話者や英語学習者を対象に構築されたものであり、外国語学習環境における中国語ライティング支援システムについては、以下のような研究結果が報告されている（李, 2016; Shiue, Hunag, & Chen, 2018）。

李（2016）は中日漢字の対応関係に注目し、システムを開発した。学習者は10回の授業にわたってシステムを利用し、中日漢字の関係図を作成することによって、テストの成績が向上した。Shiue, Hunag, and Chen (2018) は初めてニューラル機械翻訳を中国語ライティング修正システムに導入し、検証を行った。ニューラル機械翻訳は本来ある言語の文章を異なる言語に変換するための技術であるが、この論文では、誤用が含まれる中国語の文章を正しい中国語の文章に変換するため利用した。ニューラル機械翻訳を導入した訂正モデルを訓練するため、中国語を外国語として勉強した学習者から収集してきた NLPTEA データセットを使用した。システムは、中国語の修正フィードバック以外に、入力文に含まれている単語と文法項目を含むセンテンスを例文として提供している。ニューラル機械翻訳を導入した最初の中国語ライティング訂正システムである。

上記のように自動フィードバックシステムおよびその効果についての研究が行われたが、研究対象のほとんどが英語や母語を勉強する学習者であり、日本人中国語学習者に対する支援システムに関する研究はまだ少ない。中国語の学習に対応するシステムは開発されているが、精度および対応する項目が限定的である。

## 2.4 関連技術について

本節では、本研究で利用する技術およびツール、特に、自然言語処理、形態素解析、構文解析、正規表現および Stanford CoreNLP について説明する。

### A. 自然言語処理

自然言語とは、日本語、中国語、英語など、人間が普段コミュニケーションするときに使う言語のことである。自然言語と対照となるのは、C、Java、Pythonなどのコンピュータにおけるプログラミング言語あるいは人工言語である。「人間が普段コミュニケーションするときに使う自然言語をコンピュータで扱う技術」（奥村、2010）を自然言語処理という。自然言語処理は、形態素解析、構文解析、意味解析と文脈解析という四つのステップに分類することができる。ここでは、本研究と関連している形態素解析と構文解析に限定して説明する。

### B. 形態素解析

形態素は意味をもつ最小の言語単位である。形態素を分析対象とする処理を形態素解析という。形態素解析はわかつ書き・単語への品詞付与・単語の原形の復元という3つの処理に分けることができる。中国語や日本語はわかつ書きがないため、特に言語を処理する際には形態素解析が重要となる。例えば、中国語のセンテンスを自動で形態素解析する際、以下のようにわかつ書きされ、品詞タグが付与される。ここでは、PNは代名詞、VVは動詞、NNは名詞を表している。

#### 形態素解析の結果の例

我们 (PN) /打算 (VV) /去 (VV) /看 (VV) /樱花 (NN)

### C. 構文解析

「文を単なる単語の並びとしてとらえるのではなく、その背後にある文法的な構造を明らかにするプロセス」（奥村、2017）を構文解析という。構文解析はセンテンスの内部構造を明らかにできるため、意味をより正確に分析することが可能となる。構文解析では句構造解析や依存構造解析が一般的であるが、本研究ではシステム構築に依存構造解析技術を利用する。依存構造とは、センテンスにおける語と語の関係を表したものである。例

えば、中国語のセンテンスを構文解析する際、以下の図 2.1 のようになる。ここでは、nsubj は名詞主語、ccomp は補語となる節、xcomp は補語となる句、dobj は直接目的語を表している。

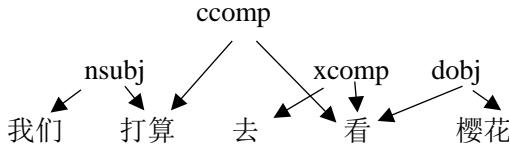


図 2.1 依存構造解析の例

#### D. 正規表現

正規表現とは、テキスト中の検索文字列を記述する言語である (Jurafsky & Martin, 2008)。正規表現を利用することにより、あるパターンに従う文字列の検索および抽出をすることができる。

#### E. Stanford CoreNLP

Stanford CoreNLP は Stanford University で開発した自然言語処理ツールキットである (Manning, et al., 2014)。なかには、わかち書き、品詞解析、構文解析、共参照解析などの自然言語処理ツールが含まれている。2020 年 3 月現在、英語、中国語、フランス語、スペイン語およびアラビア語に対応している。本研究では、中国語に対するわかち書き、品詞解析および構文解析器を利用する。

### 2.5 おわりに

本章では、関連研究および利用する技術とツールについて紹介した。ライティング学習におけるフィードバックの効果が示されたものの、形成的フィードバックは、課題の形式、学生の特徴、授業の目標などの要素を考慮した上で行うことにより効果的なものになることが明らかとなった。また、教師による具体的な説明がより効果的であることも示唆された。しかしながら、自動フィードバックシステムについて多くの研究がなされているものの、中国語に限っては対応するシステムが少なく、汎用的システムの精度が限定的である。したがって、次章では、本研究における中国語の授業に適したフィードバックの形式を検討し、フィードバック支援システムに必要な要素を授業分析により解明する。

### 3 システム開発のための授業分析

#### 3.1 はじめに

前章の関連研究で述べたように、中国語ライティング学習支援システムに関する研究はまだ少ないため、システムを構築する前に、教育現場ではどの部分に、どのようなフィードバックを提供するのが有効であるか検討する必要がある。

本研究で取り上げる中国語ライティング授業では、毎回、学生に和文中訳課題を課している。課題文にある文法項目はその授業で新しく学習した文法項目と以前の授業で学習した文法項目に分類できる。本章では、まず、授業の詳細について説明し、カリキュラム上、習得すべき文法項目を紹介する。そのうえで実際の対面式授業で収集した学習者の解答文を分析し、文法項目ごとに誤用の傾向を明らかにする。また、解答文にある VO フレーズへの追跡を行うことにより、ヒントの提示や教師の説明によるフィードバックの効果を確認する。そして、授業を分析することにより、このような授業で行う形成的フィードバックによる支援システムに必要な機能を解明する。

#### 3.2 本研究における中国語の授業について

本研究における授業は、未修科目のため、1年生を初級レベルの学習者に分類し、2年生を中級レベルの学習者に分類する。初級・中級での課題は和文中訳が中心である。授業は対面式授業であり、各クラスには学生が約30名いる。教師は毎回学生に和文中訳課題を課し、文法項目の習得に重点を置いている。教師はカリキュラムに従い、毎回新しい文法項目を教授し、課題文には新しい文法項目を含めている。課題文には文法項目が複数含まれており、新しい文法項目を本研究では学習項目、以前の授業で学習した文法項目を復習項目と呼ぶことにしている。例えば、「もし花見に行くなら、京都が一番いい。」という課題文には「花見」(看櫻花)が以前の授業で学習した文法項目であるので復習項目となり、「もし…なら」(如果…就)は今回の授業で新しく教えられた文法項目であるので学習項目となる。表3.1は、1年生向けたカリキュラム上習得すべき文法項目の一覧である。(教科書『はじめての中国語(発音・入門編)』(中川・朱, 2011))

表 3.1 1 年生第 1, 2 クオーターで習得する文法項目

	文法項目	例文	例文（日本語訳）
1	VO 型フレーズ	读书	本を読む
2	文末助詞"吗"	好吗？	いいですか。
3	副詞”也”	我也吃饭了.	私もご飯を食べました.
4	“不”	我不打排球.	私はバレー ボールをしない.
5	“没”	我没打排球.	私はバレー ボールをしなかつた/していない.
6	連体修飾語	我的西服	私の背広
7	人称代名詞	我, 我们	私
8	“不” +形容詞	我不忙.	私は忙しくありません.
9	“很”+形容詞	我很忙.	私はとても忙しいです.
10	反復疑問文	你忙不忙?	あなたは忙しいですか.
11	連動文	我来大阪看球赛.	私は大阪に球技の試合を見に来た.
12	指示代名詞	这是我的书.	これは私の本です.
13	“是” を用いる文	我的老师是中国人.	私の先生は中国人です.
14	副詞 “太”	太好了!	すばらしい!
15	基数	5 个人	5 人
16	序数	第 2	第 2
17	年	1999 年	1999 年
18	月 日	1 月 1 日	1 月 1 日
19	曜日	星期一	月曜日
20	副詞の位置	一起来吧.	一緒に行きましょう.
21	文末助詞の “了”	明年我就 20 岁了.	来年は二十になる.
22	有……做……	有 5 个老师教中文.	5 人の先生が中国語を教える.
23	動量詞	他已经工作两年了.	彼はもう 2 年働いた.
24	動詞の重ね型	听听.	ちょっと聞いてみる.
25	「所在」を表す動詞”在”	我在图书馆看书 .	図書館で本を読む.

26	“真” +形容詞	今天真冷！	今日は寒いね！
27	数字の前の”都”	孩子都 6 岁了.	子供はもう 6 歳にもなった.
28	副詞”还”	现在还不能开始.	今はまだ始められない.
29	補語一動詞の後に用いら れる”在”	他住在乡下的老家.	彼はいなかの実家に住んでい る.
30	前置詞 “跟”	跟中国老师学汉语.	中国人の先生に就いて中国語 を勉強する.
31	時刻	1 点	1 時
32	時間量	1 小时	1 時間
33	「好き」の表現	我喜欢吃中国的饺 子.	私は中国の餃子が好きだ.
34	「嫌い」の表現	他不喜欢踢足球.	彼はサッカーが好きではない.

### 3.3 学習データの収集と分析

上述のように、本研究における授業の課題は和文中訳であり、課題文は日本語のセンテンスである。それゆえに学生には中国語の解答文を課題として出している。また授業では文法項目の習得に重点を置いている。このような授業に適しているフィードバックを検討するため、表 3.2 で示すように、2 種類の授業分析を行った。

表 3.2 2 種類の授業分析

授業科目	『中国語初級』	『中国語中級』
対象者	初級レベルの学習者 1 クラス	中級レベルの学習者 2 クラス : Class 1, Class 2
開講時期	1 年次第 3, 4 クオーター	2 年次第 1, 2 クオーター
目的	頻出する誤用の分析	異なるフィードバックの効果の検証

#### 3.3.1 頻出する誤用に関する文法項目について

本研究では、まず初級レベルの学生 41 名を対象として、第 3, 4 クオーターに渡る 24 個の課題（表 3.3）における誤答率が高い（25%以上）誤用とそれに該当する文法項目をまと

めた。表3.4はそれらの誤用に関する日本語原文の節およびそれに関する文法項目を表している。収集したデータを分析した結果、連体修飾語に関する誤りがもっとも多く出現したことが明らかになった。ついで副詞やVO型フレーズ、場所に関する誤用も出現した。いずれも学生にとっては使用頻度の高い復習項目であるにもかかわらず、誤用率が高いことがわかった。この結果により、復習項目に対するフィードバックの提供が必要であることが明らかとなった。

表 3.3 1年次第3, 4クオーターの課題文

	課題文
1	神戸に住む華僑と華人は神戸市の人口の何パーセントを占める？
2	私と彼、共に努力しているけれど、成績が違う。
3	大阪と比べて神戸が近いけれど、私たちはやはり大阪に行った。
4	多くの報告によると、GDPにおいて、中国は日本を超え、世界第二の経済大国になった。
5	2月3日以降、私たちは授業があるだけではなく、試験もある。
6	多くの人と違って、私は多くの大学を調べた後神戸大学を選んだのだ。
7	一年の勉強を経て、私も彼女と同じように中国語を話すことができた。
8	もし大阪はオリンピックの開催地と指定されるならば、私は関西で仕事を探す。
9	大学で勉強するであろうと、外でアルバイトをするであろうと彼はどちらもとても努力しているようである。
10	私にとっては、中国語は英語より学びやすい。
11	私は今年4月から神戸大学に通い始めたのです。
12	大学に来たばかりのとき、もっとも印象深かったのは、皆と一緒に花見したことでした。
13	4年後卒業できるため、私は毎週多くの授業を受けています。
14	外国語の授業中、英語の授業があるだけでなく、中国語の授業もある。
15	英語であろうと、中国語であろうとどちらも好きです。
16	毎日忙しいですが、疲れを感じたことがありません。
17	中国では、皆一般的にクリスマスを日本のように過ごさない。

18	恐らく明日彼女は図書館に行って勉強することになっている。
19	彼女はすでに中国語を話せると言える。
20	授業のとき彼が絶えず喋るのは、私たち全員を不愉快にさせた。
21	もし努力しなければ、たとえ大学に進学したとしても、卒業できない。
22	誰でも賃金の低い都市で仕事をしたくない。
23	彼はアルバイトをすればするほど、図書館に行く時間がなくなる。
24	聞くところによると、学生達は夕方学校に留まるのは、試験に参加するためである。

表 3.4 課題における高頻度の誤用に関する文法項目

誤用に関する節	誤用に関する文法項目
神戸に住む華僑と華人	連体修飾句
やはり	副詞
多くの	連体修飾語
一年	量詞
大学で	場所
どちらも	副詞
花見	VO型フレーズ
外国語の授業	連体修飾語
すでに	副詞
都市で	場所

### 3.3.2 異なるフィードバックの効果について

関連研究では、異なるフィードバックの効果について説明がなされ、文法に対するフィードバックの有効性が示されているので、本研究では、授業で文法に対するヒントの提示および教師による説明という 2 種類のフィードバックを提供し、結果を分析した。

大学 2 年生 2 クラスそれぞれ 34 名と 34 名の中級レベル中国語学習者のデータを収集した。それらの学生に対して、8 週間に渡り、1 回の授業で 1 つのセンテンスに対する和文中訳課題を計 3 回 (S1-S3) 課した。S1 と S2 の間隔は 1 週間であり、S2 と S3 の間隔は 6 週間である。3 つの課題文はいずれの文にも、「花見」という特定の単語が含まれる。表 3.4 の

ように、「花見」は頻出する誤用であり、「花見」の中国語訳は「桜の花を見る」という「動詞+目的語」の VO 型フレーズになる。2 年生の学生にとっては表 3.1 に含まれる復習項目「VO 型フレーズ」にあたる。さらに、中国語では VO 型フレーズは動詞句における出現率が高く、多くの中国語の文法書で重要文法項目として扱われており、中国語学習者にとっては必須の学習文法項目である。したがって、「花見」をフィードバックの対象として選定した。

具体的には、表 3.5 で表しているように、第 1 週には、Class 1 の学生に「花見に行く」というフレーズの中国語訳をフィードバック（ヒント）として提示し、Class 2 の学生にはヒントなしの状況で課題を完成させた。第 2 週には、「花見」について説明せず、2 クラスともヒントなしで再び「花見」を含む課題を完成させた。第 3 週には、教師側が「花見」の異なる解答について解説し、最初に Class 1 に提示したヒントがもっとも適切な表現であることを 2 つのクラスに口頭で説明した。そして、第 8 週に、「花見」が含まれる課題を再度学生に課した。

表 3.5 異なる種類のフィードバックの提供

	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 8 週
課題	S1	S2		S3
Class 1	「花見に行く」の訳文	なし	「花見」の詳しい説明	なし
Class 2	なし	なし	「花見」の詳しい説明	なし

以下は S1-S3 の日本語原文と中国語の参考訳である。

日本語原文：

- S1. 「もし明日雨が降らなければ、私たちは花見に行くつもりです。」
- S2. 「もし花見に行くなら、京都が一番いい。」
- S3. 「来年 3 月末に私は神戸に来る予定だが、花見に来るのではなく、出張に来るのだ。」

中国語参考訳：

- S1. 「如果明天不下雨，我们就去看樱花。」
- S2. 「如果去看樱花，京都是最好的。」
- S3. 「明年 3 月底我打算来神户，但不是为了来看樱花，而是来出差。」

学生は授業で日本語の「もし...ならば, ...」と「...ではなく, ...だ」に相当する中国語の複文のライティングを学習しているところであるため, 上記の練習問題を課した. 日本語のセンテンスは单文, 重文, 複文のように分けられるが, 中国語には单文と複文の分類しかない(李, 1998). 広辞苑(第六版)によると, 日本語では, 单文は「主語と述語の関係を一組だけ含む文.」, 重文は「主語・述語の関係が成り立つ部分が, 対等の資格で結ばれている文.」, 複文は「主節と従属節から成る文. 主節の一部に従属節が含まれている文.」と分類される. 一方, 李(1998)によると, 中国語では, 複文は後方の重文と複文を合わせたものとされている. このことから, 2年生2クラスから収集した中国語のセンテンスは複文となる.

2年生のデータに対する分析は「花見」の訳を対象として, 2つのクラスにおける解答の変化を調べるために焦点を置いて行った。「花見」の正しい中国語訳には「看樱花」「看花」「賞花」と「观赏樱花」があり, いずれも「動詞+名詞」のVO型フレーズである. しかし, 学生の解答には「花見」「見花」「观樱花」「观花」のような誤用が見られた. この「花見」についての学習者の中国語翻訳の正答には適切さの程度に差異がある. 日本語の「花見」はおもに桜の花を観賞する風習を指すのに対して, 中国語の「看花」「賞花」は花を桜に特定せず, 菊や梅の花を観賞する意味を含む. また, 3つの課題のいずれもが日常会話から出現した口語である. 「观赏樱花」は「桜を観賞する」の意味になり, 「观赏」(「觀賞する」)という言葉は文語であり, 日常会話として使用される可能性は低いと考えられる. したがって, ここで「花見」の訳を「看樱花」(もっとも適切な訳G1), 「看花」「賞花」と「观赏樱花」(正解でありながら適切さが欠けているG2)と「花見」「見花」「观樱花」「观花」のような誤り(G3)という3つのグループに分け, 分析を行った. ここでは正解が複数あり, しかも適切さが異なるため, 学習者の正解率に加えて変更率も調べた.

表3.6は異なるグループの例文を示すものである. 学生の翻訳文の正解率を計算する方法は, S1-S3のそれぞれの翻訳文のうち, G1とG2の数を集計して, データ数で割る. 表3.6のデータを例として, S1についてG1, G2とG3の数をすべて1とした場合, S1の正解率は66.7% (2/3)になる. S2とS3についても同様の結果が得られた. 変更率を計算するため, 学習者が翻訳文を変更したか否かを判断することが必要である. 判断方法は前回の翻訳文と比較する. 本研究では, S2とS1における「花見」についての翻訳を比較し, S3とS2およびS3とS1における各翻訳文間で比較を行った. 例えば, ある学生のS1, S2とS3に

における「花見」に対する翻訳文はそれぞれ「看樱花」 - 「赏花」 - 「观赏樱花」であったため、S2 と S1, S3 と S2 および S3 と S1 の間すべてにおいて変更があったと判断できる。変更の判断が終了した後、学生のうち、変更のあった人の割合を計算することにより、クラスごとの変更率を算出した。

表 3.6 学習者翻訳文のグループ分け

	もっとも適切な訳 G1
S1	如果明天不下雨，我们打算去看樱花。
S2	如果去看樱花，京都都是最好。
S3	明年三月底我打算来神户，不是来看樱花，而是来出差。
	正解でありながら適切さが欠けている G2
S1	如果不下雨，我们打算去赏花。
S2	如果你去赏花，京都最好的。
S3	明年3月末我将来神户，不过不是来观赏樱花，而是来出差。
	誤り G3
S1	如果明天不下雨，我们去花見。
S2	如果我看樱花，京都最好。
S3	我打算来神户三月末，不是来看樱花，而是来出差。

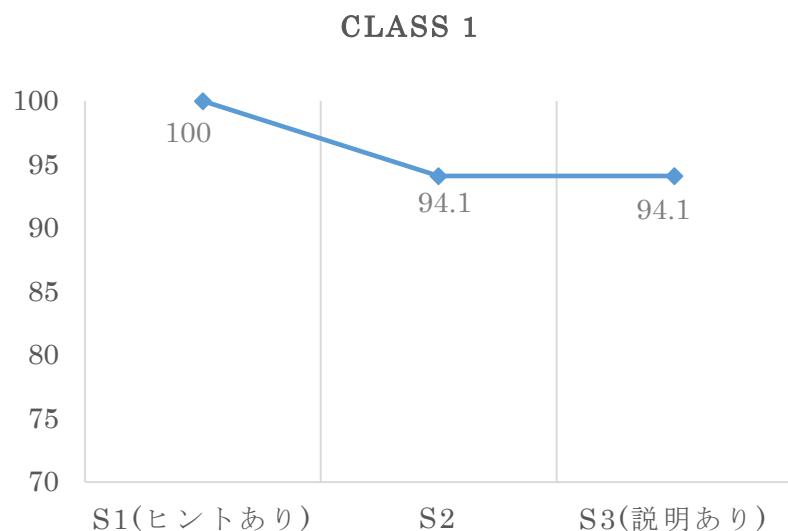


図 3.1 Class 1 の正解率

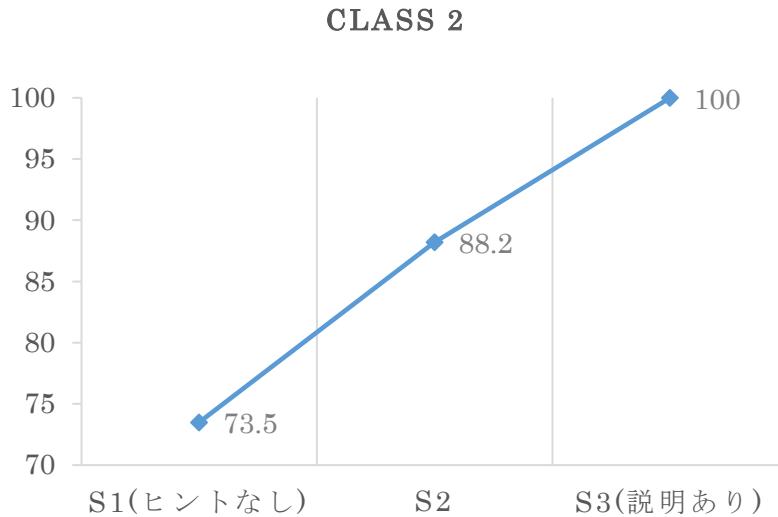


図 3.2 Class 2 の正解率

学生の 3 つの課題における「花見」の正解率の値を図 3.1 と図 3.2 に示す。ここで正解率は G1 と G2 の訳の割合を指す。

図からは以下のことが読み取れる。まず、第 1 週に、Class 1 と Class 2 はそれぞれヒントありとヒントなしの状況で課題を完成したため、Class 1 の学生は正解率が 100% に達し、Class 2 の正解率より上回っている。そして、Class 1 の学生全員が G1 のもっとも適切な訳「看櫻花」を使用したことに対して、Class 2 の学生のうち「花見」を「看櫻花」と翻訳した学生は 2 名だけであり、日本語の「花見」をそのまま使用した、あるいは欠落した解答が 26.5% を占めた。しかし、第 2 週に、Class 1 の正解率が下がったのに対して、Class 2 の正解率は上がった。Class 1 の 34 名の学生のうち、2 名の解答が誤答、32 名の解答は正答、30 名の解答が第 1 週と異なる表現であった。第 3 週には、教師が「花見」について、異なる翻訳の差異を説明し、ヒントである「看櫻花」の適切さを強調した。さらに、第 8 週の 3 回目の課題における正解率から、最初にヒントなしの Class 2 が Class 1 より上回ることが明らかになった。以上の結果から、フレーズや文法項目について説明せず、ヒントだけをフィードバックとして事前に学生に提示することには学習効果が期待できないと推測される。

8 週間における「花見」についての訳の変更率を表 3.7 に示す。ここでいう変更率とは「花見」について前回と異なる表現に変えた割合を指す。上述のように、Class 1 の学生は第 1 週に全員 G1 のもっとも適切な訳文を産出したが、85.3% の学生は次の週に異なった表現に変

更した。この結果は訳を直接フィードバックとして学習者に提示するだけでは学習者の記憶に残らないことを示唆している。これに対して、Class 2 の第 2 週の翻訳文と第 1 週の翻訳文を比較し、得た変更率は 52.9% であった。そして、第 8 週の 3 回目の課題の解答における変更率は 2 クラスとも同様であり、2 回目で G2 の訳を産出し、3 回目で G1 の訳に変更した学習者の数は 2 クラスとも 7 名であった。教師の説明がない状況で行った第 2 週の翻訳文の練習において、Class 1 の 34 名のうち 2 名だけが G1 「看櫻花」を使い続け、Class 2 の 34 名のうち 1 名だけが G2 から G1 に変更した。

表 3.7 8 週間における「花見」についての変更率

	1-2 週目	2-8 週目	1-8 週目	G2-G1
Class 1	85.3%	64.7%	73.5%	23.5%
Class 2	52.9%	64.7%	73.5%	23.5%

2 年生のデータの分析結果より、ヒントだけがある場合、学習者が一定の正解率に達することは可能であるが、教師の説明がない限り VO 型フレーズの異なる翻訳文のからもっとも適切な文を選択することは難しいと考えられる。また、第 8 週に 2 クラスとも 7 名が G1 の翻訳文を産出したのは第 3 週の教師の説明の効果だと考えられる。以上の分析結果から、学習者の解答を追跡することで、教師は教室内で提供した説明や教授法の効果を確認でき、学習者の習得状況を容易に把握し、より効果的なフィードバックを提供することが可能になると期待できる。

### 3.4 おわりに

上述のように、1 年生の解答文を分析した結果から、復習項目を誤る確率が高いことがわかり、フィードバックを行う際には復習項目への注意が必要であることが明らかになった。また、2 年生を対象とした、異なるフィードバックの状況で収集した解答文を分析したところ、教師による詳しい説明の効果が示唆され、文法項目の習得状況の追跡がより有効なフィードバックにつながることが判明した。したがって、復習項目に注目して文法項目を抽出し、その習得状況を追跡できる機能を備えたフィードバック支援システムは重要であることが明らかになった。

本章の分析を踏まえて、次章では復習項目に重点を置き、文法項目の習得状況を追跡できる形成的フィードバック支援システムの具体的な提案を行う。

## 4 形成的フィードバック支援システムの提案

### 4.1 はじめに

前章では、形成的フィードバックをシステムによって支援するには、習得目標とする文法項目だけでなく既習の文法項目にも注目した機能が重要であることを明らかにした。本章では、これらの文法項目に対する形成的フィードバック支援システムの構築に関して提案を行う。本研究で提案するシステムの大きな特徴はカリキュラム上の学習内容に合わせて文法項目の習得状況を検出できることである。これを実現するため、学習者の解答文から教師が確認したい文法項目について抽出を行い、正誤判断を行う必要がある。また、以前の課題にある同文法の習得状況と照らし合わせて、時系列的に追跡することも重要である。これを実現するためには、まず文法項目のデータベースを構築する。そして、文法の種類により、文字列検索、正規表現、形態素解析および依存構造解析といった自然言語処理技術を用いて、学習者の解答文から文法項目を抽出できるルールを考案する。このように、本章では抽出ルールの詳細を説明し、形成的フィードバックを支援するシステムを提案する。

### 4.2 システムの概要

前章では、初級レベルの文法項目が既習の文法項目として課題文に出現した時、中級レベルの学習者の正解率が低いという傾向が見られたため、本研究では、カリキュラム上の学習内容を表3.1に示した一年生第1,2クオーターで習得する文法項目とした。学習者の解答文における文法項目を自動的に抽出するために、自然言語処理技術を利用して作成した抽出ルールと文法項目の対応関係を表4.1に示している。これらの文法項目を抽出ルール（構文解析の有無）により2種類に分類している。表4.2はこれらの文法項目をハイライトし、抽出ルールが表3.1に示す文法項目の66.7%をカバーできることを表している。各文法項目にある番号は教科書に現れる順序を示すものである。

本システムは課題文ごとの参考訳と学習者の解答文に対して

- ① 参考訳に存在する文法項目を抽出ルールにより抽出する。
- ② 学習者の解答文を抽出ルールに従って抽出を行い、参考訳の抽出結果と照合し、異なる部分を誤りとして判断する。
- ③ 以前の同じ文法項目を含む学習履歴と比較し、追跡結果を提供する。

表 4.1 主要な文法項目と抽出ルール

分類	文法項目	抽出ルール
構文解析なし	時間を表す表現	正規表現を用いた文字列検索
	人称代名詞	文字列検索
	指示代名詞	文字列検索
	動詞の重ね型	正規表現+形態素解析
	文末助詞“吗”	正規表現を用いた文字列検索
	否定文	文字列検索
	反復疑問文	文字列検索
構文解析あり	VO 型フレーズ	依存構造解析
	主語 + 動詞	依存構造解析
	副詞	依存構造解析
	連体修飾	正規表現+依存構造解析

表 4.2 1年生第1, 2クオーターで習得する文法項目との対応

	文法項目		文法項目
1	VO 型フレーズ	18	月 日
2	文末助詞“吗”	19	曜日
3	副詞“也”	20	副詞の位置
4	“不”	21	文末助詞の“了”
5	“没”	22	有……做……
6	連体修飾	23	動量詞
7	人称代名詞	24	動詞の重ね型
8	“不”+形容詞	25	「所在」を表す動詞“在”
9	“很”+形容詞	26	“真”+形容詞
10	反復疑問文	27	数字の前の“都”
11	連動文	28	副詞“还”
12	指示代名詞	29	補語—動詞の後に用いられる“在”

13	“是”を用いる文	30	前置詞“跟”
14	副詞“太”	31	時刻
15	基数	32	時間量
16	序数	33	「好き」の表現
17	年	34	「嫌い」の表現

上記の文法項目をデータベースに格納した。またデータベースの中に、各文法項目に関する詳しい説明、日本語および中国語の例文以外に学習する予定である授業の回数および日付も登録した。それにより、入力データの日付と比較し、復習項目であるか否かの判断を行うことが可能となる。

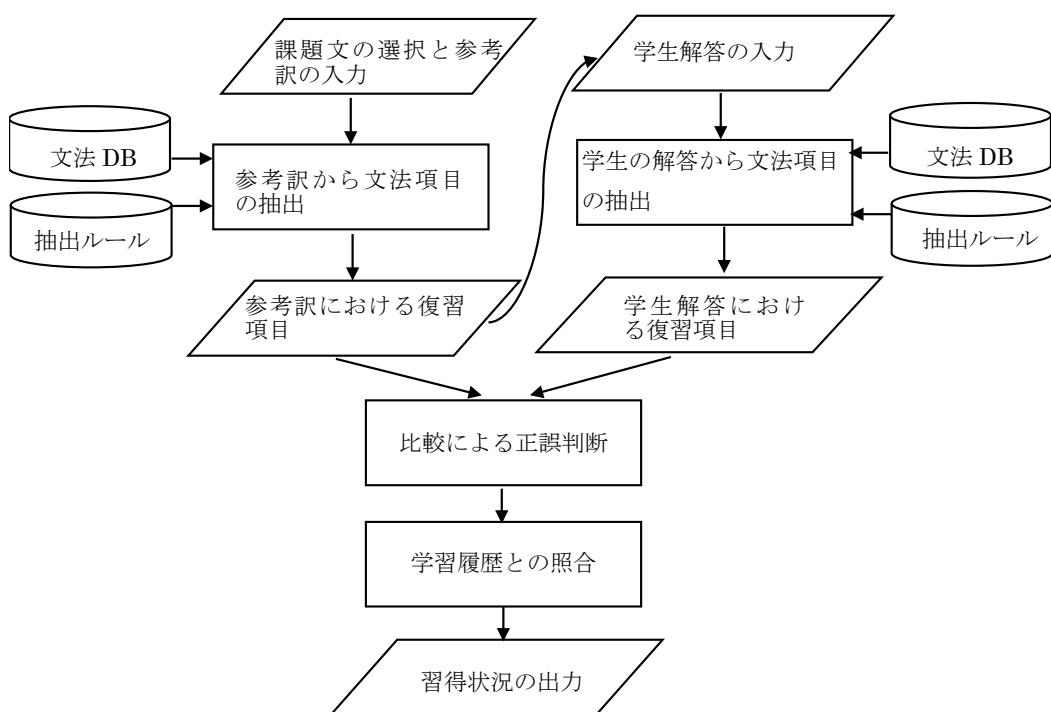


図 4.1 システムの全体図

図 4.1 は本システムの全体図を示すものである。「課題文の選択と参考訳の入力」では、まず、分析対象となる課題文を選択し、教師がそれに対応する参考訳を入力する。「参考訳から文法項目の抽出」では、文法項目のデータベースと抽出ルールを用いて、「参考訳における復習項目」を抽出する。「学生解答の入力」では、課題文に対する学生の解答文を入力

する。「学生の解答から文法項目の抽出」では、文法項目のデータベースと抽出ルールを用いて、「学生解答における復習項目」を抽出する。そして、「比較による正誤判断」では、参考訳から抽出した文法項目と学生の解答からの抽出部分を比較することにより、正誤判断を行う。また、「学習履歴との照合」では、以前の同じ文法項目を含む学習履歴と比較し、習得状況を追跡したうえ、「習得状況の出力」を行う。

次節では抽出ルールを具体的に説明し、システムのアルゴリズムについて述べる。

### 4.3 アルゴリズム

本研究で提案するアルゴリズムでは、抽出対象となる文法項目を学習項目と復習項目に分類している。なお、参考訳文から抽出する文法項目を正答フレーズ、学習者の解答文から抽出する正答フレーズに対応する文法項目を学習者フレーズと呼ぶこととする。

#### 4.3.1 構文解析を必要としない文法項目に関する抽出ルール

表 4.1 が示すように、時間の表現や人称代名詞などのシンプルな文法項目については複雑な構文解析を使わずに正規表現および形態素情報を利用し、抽出ルールを作成できる。この種の文法項目についての抽出ルールの概要は以下のようになる。

中国語における時間を表す表現は「Y 年 M 月 D 日 H 点 M 分 S 秒」（「Y 年 M 月 D 日 H 時 M 分 S 秒」）という形になり、その一部のみで使われることもある。例えば、「Y 年 M 月」「M 月 D 日」「H 点 M 分」などの日付や時刻の表現である。それ以外に、「前|去|今|明|后年」「（一昨|去|今|来|再来年）」「前|昨|今|明|后天」「（一昨|昨|今|明|明後日）」という相対的な時間表現も存在する。これらの表現を抽出するために、以下の正規表現を用いた文字列検索を利用した。

```
「([0-9 零一二两三四五五六七八九十前去今明后个個] 年[間間]?)?([0-9 一二两三四五五六七八九十上下个個] 月)?([0-9 一二两三四五五六七八九十前昨今明后] [号日天])? ([星期周礼拜] [一二两三四五五六日天])?([0-9 零一二两三四五五六七八九十百] 点)?([0-9 零一二两三四五五六七八九十百] 分)?) ([0-9 零一二两三四五五六七八九十百] 秒)?」
```

上記の正規表現を利用し、学習者の解答から検索を行う。学習者はアラビア数字あるいは

漢数字を使う可能性があるため、上記の正規表現を準備することで、両方の抽出が可能となる。例えば、以下のセンテンスから下線部の部分を抽出できる。

(例) 「明年 4月 我去看樱花.」(来年の 4月 に (私は) 花見に行く.)

**人称代名詞**は限られているため、全てを羅列し、そちらの文字列を検索して、文法項目を抽出する。

「我， 我们， 你， 你们， 他， 她， 它， 他们， 她们， 它们」

上記の単語はそれぞれ「私， 私たち， あなた， あなたたち， 彼， 彼女， それ（動物や物を指す）， 彼ら， 彼女たち， それら」を指す。このルールを使用することにより、以下の例文から下線部を検索および抽出できるようになる。

(例) 「明年 4月 我去看樱花.」(来年の 4月 に私は花見に行く.)

**指示代名詞**も限られているため全てを羅列し、そちらの文字列を検索して、文法項目を抽出する。

「这， 这些， 那， 那些， 哪， 哪些」

このルールは「これ， 这れら， あれ， あれら， どれ， どれ」に対応しており、以下の例文の下線部を検索および抽出できる。

(例) 「这也是我的书.」(これもわたしの本だ.)

**動詞の重ね型**という文法項目はある動作を軽く言う、あるいは試みるときに使われる。「動詞+“一下”」のほか、「動詞+“一”+動詞」という。“一”を省略することもある。したがって、わかつ書き後の形態素情報および正規表現を用いて抽出ルールを定義した。

「動詞タグ付きの単語 一下 | 動詞タグ付きの単語 一? 前と同じ動詞」

このルールを利用することで、以下の例文から下線部を検索し抽出できるようになる。

(例) 「看一看这张照片」(この写真をちょっと見てみる.)

しかし、「看看」(ちょっと見てみる) のような 2 文字の動詞の重ね型の場合、わかつ書きされた時、「看看」が 1 つの動詞として識別される。この問題を対応するため、以下のルールを作成している。

センテンスをわかつ書きする前に、同じ文字が 2 回連續に出現することを識別させ、その 2 文字を抽出する。抽出された 2 文字は同じ文字の組み合わせとなり、その文字について形

態素解析を行う。その文字が動詞である場合に抽出された 2 文字を動詞の重ね型として分類する。

このルールを利用することで、以下の例文から下線部を検索し抽出できるようになる。

(例) 「看看这张照片」(この写真をちょっと見てみる。)

中国語の文末に助詞“吗”を付けると、諾否疑問文となるため、「？」を付け加える。

「吗？？」

正しい諾否疑問文には「？」は必ず存在するが、学習者のセンテンスでは欠落している場合があるため、正規表現を利用して対応した。それにより同じく例文から下線部を抽出できるようになる。

(例) 「吃饭吗？」(ご飯を食べますか?)

否定文には特定の文字「不」「没」が存在するため、この 2 つの文字を用いて、否定文の判定と抽出を行う。

「不」あるいは「没」を探し、「不」あるいは「没」および  
わかれ書きの結果からその直後の文節と一緒に抽出する。

(例) 「我不吃饭。」(私はご飯を食べない。)

反復疑問文とは形容詞や動詞を「肯定形+否定形」の順に並べる疑問文であり。「確認、問い合わせ」の意味合いが強い。同じ形容詞や動詞の肯定と否定形が含まれるため、上記の否定文のルールにさらに条件を加えることで、反復疑問文を抽出できるようになる。

「不」あるいは「没」の前後と直結している文節が同じである場合、  
3 つの文節と一緒に反復疑問文として抽出する。

(例) 「你忙不忙？」(あなたは忙しいですか。)

以上が構文解析を必要としない文法項目に関する抽出ルールについてまとめたものである。

#### 4.3.2 構文解析を必要とする文法項目に関する抽出ルール

主語などセンテンスの成分に関わる文法項目を抽出する場合には、正規表現や形素解析

だけでは不十分であるため、構文解析が必要となる。そこで本研究では Stanford CoreNLP を用いて依存構造解析を行う。解析結果は図 2.1 に示すように、依存関係タグによる係り受け情報が得られる。構文解析を必要とする文法項目に関する抽出ルールの概要は以下のようになる。

「主語+動詞」の部分の抽出は、依存構造解析の「nsubj」（名詞主語）タグを利用し、名詞主語とタグ付けた文節とその後にある動詞の形態素情報を持つ文節の部分を抽出する。

副詞の部分の抽出は、依存構造解析の「advmod」（副詞修飾語）タグを利用し、タグが指している 2 つの要素および要素間の部分を抽出する。

連体修飾語の部分の抽出は、依存構造解析の「nmod」（名詞修飾語）、「amod」（形容詞修飾語）および「nummod」（数詞修飾語）タグを利用し、タグが指している 2 つの要素および要素間の部分を抽出する。

以上が構文解析を必要とする文法項目に関する抽出ルールについてまとめたものである。

#### 4.3.3 VO 型フレーズの抽出および追跡

**VO 型フレーズ**という文法項目は重要性が高いため、本項では抽出アルゴリズムについて詳細に説明する。学習者フレーズは学生の解答にある正答フレーズに相当する部分であるが、誤っている可能性が高い。

したがって、VO 型フレーズをはじめとする構文解析が必要となる文法項目への追跡は以下の 4 つのステップに分けられる。

- 単文を抽出するための前処理
- 抽出された単文のわかち書きと形態素解析
- 依存構造解析による文法項目の抽出
- 抽出された文法項目の比較

前処理は、学習者の解答文から VO 型フレーズを含む単文を抽出する役割を果たす。第 3

章に述べたように、『中国語中級』を受講する学習者には、接続詞や特定のセンテンスの構造の使い方を習得目標としているため、S1-S3 のような複文の練習課題が課せられている。さらに、複数の VO 型フレーズが存在する練習課題も課せられている。このような課題に対して、翻訳文から VO 型フレーズの自動抽出が困難であるため、前処理が必要となる。したがって、学習者の翻訳文から学習者フレーズを含む単文を抽出し、構文解析を行うために前処理の方法を取り入れた。前処理により抽出された単文が次のステップの入力項目となり、次の処理に進む。

以下は第 3 章にも書いた S1-S3 の日本語原文と中国語の参考訳である。これらの例文を用いてアルゴリズムの詳細を説明する。

日本語原文：

- S1. 「もし明日雨が降らなければ、私たちは花見に行くつもりです。」
- S2. 「もし花見に行くなら、京都が一番いい。」
- S3. 「来年 3 月末に私は神戸に来る予定だが、花見に來るのではなく、出張に來るのだ。」

中国語参考訳：

- S1. 「如果明天不下雨，我们就去看樱花。」
- S2. 「如果去看樱花，京都是最好的。」
- S3. 「明年 3 月底我打算来神户，但不是为了来看樱花，而是来出差。」

(1) 単文を抽出するための前処理：

自然言語処理では文構造を自動的に分析できることが重要である。既存の構文解析器では、すでに複数の句を含む文を単文に分けることができるようになっている。しかし、誤用が含まれている文に対して、単文でも自動解析することは依然として困難な問題である。この問題を解決しようと多くのアプローチが試みてこられたが、ほとんどのアプローチは英語のみを対象としており、中国語の文構造に対応するものは少ないそこで、本研究では教師の経験的観察を通して学習者のセンテンスを分割するために、句読点と特定の文法項目、例えば、接続詞、副詞など利用した方法を提案する。学習者の複文を含むセンテンスに対し、まず句読点の位置に基づく分割と抽出を行い、次に文法項目に基づく抽出を行う。

学習者のデータより、中級レベルの学習者は、教室で学習したばかりの学習項目は非常によく理解しているが、数週間または数ヶ月前に学んだ復習項目は誤る可能性が高いことが明らかになっている。学習者が授業で学習した主な文法項目は接続詞と特定の文構造であるため、これらに関連する誤りはほとんど現れていないが、以前に学習した前置詞句や VO 型フレーズなどについての誤りは出現している。それゆえに学習者が課題において接続詞に関する文法を比較的理 解していることは単文抽出の手懸かりとなる。

2つの句を含む学習者のセンテンスには、句が句読点で区切られるのが一般的である。そして、文中の句読点の位置が正しい可能性は非常に高い。このような場合において、句読点の位置による正答フレーズを含む単文を抽出することは容易である。以降、これを句読点位置のステップと呼ぶ。表 4.3 には、『中国語中級』学習者から収集した翻訳文の中の正しい句読点位置を持つ訳文の割合を示している。

表 4.3 正しい句読点、文法項目と主語を持つ学習者の翻訳文の割合

	正しい句読点		正しい文法項目		正しい主語	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
S1	100%	91.2%	14.7%	5.9%	88.2%	76.4%
S2	100%	100%	100%	100%	91.2%	88.2%
S3	82.4%	70.1%	85.3%	79.4%	100%	97.1%

句読点位置のステップでは、参考訳を使用して正答フレーズを含む単文の位置を判定する。たとえば、S1 の参考訳は「如果明天不下雨，我们就去看樱花。」であり、正答フレーズは「看樱花」であるため、抽出したいのはセンテンス後半の「我们就去看樱花」である。したがって、学習者のセンテンスからコンマを見つけて文の後半部分を検索することにより、学習者の翻訳文から単文を抽出できるようになる。

句読点のない、または複数の句読点を含む 2 つ以上の句で構成される学習者の翻訳文に対しては、文法項目のステップを導入して抽出を行う。このステップでは、参考訳における正答フレーズの位置だけを利用するのではなく、上述のように、学習者が学習したばかりの特定の文章構造で使用される接続詞、副詞などの文法項目に基づく条件を追加する。授業で学習したばかりの文法項目は学習者に正しく翻訳される可能性が高いため、文法項目は文を分割するときに有効な要素として考慮されるべきである。さらに、英語と同様に、中国語

のセンテンスには通常、主語が存在している。したがって、主語もセンテンスを分割する際に役立つ重要な要素として見なすべきである。表 4.3 には、正しい文法項目を含む翻訳文の割合と主語が含まれている翻訳文の割合も示している。

文法項目のステップでは、教師が参考訳から文法と正答フレーズを指定し、指定された文法と正答フレーズにより、このステップで必要となる文法項目と主語が決定される。ここで文法は、2つ以上の句を含むセンテンスを構成するために必要な文法を指し、例えば、接続詞または副詞を指している。解析器が参考訳をわかつ書きし、教師は上記の文法に関する文法要素を選択できるようになる。参考訳内の正答フレーズを検索することにより、正答フレーズを含む単文とその単文の位置を取得することができ、含まれる文法項目とその中の主語を判別できる。もしその単文の中に文法項目または主語がない場合、文法項目のステップがスキップされ、前処理段階の終わりに進む。したがって、学習者の複数の句が含まれる翻訳文に対しては、句読点の有無を問わず、指定された文法項目または主語を含む場合、正答フレーズを含むべき単文が抽出される。また、指定された文法項目または主語を含まない場合は、センテンス全体が次のステップで使用される。

図 4.2 は前処理のステップの流れを示している。図 4.2 の「RA」「GE」および「PI」は、それぞれ「参考訳」「文法項目」および「位置情報」を指す。「如果明天不下雨，我们就去看樱花」の場合、正答フレーズが「看樱花」であり、文法項目はそれぞれ「如果」と「就」となり、文法「如果..., 就...」に対応している。「就」は正答フレーズを含む単文の中にあるべきなので、学習者の翻訳文の中から目的となる単文を抽出する鍵となる。さらに、依存構造解析器が参考訳における正答フレーズを含む単文を解析するために使用されて、「nsubj」(名詞である主語) が存在する場合、対応する主語がキーワードとして抽出され、目的の単文を抽出するためのもう一つの手懸かりとなる。この例文の場合、主語「我们」も検出されている。文法項目と主語に関する情報、そして参考訳における正答フレーズを含む単文の位置情報を取得した後、学習者の翻訳文から正答フレーズを含むべき単文を抽出できるようになる。

抽出アルゴリズムは、まず句読点に基づいて学習者の翻訳文を分割する。複数の句読点を含む翻訳文である場合、参考訳から抽出された文法項目または主語が存在するかどうかを調べる。片方または両方が存在する場合、たとえば、「如果明天，不下雨，就去看樱花。」「就」という文法項目を含む部分が抽出される。文法項目や主語が翻訳文に存在しない場合、例えば、「如果明天，不下雨，观赏樱花。」なら、位置情報(2番目の部分)に基づき、「不下

雨」が抽出される。翻訳文には句読点が存在せず、参考訳から抽出された主語を含む場合、例えば、「如果不下雨我们打算去观赏樱花。」となる。その翻訳文から抽出された主語「我们」を検索する。そして主語は通常単文の文頭に現れるので、主語からあと部分を抽出する。それ以外の場合、抽出を行わず、次のステップで翻訳文全体を利用する。

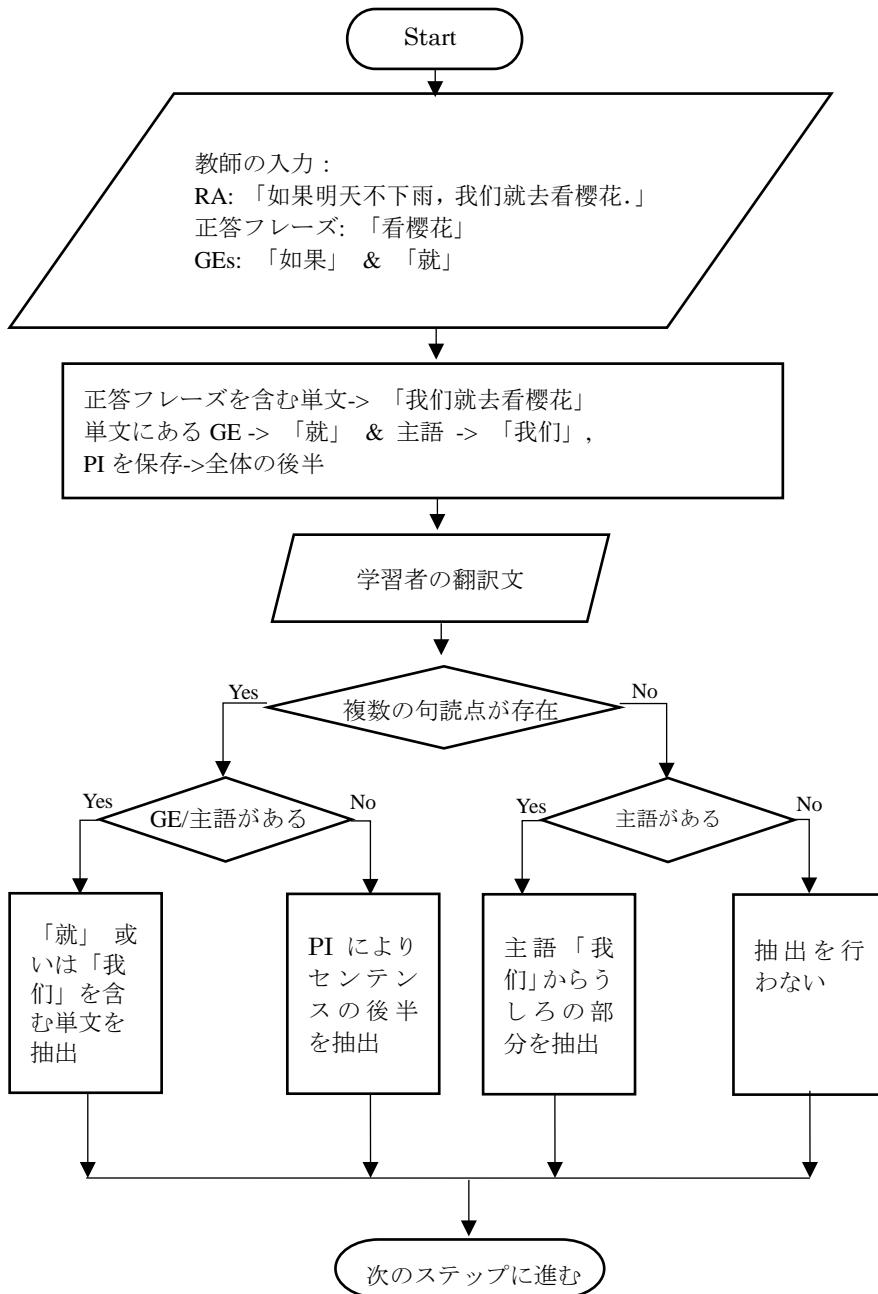


図 4.2 前処理における文法項目ステップの流れ図

(2) 前処理後のアルゴリズム：

ある学習者が提出した翻訳文を例文として、システムの前処理後のアルゴリズムを以下に説明する。

表 4.4 前処理する前後の例文

Original	S1	如果明天不下雨，我们打算去看樱花.
	S2	如果去看花，京都是最好.
	S3	明年3月末我打算来神户，不是来看樱花，而是来出差.
Pre-processed	S1	我们打算去看樱花
	S2	如果去看花
	S3	不是来看樱花

表 4.4 は前処理を行う前後の例文を表している。表 4.5 は構文解析器を利用し、前処理した単文をわから書きと形態素解析を行った結果を示している。

表 4.5 わから書きと形態素解析の結果

S1	我们 (PN) /打算 (VV) /去 (VV) /看 (VV) /樱花 (NN)
S2	如果 (CS) /去 (VV) /看花 (VV)
S3	不是来 (AD) /看 (VV) /樱花 (NN)

その後、依存構造解析器を使用し、入力センテンスの依存構造情報を入手する。“dobj”(direct object) タグにより、学習者フレーズの抽出を行う。“dobj”タグが存在する場合、その内容と形態素解析の結果が抽出され、タグが存在しない場合、学習者フレーズが抽出されず、抽出結果が“\*”（未抽出）になる。

S2 と S3 から抽出されたフレーズと S1 の抽出結果を比較し、学習者が翻訳文を変更したかどうかを判別する。変更があった場合には赤字で変更が表示され、変更がなかった場合は“No”が表示される。表 4.6 は依存構造解析と VO 型フレーズの抽出の結果を示している。

表 4.6 依存構造解析と VO 型フレーズの抽出

S1		看樱花
S2		*
S3		看樱花

最後に、S2 と S3 から抽出されたフレーズと S1 の抽出結果を比較し、学習者が翻訳文を変更したかどうかを判別する。変更があった場合には赤字で変更が表示され、変更がなかつた場合は“No”が表示される。表 4.7 は比較と判定の結果を示す。

表 4.7 比較と判定の結果

	S2-S1	S3-S1
比較	看花 - 看樱花	看樱花 - 看樱花
判別結果	<b>看樱花 =&gt; 看花</b>	No

図 4.3 はアルゴリズムを示す流れ図である。学習者の翻訳文は一人ずつ入力され、本節で説明したステップに沿って抽出と判定が行われる。

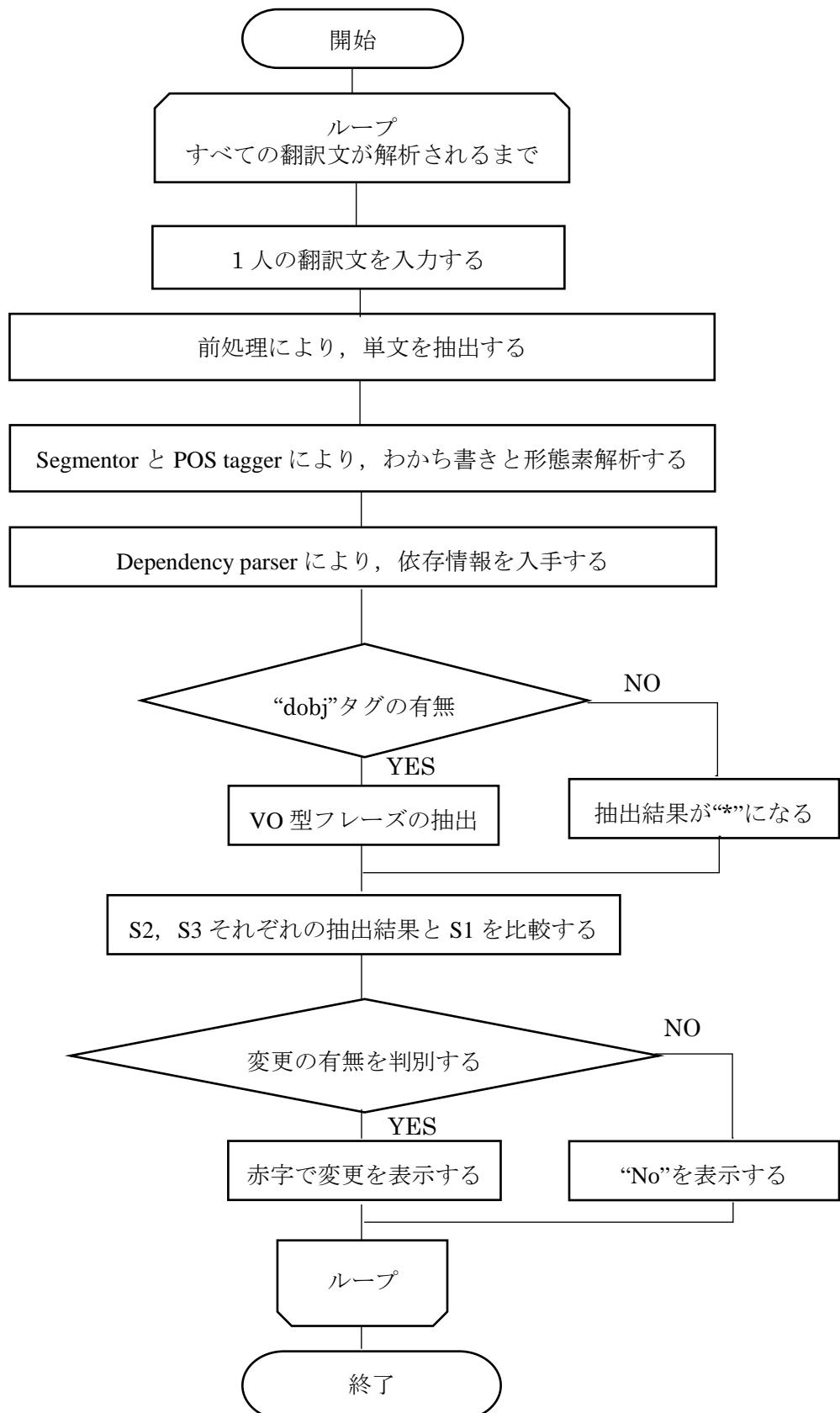


図 4.3 アルゴリズムの流れ図

#### 4.4 形成的フィードバックを支援するシステムの実現

前節で提案したアルゴリズムによって、教師による形成的フィードバックを支援することは容易に実現できる。教科書の学習内容に沿った学習プロセスにおいて、システムは、教師が入力した和文中訳課題の参考訳をわかつち書きしてからその結果を教師に提示し、教師が確認したい学習項目または復習項目を選択または直接入力する。システムは学生の解答文から指定された項目の抽出を行い、参考訳と比較することにより正誤判断をする。また、以前の解答文と同じ項目が出現した場合、学習履歴と比較して解答の変更を追跡する。

これらの処理によって、システムは課題文入力の日付、抽出した文法項目、正誤判断の結果および変更の追跡結果を教師に提示することができる。また、教師の指定がなくても、課題文から抽出された復習項目に対して、正誤判定や追跡の結果により、誤用の頻度が高い復習項目の検出が可能である。本システムの利用により、教師が長期間にわたって学習者の習得状況の変化を把握することができ、一冊の教科書にあるすべての文法項目を学習するプロセスにおいて、形成的フィードバックを容易に提供することが可能となる。

#### 4.5 おわりに

本章では、中国語ライティング授業に適した形成的フィードバック支援システムを提案し、本システムのアルゴリズムを詳細に述べた。このシステムのもっとも重要な機能は、学習者の複数回の解答文から同一文法項目が抽出できること、および習得状況を追跡できることである。

ここでは本システムが対応する文法項目を説明したうえ、本システムが初級レベルの学習者が使う教科書にある文法項目の 66.7% をカバーしていることを示した。これらの文法項目を抽出するにあたっては、構文解析が必要かどうかにより文法項目を 2 種類に分類した。構文解析を必要としない文法項目については、形態素解析、正規表現、文字列検索などより抽出ルールを作成した。構文解析を必要とする 4 つの文法項目については、依存構造解析の結果による抽出ルールを作成した。また、複数の単文からなるより複雑な文構造の場合、依存構造解析の結果も複雑になり、目標となる文法項目の抽出が難しくなる。このような問題を解決するために、抽出したい文法項目を含む単文を切り出すための前処理アルゴリズムも提案した。

次章では提案システムを試作して実践的評価を行い、システムの有効性を明らかにする。

## 5 システムの実践的評価

### 5.1 はじめに

本章では、第四章で提案したシステムを実装したうえで、システムを使用して教育現場での有効性を調べるための実験を行い、その結果について述べる。実験の詳細については、システムの使用によって学習者の文法項目に対する正解率の変化について検証する。

本システムでは、Python NLTK (Natural Language Toolkit) を通して Stanford CoreNLP を使用し、学習者の中国語作文データを分析した。システムのインターフェースは PHP により開発しており、開発環境は表 5.1 に示す。

表 5.1 システムの開発環境

インターフェース	PHP 7.2.3
データベース	MariaDB 10.1.31
文字列検索、正規表現	Python 3.6.1
Stanford CoreNLP を利用するための Python ライブラリ	NLTK 3.4.5
参考訳および翻訳文のわかつ書き	Stanford Segmente 3.9.1
参考訳および翻訳文の依存構造解析	Stanford Parser 3.9.1

### 5.2 抽出ルールについての検証

前章では、抽出アルゴリズムを提案した。本章では、教育現場で収集したデータを用いて、抽出ルールの有効性を検証する。検証は VO 型フレーズの抽出ルールを中心にして行った。

最初に教師が学習者の VO 型フレーズの習得状況を確認できるようにインターフェースをデザインした。ここでは学習者の翻訳文はすでに収集され、これらの翻訳文を保存するための SQL データベースも作成した。前章で述べたアルゴリズムを評価するために、表 3.2 に示す『中国語中級』を履修する 2 つのクラス、Class 1 と Class 2 から収集した 3 つの課題に関する 204 の翻訳文を使用することとした。また、第 3 章で説明したように、フィードバックの対象として VO 型フレーズ「看櫻花」を指定する。S1, S2 および S3 は、システムに入力するための生データとなる。ユーザーインターフェースの説明は次のようになる。

## VOフレーズ習得状況分析（教師用） 文法ポイントの指定とフレーズの入力

文法ポイントを選択してください：

- 1.もし明日雨が降らなければ、私たちは花見に行くつもりです。  
如果 明天 不下雨 我们 就 去 看 樱花

- 2.もし花見に行くなら、京都が一番いい。  
如果 去 看 樱花 京都 是 最好 的

- 3.来年3月末に私は神戸に来る予定だが、花見に来るのではなく、出張に来るのだ。  
明年 3 月底 我 打算 来 神戸 但 不是 为了 来看 樱花 而是 来 出差

注目のフレーズを入力してしてください：

図 5.1 センテンスの選択と参考訳の入力

分析課題を選択してください：

- 1.もし明日雨が降らなければ、私たちは花見に行くつもりです。  
2.もし花見に行くなら、京都が一番いい。  
3.来年3月末に私は神戸に来る予定だが、花見に来るのではなく、出張に来るのだ。

参考訳を入力してしてください：

1.もし明日雨が降らなければ、私たちは花見に行くつもりです。

2.もし花見に行くなら、京都が一番いい。

3.来年3月末に私は神戸に来る予定だが、花見に来るのではなく、出張に来るのだ。

図 5.2 文法項目の選択と正答フレーズの入力

### ステップ 1：センテンスの選択と参考訳の入力

図 5.1 は、システムの最初のステップを示している。翻訳課題と学習者の翻訳文はすでにデータベースに保存されているため、教師は確認したい 1 つまたは複数の課題を選択して

から、対応する参考訳を入力する必要がある。図 5.1 では、下部に示すように、すべての課題が選択されているため、教師はこのステップですべての参考訳を入力する必要がある。

#### ステップ 2：文法項目の選択と正答フレーズの入力

図 5.2 は 2 番目のステップを示している。このステップでは、参考訳は Stanford Parser によりわかつ書きされ、教師は課題が与えられたときに教授した文法項目を選択する。この段階では選択された課題における正答フレーズを入力する必要がある。

#### ステップ 3：単文の抽出

上述の 2 つのステップを完了した後、参考訳とそのわかつ書きされた結果、および正答フレーズがデータベースに書き込まれる。システムは、まずデータベースにある情報を用いて句読点に従って参考訳を分割し、正答フレーズを含む部分を検索することにより、参考訳に正答フレーズを含む単文を抽出する。次に、参考訳の単文と位置情報を使用し、学習者の翻訳文から単文を抽出する。このアプローチにより、204 の翻訳文のうち 203 の単文を正しく抽出した。前処理の結果の例を表 5.2 に示している。

表 5.2 前処理された学習者の翻訳文の例

Students'	如果去看樱花， 京都是最好.
translations	如果我看樱花， 京都最好.
Pre-processed	如果去看樱花
	如果我看樱花

#### ステップ 4：VO 型フレーズの抽出と変更の検出

図 5.3 はシステムの出力の例を示す。学習者の翻訳文から抽出されたすべての VO フレーズ、および 3 つの課題において VO 型フレーズが変更されたかどうかの検出結果が表示されている。抽出されたフレーズが参考訳にある正答フレーズと異なる場合は、赤色で表示される。課題の間で学習者の解答が変わった場合は、検出結果も赤色で表す。このようにして、教師は注目すべき部分と課題間における同じ VO 型フレーズの変化に容易に気付くことができる。

図 5.3 の最初の列は学習者の ID を示している。学習者の S1, S2, および S3 の翻訳文は、それぞれ列 2, 4, および 7 に示されている。3, 5, 8 列目には抽出された学習者フレーズが表示される。記号「\*\*」は翻訳文において VO 型フレーズが抽出されなかつたことを意味する。6 列目には、学習者が S1 と S2 の間で VO 型フレーズの翻訳を変更したかどうかの情報が表示される。システムが変更を検出した場合、対応するセルの内容は、「S1 から抽出された VO 型フレーズ => S2 から抽出された VO 型フレーズ」の形式になり、そうでなければ「No」となる。同様に、9 列目と 10 列目には、学習者が S1 と S3 の間、および S2 と S3 の間で VO 型フレーズの翻訳を変更したかどうかの検出結果が示されている。

ID	課題1	VO in S1	課題2	VO in S2	変更(S1->S2)	課題3	VO in S3	変更(S1->S3)	変更(S2->S3)
1	如果明天雨不下，我们想去看樱花。	看樱花	如果我去看櫻，京都最好。	去看櫻	看樱花=>去看櫻	明年3月底我打算来到神户，但不是为看樱花，而是出差。	看樱花	No	去看櫻=>看樱花
2	如果明天不下雨，我们打算去看樱花。	看樱花	如果去看樱花，京都是最好。	看樱花	No	明年三月终我打算来到神户，为了不是赏花，而是出差。	**	看樱花=>**	看樱花=>**
3	如果明天不下雨，我们打算去看樱花。	看樱花	如果去赏花，京都是最好。	去赏花	看樱花=>去赏花	明年三月底我打算来神户，不是来看樱花，而是出差。	看樱花	No	去赏花=>看樱花
4	明天不雨，我们还去看樱花。	看樱花	如果去看樱花，那京都是好很多。	看樱花	No	我打算来神户三月末，不是来看樱，而是出差。	来看看櫻	看樱花=>来看看櫻	看樱花=>来看看櫻
5	如果明天没淋雨，我想去看樱花。	看樱花	如果去赏樱花，京都最好。	赏樱花	看樱花=>赏樱花	但是明年三月份我有预定来神户，不是来赏花，而是出差。	来赏花	看樱花=>来赏花	赏樱花=>来赏花
6	如果明天不下雨，我们打算去看樱花。	看樱花	如果去赏樱花，京都最好。	赏樱花	看樱花=>赏樱花	明年3月末我将来神户，不过，不是来观赏樱花，来出差。	赏樱花	看樱花=>赏樱花	No

図 5.3 システムの出力例

上記の出力結果から、教師は指定した VO 型フレーズの習得状況を容易に確認することができる。システムの出力は、学習者が正答フレーズを使用したかどうかを示すだけでなく、課題間の VO 型フレーズの変更に関する情報も提供することができる。

図 5.3 は、システムの出力例を示しているが、その段階に到達するためには、前処理が重要な役割を果たす。単文を抽出するための前処理アルゴリズムを用いて、204 個の翻訳文から 99.5% の単文が正しく抽出された。これと反対的に、現在のアルゴリズムを適用する前に、句読点位置のステップのみに基づいて、同じ 204 の翻訳文から単文の抽出を行った。結果を表 5.3 に示す。

表 5.3 異なる前処理による抽出率

	句読点位置だけによる抽出	多条件による抽出
S1	97.1%	100%
S2	100%	100%
S3	76.5%	98.5%

コンマがないため, 2名の学習者の S1 の翻訳文に対する抽出がなされず, 抽出率は 97.1% となった. また S3 は 3つの課題中でもっとも長くかつ複雑なセンテンスであるため, S3 では抽出率はさらに下がり 76.5% であった. そのうえ日本語課題と参考訳の両方に 2つのコンマが存在する. 複雑な文構造であるため, 学習者は句読点を省略したり余分なカンマあるいはピリオドを追加したりするため, それらの翻訳文内の単文の誤った抽出を引き起こした. S3 の参考訳は, 「明年三月底我打算来神戸, 但不是来看樱花, 而是出差.」である. 正答フレーズの「看樱花」に基づき, 参考訳の 2番目の部分を抽出できる. しかし, 学習者は「明年三月底」の後にカンマを追加する傾向があり, その結果 14名の学習者の翻訳文から「我打算来神戸」に対応する部分が抽出された. また 2名の学習者が別の場所に余分なコンマを追加し, 間違った部分が抽出された.

文法項目のステップでは, 参考訳から検出された主語と文法項目を抽出の手懸かりとしたところ, 句読点の欠如により引き起こされた未抽出の状況が完全に解決された. 唯一の誤った抽出は次の文からのものである. 「明年 3月末我将来神戸, 不过不是来, 观赏樱花, 来出差.」, このセンテンスの中で, 学習者は「不是来」と「观赏樱花」の間にカンマを追加した. システムはまず文法項目「不是」を検索し, そして参考訳とほとんどの学習者の翻訳文において, 句読点なしで VO 型フレーズが続くため, 単文は正しく抽出された. しかし, この学習者の翻訳文には単文を分割するという稀な誤りが存在し, 誤った抽出をもたらした.

図 5.3 に示す結果は教師に提供されるものであるが, それと同時に, 抽出された VO 型フレーズを構成する動詞および名詞と各部分の形態素情報もデータベースに書き込まれる. 表 5.4 に書き込まれた情報の例を示す. 学習者フレーズが抽出された場合は, 動詞と目的語, および VO 型フレーズ全体が書き込まれる. 図 5.3 と表 5.4 の両方から, すべての入力から VO 型フレーズを抽出できるわけではないことがわかる. 表 5.4 に示す最後の例からわかるように, システムが「dobj」タグを見つからない場合, 出力は「\*\*」となる.

図 5.3 の出力結果の正確さを調べるために, 入力センテンスに対する VO 型フレーズの抽出率を計算した. さらに, 学習者が正答フレーズ「看樱花」の使用率（「看樱花」を含む翻訳文の数/翻訳文の数）も計算し, その結果を表 5.5 に示している.

表 5.4 抽出された VO 型フレーズの例

No.	verb	vPOS	object	oPOS	V&O
S1	去(行 <)	VV	看櫻 (桜を見る)	NN	去看櫻 (桜を見に行く)
S1	看(見 る)	VV	櫻花 (桜の花)	NN	看櫻花 (花見する)
S2	看(見 る)	VV	櫻花 (桜の花)	NN	看櫻花 (花見する)
S2	*	*	*	*	**

表 5.5 Class 1 のシステムの抽出率と正答フレーズの使用率

	システムの抽出率	「看櫻花」の使用率
Week 1	100%	100%
Week 2	100%	14.7%
Week 8	76.5%	38.5%

表 5.5 に示しているように、第 1 週では、「花見」の適切な翻訳「看櫻花」がヒントとして提示されたため、Class 1 全員が G1 いわゆるもっとも適切な VO 型フレーズを使ったことが明らかである。したがって、システムの抽出率と「看櫻花」の使用率が 100% となった。第 2 週と第 8 週の場合、システムの抽出率が「看櫻花」の使用率よりはるかに高いということから、G2 のように他の VO 型フレーズが抽出されたことを示唆した。第 2 週では、システムの抽出率は 100% に達したが、「看櫻花」の使用率がわずか 14.7% であった。このように、本システムは学習者が使ったフレーズを抽出して結果を教師に提供することにより、教師が学習者の VO 型フレーズの把握状況を確認することができる。

一方、第 8 週ではシステムの抽出率が 76.5% に下降した。原因として、G2 の中の「看花」と「賞花」の 2 つの翻訳バージョンは、Stanford Parser に VO 型フレーズではなく、名詞として扱われたからと考えられる。本システムでは、「花見」を「看花」や「賞花」に翻訳した学習者の入力文から、VO 型フレーズを抽出できないことが明らかになった。しかし、第 2 週では、14 名の学習者が G2 の 2 文字の単語「看花」と「賞花」を使用し、抽出されたこ

とを確認した。原因として、これらの 14 の翻訳文では、学習者全員が 2 文字の単語の前に別の動詞「去」を使用したため、「去」と 2 文字の単語を VO 型フレーズとして抽出された。第 2 週の翻訳から抽出されたその他の VO 型フレーズは、G2 「(观) 赏樱花」および G3 「去看樱」であった。

表 5.6 は Class 2 の学習者の翻訳文からの学習者フレーズの抽出率を示している。第 1 週では、VO 型フレーズは 3 名の学習者の翻訳文からは抽出されなかった。そのうちの 2 名が G2 の 2 文字単語「看花」を使用し、もう 1 名は、「看去花」を使用し、未抽出が発生した。第 2 週の翻訳文では、1 名の学習者が 2 文字の単語「看花」が使用したため、抽出されなかった。第 8 週では、VO 型フレーズは 6 名の学習者の翻訳文から抽出されなかった。そのうちの 1 名は、上記のように单文を分割した稀な誤りをした。他の 5 名の学習者全員が G2 の 2 文字の単語「看花」または「赏花」を使用し、他の動詞がないため未抽出が発生した。

表 5.6 Class 2 のシステムの抽出率と正答フレーズの使用率

	システムの抽出率	「看樱花」の使用率
Week 1	91.2%	0.03%
Week 2	97.1%	0.09%
Week 8	82.4%	26.5%

図 5.3 に示すように、システムは抽出された VO 型フレーズに加えて、変更の検出結果も教師に提供する。204 の翻訳文における変更についての検出率は 94.6% となり、この高い精度はシステム利用の可能性を示した。不正確な検出となった 11 の翻訳文は主に 2 つのパターンに分けられる。

1 つ目のパターンは、G2 の 2 文字の単語「看花」と「赏花」を使用したことである。この場合、単語の前に動詞がないため、抽出されなかつたものもあれば、前の動詞とともに抽出されたものもある。その結果、2 つの課題の間に同じ 2 文字の単語を使用した場合でも、6 名の学習者の 2 つの課題の翻訳文うち 1 つだけが抽出され、もう 1 つは抽出されず変更の検出ができなかった。そして、4 名の学習者の翻訳では両方とも動詞と一緒に抽出された。しかし、動詞が異なるため、第 2 週に「去」を使ったが、8 週目には「来」を使用した。その結果、システムは変更を検出した。

2 つ目のパターンは、誤りによる学習者フレーズの未抽出である。ある学習者の翻訳では、

誤りがあるため第 1 週に未抽出が発生し、2 文字の単語の使用によって第 2 週と第 8 週に未抽出が発生したため、すべての課題の翻訳文から抽出されたフレーズはない。その学習者が課題間フレーズを変更したとしても、システムはそれを検出することができない。

以上のように、学習者フレーズの抽出率および課題間の変更を正確に検出できる確率が高いことが明らかとなった。また、前処理アルゴリズムによって、ほぼすべての誤りを含む学習者の翻訳文から單文を抽出できたことも確認した。

さらに、図 5.3 に示す出力インターフェースにおいて色を区別することにより、教師は 2 クラスともに 1 名の学習者が 3 つの課題間において、全てもっとも適切な「看樱花」を使ったことに容易に気付くことができる。Class 1 の翻訳文に対するシステムの出力により、8 名の学習者が第 2 週に解答を変更したが、その後第 8 週にもっとも適切な「看樱花」に戻ったことがわかる。しかし、他の 25 名の学習者は、第 1 週に提出した正しい翻訳に戻ることができなかった。Class 2 の出力により、2 名の学習者が第 2 週に教師からの説明がなくても、解答をもっとも適切な「看樱花」に変更したことがわかるようになった。第 8 週に、Class 1 と Class 2 においてどちらも 9 名の学習者が正答フレーズを使用したことが観察された。これらの結果により、第 1 週に提供したヒントは学習者の長期的なパフォーマンスの向上に役に立てることができないことがわかった。このシステムを利用することにより、学習者の学習プロセスと進捗状況について、教師がすぐに確認することが可能となった。これらの結果から、形成的フィードバックによる学習効果も期待できる。

一方、セグメンターや構文解析器の精度の問題によってもたらした不正確な品詞情報が VO 型フレーズをすべて正確に抽出できない重要な原因となっている。不正確な出力は、教師により識別できるため、軽微な問題といえるが、学習者を混乱させる可能性がある。解析器の内部アルゴリズムは変更が難しいので、外部ルールを追加したり、異なるセグメンターを使用したりすることの可能性と効果を調査する必要がある。さらに、中国語の文法に関するさまざまな訓練済みのパーサーモデルを使用するだけで、システムの出力が大幅に変化することが明らかになった。Stanford Parser が Penn Chinese Treebank からのデータに基づいて訓練された 5 つの異なる中国語パーサーのモデルを提供している。Klein, D., & Manning, C. D. (2003) により、PCFG パーサーはより小さく高速であるが、Factored パーサーは中国語を解析に優れている。しかし、実際の使用では、xinhuaFactored 文法モデルを使用して生成された出力は、xinhuaPCFG 文法モデルに基づく結果よりも精度が低かった。正答フレーズが翻訳文に含まれている場合でも、xinhuaFactored 文法モデルを使用し抽出が 100% にな

ることはなかった。したがって、初級・中級レベルの学習者の翻訳文を解析する際、適切な中国語の文法モデルを選択することが非常に重要であると考えられる。

次節では、提案した形成的フィードバック支援システムを実際の教育現場で利用し、システムの有効性について検証する。

### 5.3 教育現場での利用

システムを利用した形成的フィードバックの有効性を明確にするために、フィードバックを初級レベルおよび中級レベルの学習者に提供し、学習者の誤用を減らすために役立つかどうかを検証する。ここでは実験 1 と実験 2 という 2 種類の実験を行った。対面式の教育環境のため、本システムは学習者の解答文にある文法項目に関する分析結果を示し、教師はその結果に基づいてフィードバックを提供した。

#### A. 中級レベルの学習者を対象に

実験 1 には、『中国語中級』を履修している 2 年生 82 名（2 クラス 40 名と 42 名）が参加した。学習者の中国語の習熟度は経験的に中級と見做した。すべての学習者は、1 年次に『中国語初級』を履修した。単文、助動詞と前置詞の使用など、基本的な発音と基本的な文法を学習した。また、複文に関する基本的な知識も学習した。

実験のため、2 つのクラスから 4 週間にわたって課題の解答を収集した。4 週間の間に、システムを使用して学習者の解答文にある復習項目に関する部分を抽出し、正誤判定を行った。システムの結果に基づき、クラスごとに教師はフィードバックを提供した。表 5.7 に、実験の復習項目とフィードバックの手順を示す。なお、W1, W2, W3, W4 はそれぞれ第 1 週、第 2 週、第 3 週、第 4 週を意味する。

第 1 週では、課題文には否定文が復習項目として含まれていた。中国語において、「不」は通常、現在、未来、または習慣の行動を否定するのに対し、「没」は通常、過去の行動を否定する。「不」と「没」の使い方に違いがあるにもかかわらず、多くの学習者が誤った解答を提出した。ここでは、「没」が正しいが、多くの学習者は「不」を使用した。本システムは、学習者の解答から否定に関する部分を抽出して 2 つのクラスの正解率を比較した（図 5.4）。

図よりわることは、Class 1 の正解率と Class 2 の正解率に差異があるということである。結果は、Class 1 の 60% 以上の学習者は 2 つの表現をうまく使い分けできなかつたことを示している。したがって、教師は、第 2 週に Class 1 の学習者に正答および「不」と「没」の

違いについて詳細に説明を行った。

表 5.7 実験 1 の手順

	文法項目	フィードバックの内容
W1	否定文	
W2	動詞の重ね型 + 副詞「就」	W1 の文法項目について Class 1: 正答の提示 + 具体的な説明 Class 2: なし
W3	否定文	W2 の文法項目について Class 1: 正答の提示 + 「就」の品詞 Class 2: 正答の提示 + 「就」の品詞と位置 + 重ね型の説明
W4	動詞の重ね型 + 副詞「就」	

第 2 週では、フィードバックを提供し、加えて 2 つのクラスに二回目の課題を課した。その課題には 2 つの復習項目が含まれており、その復習項目は副詞「就」と動詞の重ね型「看看」である。システムは、2 つの復習項目のそれぞれの正解率がともに非常に低いことを示している（図 5.5, 図 5.6）。ほとんどの学習者は副詞を正しい順序に並べることができず、動詞の重ね型の使用もできなかった。

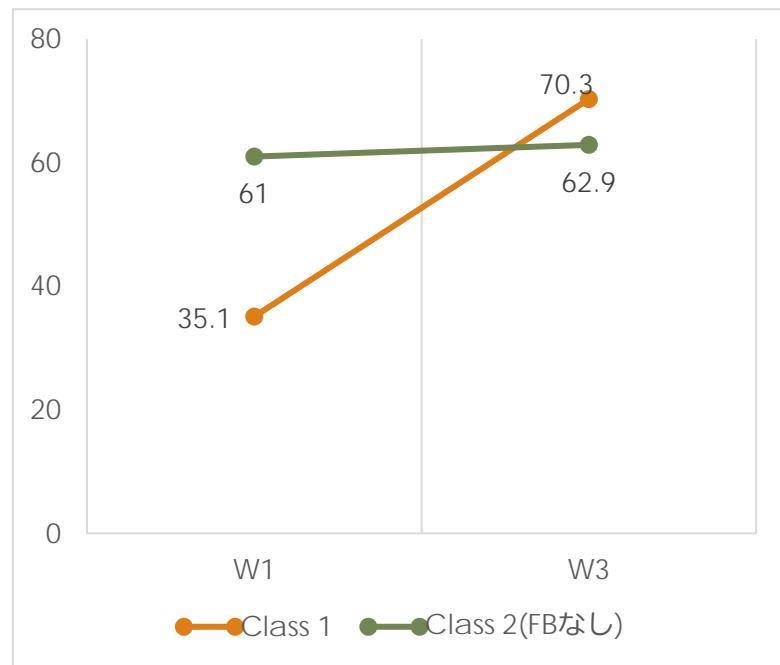


図 5.4 実験 1 の否定文に関する正解率

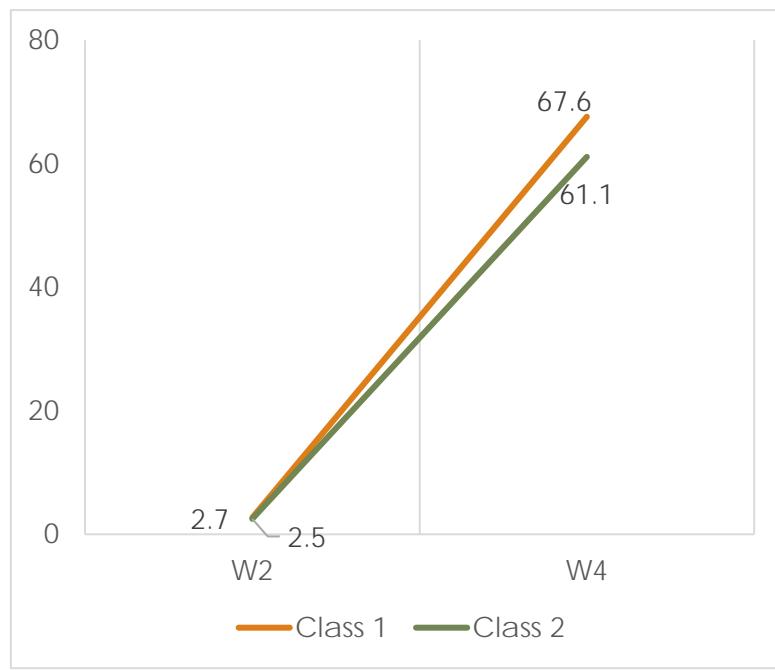


図 5.5 動詞の重ね型に関する正解率

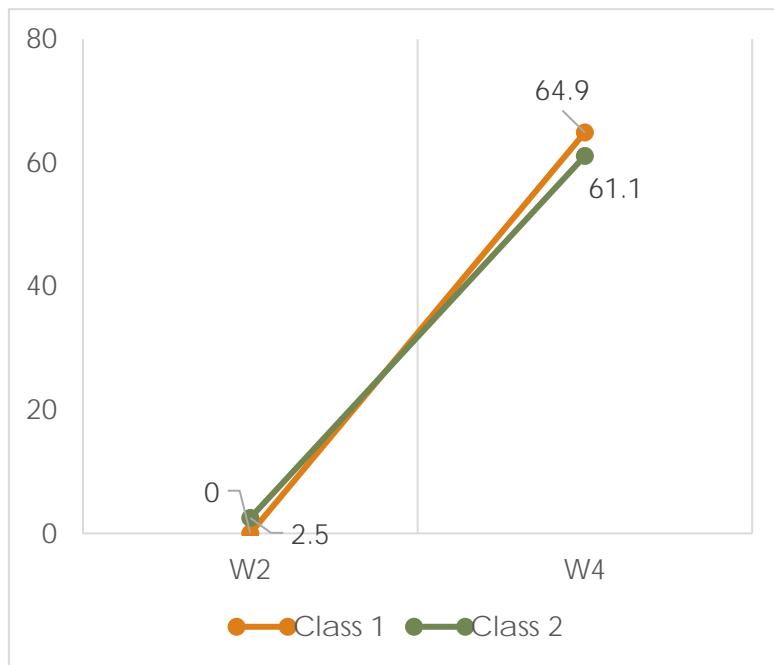


図 5.6 副詞「就」に関する正解率

第3週では、第2週に提供したフィードバックの効果を確認するために、再度、否定文を含む課題を課した。その際、2つのクラスに対して異なるフィードバックを提供した。Class 1 の学習者には、正答の提示および「就」の品詞情報の提供を行った。Class 2 の学習者に対しては、Class 1 へのフィードバックに加えて、動詞の重ね型の使用を強調し、副詞の正しい位置も提示した。また、第3週に与えられたフィードバックの効果を確認するために、第4週は2週目と同じ文法項目を含む文が学習者に割り当てられた。

図 5.4 に示すように、Class 1 の正解率は3週目で2倍以上になった。その一方、Class 2 の正解率はほとんど変化がなかった。この結果は、第2週に提供したフィードバックが効果的であることを示唆している。図 5.5 と図 5.6 は、第2週と第4週の復習項目の正解率を示している。2つのクラスに提供したフィードバックの内容は異なるが、両方の文法項目の正解率が大幅に向上した。このことはフィードバックの有効性を示している。第2週と第4週の課題には、副詞「就」を主語の後に置く必要があるが、多くの学習者はフィードバックを受けた後、ようやく正しい答えを書くことができた。同じ現象は動詞の重ね型にも観察された。

## B. 初級レベルの学習者を対象に

表 5.8 実験 2 の手順

	文法項目	フィードバックの内容
W1	「这些人」+否定文	
W2		W1 の文法項目について Class1 & Class2: 正答の提示 + 否定文の具体的な説明
W3	「这些人」+否定文	
W4		W3 の文法項目について Class1 & Class2: 正答の提示 + 「这些人」の具体的な説明
W5	「这些人」+否定文	

実験 2 は 5 週間にわたり実施した。109 名の一年生（3 クラスの 36, 41, 32 名）が被験者となった。これらの学習者は『中国語初級』を履修し、第 3 章で述べた教科書を使用していた。中国語の学習経験がほとんどないため、中国語の習熟度は初級と見做した。追跡する文法項目とフィードバックの手順を表 5.8 に示す。

このシステムを使用して、第 1 週のもっとも多い誤りを抽出し、その正解率を計算した。その結果を図 5.7 および図 5.8 に示す。第 3 週と第 5 週の正解率を比較したところ、3 つのクラスはすべて、否定文に関する正解率がもっとも低くなる傾向があることがわかった。これらの初級レベルの学習者は、「不」と「没」という 2 つの表現の区別がつかず、1 回目の実験の中級レベルの学習者とこの文法項目の習得状況が同じであった。そのため、翌週にすべての学習者に正答を提示し、「不」と「没」の違いを強調した。また、「这些人」もフィードバックのターゲットとして選択された。

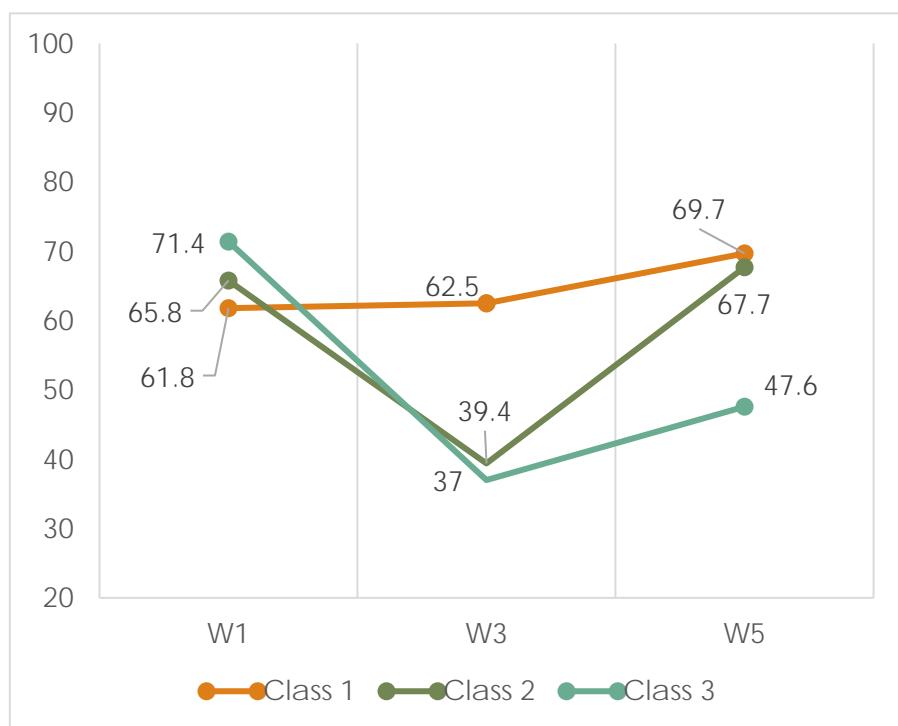


図 5.7 「这些人」に関する正解率

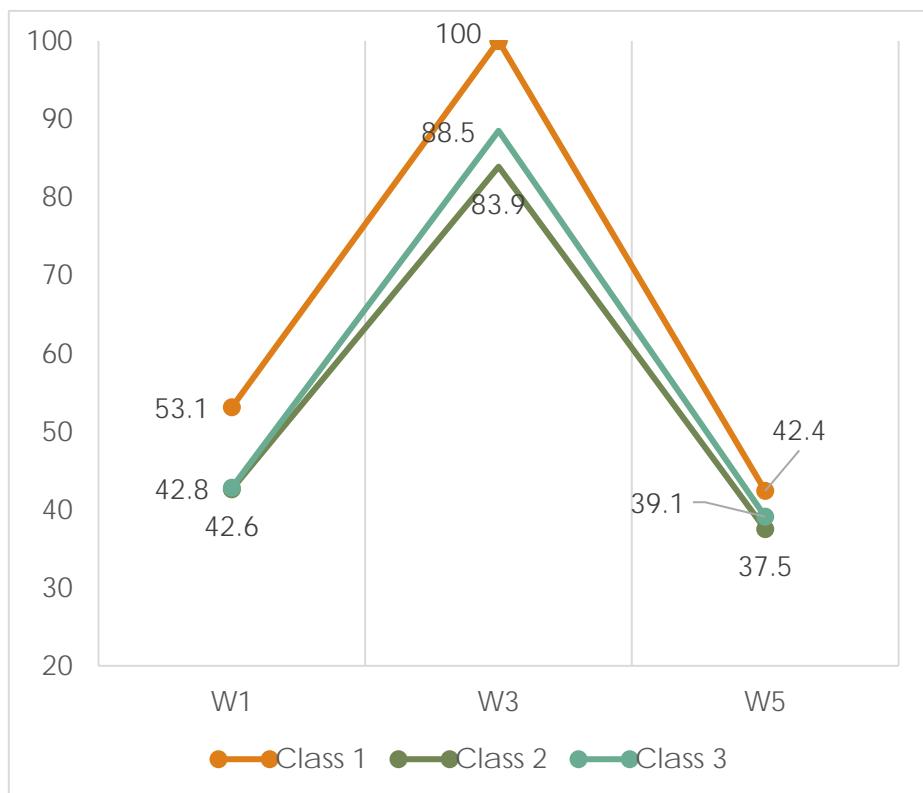


図 5.8 実験 2 の否定文に関する正解率

第2週のフィードバックの効果を確認するために、第3週の課題文にも同様の2つの文法項目を含んだ。Class 2およびClass 3の「这些人」の正解率が低下したため、第4週に2クラスとも「这些人」の訳し方を強調した。第5週には、否定文と「这些人」を含む課題文が再び学習者に提示された。

第1週では「这些人」が学習項目であり、否定文が復習項目であった。図5.7および図5.8によると、学習者の解答の正解率は復習項目より学習項目において高かった。しかし、フィードバックがない条件では、比較的新しく学習した文法項目「这些人」は、第3週のフィードバックがある否定文よりも正解率が低くなかった。また、第5週では、学習者の「这些人」についての正解率が否定文を上回っていた。正解率の変化は、フィードバックが学習者の文法に対する習得を向上させるのに役立つことを表しているが、同時にその効果は長く続かないことも示している。これらの結果から、フィードバックの有効性を維持するために、形成的フィードバックが不可欠であることが示唆された。正解率の向上は、システムの結果に基づく教師によるフィードバックの有効性の裏付けとなる。

#### 5.4 おわりに

本章では、第4章で提案した抽出および追跡手法を組み込んだシステムを試作した。そして、VO型フレーズに対する追跡結果の精度を調査し、抽出ルールの有効性も検証した。また、中国語の授業において2つの実践的評価を行い、システムの結果に基づく教師によるフィードバックの効果についても検証した。その結果、教師が形成的フィードバック支援システムを利用し、学習者の習得状況を概観して有効なフィードバックを提供した。これにより、システムの有効性を確認した。

## 6 まとめと今後の課題

語学教育の現場で技術の利用を普及することと教師がフィードバックを提供することが困難であることを背景に、本論文では、形成的フィードバック支援システムの構築について研究を行った。

まず、授業分析では、初級レベル学習者の一学期に渡る課題を分析したところ、頻出する誤用が復習項目である可能性が高いことがわかった。また、対面式授業で異なるフィードバックを提供した学習者のデータを分析したところ、教師による詳細な説明が重要であり、文法項目の習得状況の追跡がより有効なフィードバックにつながるという結果を得た。これにより、形成的フィードバックを提供するためには、構築するシステムにそれぞれの課題における文法項目の習得状況を示す機能だけでなく、文法項目の習得状況を追跡できる機能も必要であることが判明した。

次に、文法項目に注目した形成的フィードバック支援システムを提案した。提案したシステムの基本機能は文法項目の抽出機能および追跡機能からなる。カリキュラム上の学習内容に合わせたシステムを構築するには、学習者の解答から復習項目を検出し、正誤判定を行う必要がある。そして、以前の同文法の習得状況と照らし合わせて、時系列的に追跡することが重要である。これを実現するために、まず初級レベルの学習者の教科書にある文法項目の 66.7%をカバーできる文法項目データベースを構築した。これらの文法項目を抽出する際には、構文解析が必要かどうかにより、二種類に分類した。構文解析を必要としない文法項目については形態素解析、正規表現、文字列検索などを利用して抽出ルールを作成した。構文解析を必要とする文法項目については、依存構造解析の結果に基づいた抽出ルールを作成した。さらに、二つ以上の単文からなる複文にも抽出ルールを適用するため、抽出したい文法項目を含む単文を切り出すための前処理アルゴリズムも提案した。

最後に、システムを教育現場で利用することにより、その有効性について検証した。まず、システムを利用し、中級レベル 2 クラスの学習者から収集した解答文を分析して、VO 型フレーズに対する追跡結果の精度を確認した。また、初級レベルと中級レベル二種類の中国語の授業において、それぞれ 4 週間と 5 週間かけて実践的評価を行い、システムの結果に基づく教師によるフィードバックの効果について検証した。フィードバックを受けたクラスは 1 週間後、同じ文法項目の正解率が向上したことが確認できた。同時に、初級レベルクラスにおいて追跡期間をより長くしたことにより、1 週間以上前にフィードバックを受けた文

法項目について正解率が再び下がったことも確認できた。本システムを利用することにより、教師が学習者の習得状況を概観でき、提供したフィードバックが学習者の成績を向上させることを確認した。さらに、フィードバックを継続的に提供する必要があることも明らかとなった。

今後の課題として、初級レベルの学習者だけでなく、中級レベルの学習者が習得する文法項目に対応するアルゴリズムを追加する予定である。さらに、対面式授業で行った教師側のフィードバックをシステムに取り入れ、システムの設計やフィードバックの提示方法の改善を図りたい。

## 謝辞

神戸大学大学院在学中に、研究を進めていく上で、多くの方にお世話になりました。この場を借りて、感謝の意を述べさせていただきたいと思います。

修士から在学中の5年間にわたり、研究のみならず多くの御指導、御助言をいただき、本論文を執筆にあたって、懇切丁寧な御指導を賜った神戸大学大学院国際文化学研究科情報コミュニケーションコースの康敏教授に心より感謝いたします。

大学在学中からこれまで、様々な御指導をいただきました神戸大学大学院国際文化学研究科情報コミュニケーションコースの大月一弘教授、森下淳也教授、村尾元教授、清光英成准教授、西田健志准教授に深く感謝いたします。また、外国語コンテンツ論コースの柏木治美教授から多くご助言いただきまして、本当にありがとうございます。

そして、私の先輩であり、研究のみならず、学生生活など様々な面からいろいろな知恵を親切に教えてくださった川村晃市さんに深く感謝いたします。

また、本研究のシステムの実践的評価に力を貸していただきました付瑞先生に感謝いたします。教科書の電子版をご提供いただきました白帝社に感謝の意を表します。

博士後期課程最後の1年間、ロータリー米山記念奨学会から経済的な支援をしてくださいました。経済的な支援だけでなく、神戸東ロータリークラブの神田孝平先生をはじめとする皆様から、たくさんのご助言をいただきました。ここで、神田孝平先生をはじめとするロータリアンの皆様および学友の方々に感謝の意を表します。

最後に、これまで陰ながら私を支えてくれた私の家族の方々、多くの友人に心より感謝の意を表します。

## 参考文献

- Badger, R., & White, G. (2000). A process genre approach to teaching writing. *ELT journal*, 54(2), 153-160.
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C. L. C., Kulik, J. A., & Morgan, M. (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of educational research*, 61(2), 213-238.
- Bitchener, J., Young, S., & Cameron, D. (2005). The effect of different types of corrective feedback on ESL student writing. *Journal of second language writing*, 14(3), 191-205.
- 陳春祥・侯仁鋒 (2019). 「音声認識と音声練習の学習過程を記録できる中国語課外学修支援システム」. 『広島県立大学総合教育センター紀要』, 4(1), 1-10.
- Chin, C. K., Gong, C., & Tay, B. P. (2015). The Effects of Wiki-Based Recursive Process Writing on Chinese Narrative Essays for Chinese as a Second Language (CSL) Students in Singapore. *IAFOR Journal of Education*, 3(1), 45-59.
- Duppenthaler, P. (2004). The effect of three types of feedback on the journal writing of EFL Japanese students. *JACET Bulletin*, (38), 1-17.
- Ferris, D. (1999). The case for grammar correction in L2 writing classes: A response to Truscott (1996). *Journal of second language writing*, 8(1), 1-11.
- Grabe, W., & Kaplan, R. B. (1996). *Theory and practice of writing*. London: Longman.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- 林勇吾 (2018). 私のブックマーク 「知的学習支援システム (Intelligent Tutoring Systems)」. 『人工知能』, 33.
- Hyland, K., & Hyland, F. (2006). Feedback on second language students' writing. *Language teaching*, 39(2), 83-101.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2008). *Speech and language processing: An introduction to speech recognition, computational linguistics and natural language processing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- 康敏・柏木治美・鎌木誠 (2009). 「合成音声評価スコアを提示するリスニング教材作成システムの開発について」. 『日本教育工学会研究報告集』, 365-368.
- 木村博是・木村友保・氏木道人 (2010). 『リーディングとライティングの理論と実践』, 東

京：大修館書店。

- Klein, D., & Manning, C. D. (2003). Accurate unlexicalized parsing. In *Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics-Volume 1*, Association for Computational Linguistics, 423-430.
- Klein, D., & Manning, C. D. (2003). Fast exact inference with a factored model for natural language parsing. In *Advances in neural information processing systems*, 3-10.
- Knutsson, O., Pargman, T. C., Eklundh, K. S., & Westlund, S. (2007). Designing and developing a language environment for second language writers. *Computers & Education*, 49(4), 1122-1146.
- 新村出（編）（2008）.『広辞苑（第六版）』. 東京：岩波書店。
- 李哲（2016）.「日本の外国語教育における ICT 活用の研究動向」.『大阪大学大学院人間科学研究科紀要』, 42, 329-341.
- Ludvigsen, K., Krumsvik, R., & Furnes, B. (2015). Creating formative feedback spaces in large lectures. *Computers & Education*, 88, 48-63.
- Manning, C., Surdeanu, M., Bauer, J., Finkel, J., Bethard, S., & McClosky, D. (2014, June). The Stanford CoreNLP natural language processing toolkit. In *Proceedings of 52nd annual meeting of the association for computational linguistics: system demonstrations*, 55-60.
- McGarrell, H., & Verbeem, J. (2007). Motivating revision of drafts through formative feedback. *ELT journal*, 61(3), 228-236.
- McNamara, D. S., Crossley, S. A., & Roscoe, R. (2013). Natural language processing in an intelligent writing strategy tutoring system. *Behavior research methods*, 45(2), 499-515.
- 文部科学省高等教育局（2019）.「平成 28 年度の大学における教育内容等の改革状況について」. Retrieved from [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/daigaku/04052801/1417336.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/daigaku/04052801/1417336.htm).
- Murray, D. M. (1980). Writing as process: How writing finds its own meaning. *Eight approaches to teaching composition*, 3-20.
- 中川正之・朱春躍（2011）.『はじめての中国語（発音・入門編）』. 東京：白帝社。
- Oi, K.kamimura, T. Kumamoto, T. & Matsumoto, K. (2000). A Search for the Feedback That Works for Japanese EFL Students: Content-based or Grammar-based. *JACET Bulletin*, (32), 91-108.
- 奥村学（2010）.『自然言語処理の基礎』. 東京：コロナ社。
- Pincas, A. (1982). *Teaching English Writing*. Macmillan Press.
- Rao, G., Gong, Q., Zhang, B., & Xun, E. (2018). Overview of NLPTEA-2018 Share Task Chinese

- Grammatical Error Diagnosis. *Proceedings of the 5th Workshop on Natural Language Processing Techniques for Educational Applications*, 42-51.
- Roscoe, R. D., Snow, E. L., Allen, L. K., & McNamara, D. S. (2015). Automated detection of essay revising patterns: Applications for intelligent feedback in a writing tutor. *Grantee Submission*, 10(1), 59-79.
- Sheen, Y. (2007). The effect of focused written corrective feedback and language aptitude on ESL learners' acquisition of articles. *Tesol Quarterly*, 41(2), 255-283.
- Shiue, Y. T., Huang, H. H., & Chen, H. H. (2018). A Chinese Writing Correction System for Learning Chinese as a Foreign Language. In *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics: System Demonstrations*, 137-141.
- Shizuka, T. (1993). Effects of Different Editing Methods on EFL Writing Quality at High School Level. *JACET Bulletin*, (24), 139-158.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, 78(1), 153-189.
- Steele, V. (1992). Product and process writing: a comparison. Retrieved from <http://www.teachingenglish.org.uk/article/product-process-writing-a-comparison>.
- 高田康成 (2004). 「21世紀に相応しい大学英語像の創出と実現へ向けた意識調査<アンケート集計・中間報告>」. 『文部科学省「英語教育に関する研究事業計画」大学英語教育に関する学際的戦略研究会』. 東京大学大学院総合文化研究科英語研究室.
- 田地野彰・細越響子・川西慧・日高佑郁・高橋幸・金丸敏幸 (2011). 「アカデミックライティング授業におけるフィードバックの研究: Criterion (R) を導入した授業実践からの示唆」. 『京都大学高等教育研究』, 17, 97-108.
- Truscott, J. (1996). The case against grammar correction in L2 writing classes. *Language learning*, 46(2), 327-369.
- 鶴岡慶雅・宮尾祐介・奥村学 (2017). 構文解析. 東京 : コロナ社.
- Warschauer, M., & Grimes, D. (2008). Automated writing assessment in the classroom. *Pedagogies: An International Journal*, 3(1), 22-36.
- Yeh, S. W., & Lo, J. J. (2009). Using online annotations to support error correction and corrective feedback. *Computers & Education*, 52(4), 882-892.
- van der Kleij, F. M., Eggen, T. J., Timmers, C. F., & Veldkamp, B. P. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education*, 58(1), 263-272.

## 要旨

本論文は、日本人中国語学習者を対象に学習者作文から習得すべき文法項目を抽出し、その抽出結果に基づき、学習者のこれら文法項目の習得状況を追跡するために必要な手法を提案し、教師による形成的フィードバックを支援するシステムの構築に関する研究を行ったことを報告するものである。

言語四技能のうちライティングは自然に身につけることが困難な技能であり、教師からの指導が必要とされている技能である。ライティングの指導の一環としてフィードバックが教育現場においても研究現場においても注目され、その効果も常に議論の的となっている。研究現場においては、さまざまなフィードバックがすでに数多く提案されているが、教育現場では文法項目を指導の対象とする教師による訂正フィードバックが主流である。一方、ライティングの新たな指導方法として、文章を書き上げる過程に焦点を当てるプロセス・アプローチが注目を浴びる中、形成的フィードバックが重要視されつつある。形成的フィードバックは学習プロセスを支援して学習効果を向上させるため、学習者に与える情報として定義されており、従来のフィードバックより有効と指摘されている。いずれのフィードバックに関しても、多数の学習者に対して行うことは時間を要する作業となる。その解決策として、フィードバックを支援するシステムの構築が考えられる。近年、AI技術も知的学習支援システムに導入され、フィードバック支援システムも多く提案されている。しかし、中国語ライティングに関しては、CFL (Chinese as a Foreign Language) 環境における学習支援システムの数および精度は限定的であり、フィードバック支援システム構築に関する研究が待たれている。

このような背景を踏まえ、本研究では中国語ライティング学習における形成的フィードバックの支援システムを構築することを目的とした。日本人中国語学習者を対象とした大学の授業を取り上げ、ライティング課題における復習項目に重点を置き、特に正解率の低い復習項目に対する形成的フィードバックをより迅速に提供するため、文法項目を自動抽出および追跡できるシステムの提案と試作を行った。また、実践的評価を行い、システムの効果も検討した。なお、ここでいう復習項目とは、以前の授業で扱った既習文法項目であり、復習を目的として課題に取り入れた文法を指す。

まず、第一章「序論」では、本研究の背景、目的および本論文の構成について述べた。

第二章「関連研究および関連技術」では、まず、ライティング学習におけるフィードバッ

クについて関連研究を紹介した。これらの関連研究紹介の項では、形成的フィードバックの定義と特徴を明確にし、併せて具体的なフィードバックは課題の形式、学生の特徴、授業の目標などの要素を考慮した上で行う必要があることも指摘した。次に、既存の自動フィードバックシステムを紹介し、中国語に対応するシステムが少なく、汎用的システムの精度が限られたことを確認した。また、本研究で利用する自然言語処理技術とツールについても説明した。

第三章「システム開発のための授業分析」では、本研究において中国語の授業についてカリキュラム上習得すべき文法項目を説明した。これらの授業では文法項目の習得に重点が置かれ、課題文が和文中訳となるため、授業形式に適した形成的フィードバックを提供する方法を検討したうえで、システム構築のための具体的な手法を探った。授業分析では、初級レベル学習者の一学期に渡る課題を分析したところ、頻出する誤用が既習文法項目である可能性が高いことがわかった。また、対面式授業で異なるフィードバックを付与した学習者のデータを分析したところ、教師による詳しい説明が重要であり、文法項目の習得状況を追跡がより有効なフィードバックにつながるという結果を得た。これにより、形成的フィードバックを提供するためには、構築するシステムにそれぞれの課題における文法項目の習得状況を示す機能だけでなく、文法項目の習得状況を追跡できる機能も必要であることが判明した。

第四章「形成的フィードバック支援システムの提案」では、文法項目に注目した形成的フィードバック支援システムの提案について述べた。提案システムの基本機能は文法項目の抽出機能および追跡機能からなる。カリキュラム上の学習内容に合わせたシステムを構築するには、学習者の解答から復習項目を検出し、正誤判定を行う必要がある。そして、以前の同文法の習得状況と照らし合わせて、時系列的に追跡することが重要である。これを実現するために、まず教科書にある文法項目の70%をカバーできる文法項目データベースを構築した。これらの文法項目を抽出する際には、構文解析が必要かどうかにより、二種類に分類した。構文解析を必要としない文法項目については形態素解析、正規表現、文字列検索などをを利用して抽出ルールを作成した。構文解析を必要とする文法項目については、依存構造解析の結果に基づいた抽出ルールを作成した。さらに、二つ以上の単文からなる複文にも抽出ルールを適用するため、抽出したい文法項目を含む単文を切り出すための前処理アルゴリズムも提案した。

第五章「システムの実践的評価」では、第四章で提案したシステムを試作し、教育現場で

利用することにより、システムの有効性について検証した。まず、システムを利用し、中級レベル2クラスの学習者から収集した解答文を分析して、VO型フレーズに対する追跡結果の精度を確認した。また、初級レベルと中級レベル二種類の中国語授業において、それぞれ4週間と5週間かけて実践的評価を行い、システムの結果に基づく教師によるフィードバックの効果について検証した。フィードバックを受けたクラスは1週間後、同じ文法項目の正解率が向上したことが確認できた。同時に、初級レベルクラスにおいて追跡期間をより長くしたことにより、1週間以上前にフィードバックを受けた文法項目について正解率が再び下がったことも確認できた。本システムを利用することにより、教師が学習者の習得状況を概観でき、提供したフィードバックが学習者の成績を向上させることを確認した。さらに、形成的フィードバックを継続的に提供する必要があることも明らかとなった。

第六章「まとめと今後の課題」では、第一章から第五章までの内容をまとめ、提案システムが日本人中国語学習者を対象としたライティング学習支援の有効なツールであることと結論づけ、今後の課題について述べた。

## 業績一覧

学術論文

査読あり

Shuai S., Kazuhiro O., Hidenari K., Min K. (2019). Developing a System to Support Formative Teacher Feedback in Foreign Language Writing, *2019 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, pp. 712-716.

Shuai S., Kazuhiro O., Hidenari K., Min K. (2018). A Verb Phrase Tracking System for Formative Feedback in Foreign Language Writing, *International Journal on Advances in Intelligent Systems*, Volume 11 • Number 3 & 4, pp. 224-233.

Shuai S., Kazuhiro O., Hidenari K., Min K. (2018). Tracking Verb Phrases for Formative Feedback in Foreign Language Writing, *eLmL 2018: Proceedings of The Tenth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning, International Academy, Research, and Industry Association*, pp. 58-61.

査読なし

邵帥, 大月一弘, 清光英成, 康敏 (2019). 「外国語学習における形成的フィードバックシステム構築についての検討」. 『日本教育工学会研究報告集 JSET19-1』, pp. 9-16.

邵帥, 大月一弘, 清光英成, 康敏 (2017). 「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 JSET17-2』, pp. 33-40.

口頭発表

2019/09 「外国語教育における形成的フィードバックシステムの提案」, 日本教育工学会  
2019 年秋季全国大会 (第 35 回) (名古屋国際会議場)

2017/09 「ライティング課題解答の分析に基づく誤り可視化手法の提案」, 日本教育工学会  
第 33 回全国大会 (島根大学)