

2022年度（令和4年度） 卒業論文

折り返し翻訳を用いた言い換え生成

指導教員

村上 仁一
村田 真樹

鳥取大学工学部 電気情報系学科

自然言語処理研究室

B19T2108K 松本 武尊

概要

言い換え技術は、機械翻訳や対話システムなど様々なことに応用され、ルールベースによる言い換え生成や、機械翻訳を用いた言い換え生成など多くの研究がなされてきた [1]。ルールベースによる言い換え生成ではとてもコストがかかる。一方、機械翻訳を用いた言い換え生成では、自動で言い換え生成を行うことができる。そこで本研究では、ニューラル機械翻訳 (NMT) を用いて、折り返し翻訳を行うことにより、自動で言い換え生成を行う。

機械翻訳を用いた言い換え生成の問題点は、翻訳機の精度に依存することである。そこで本研究では、対訳コーパスを用いて入力文を折り返し翻訳した結果が一致した場合のみ言い換えとする。しかし、複文を用いて折り返し翻訳を行うと、折り返し翻訳が一致する確率が大きく低下する。そこで、単文を用いることにより折り返し翻訳が一致する確率を増加させる。

実験の結果、折り返し翻訳が一致した場合のみ言い換え生成を行うことにより、精度の向上が確認できた。また、考察より出力数を増加させた 4-Best や 4 システムでは、大量の言い換え文を得ることができた。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	言い換えについて	2
2.1	言い換え	2
2.2	ルールベースによる言い換え生成	2
2.3	機械翻訳を用いた言い換え生成	3
2.4	逆翻訳による言い換え生成	3
第3章	言い換え生成の問題点	4
第4章	提案手法	5
4.1	ベースライン	5
4.2	提案手法	6
第5章	実験環境	7
5.1	実験データ	7
5.2	実験条件	7
5.3	評価方法	7
第6章	実験結果	8
6.1	実験結果	8
6.2	出力例	9
6.3	人手評価	11
6.4	実験のまとめ	11
第7章	考察	12
7.1	言い換え文の増加方法 (4-Best)	12
7.1.1	4-Best における実験結果	14

7.1.2	4-Best における出力例	15
7.1.3	4-Best における人手評価	16
7.1.4	4-Best における 1 文に対する人手評価	16
7.2	4-Best のまとめ	16
7.3	言い換え文の増加方法 (4 システム)	17
7.3.1	4 システムにおける実験結果	17
7.3.2	4 システムにおける出力例	18
7.3.3	4 システムにおける人手評価	19
7.3.4	4 システムにおける 1 文に対する人手評価	19
7.4	4 システムのまとめ	20
7.5	誤り分析	20
7.5.1	折り返し翻訳の問題点	21
7.5.2	複数出力の問題点	22
7.5.3	機械翻訳の問題点	23
第 8 章 おわりに		24
付 録 A 提案手法の 100 文評価結果		26

目 次

2.3.1 従来手法の例	3
4.1.1 ベースラインの例	5
4.2.1 提案手法の例	6

表 目 次

5.1.1 実験データ	7
6.1.1 実験結果	8
6.2.1 提案手法の出力例	9
6.2.2 ベースラインの出力例	10
6.3.1 提案手法の 100 文評価	11
6.3.2 ベースラインの 100 文評価	11
7.1.1 4-Best の例	13
7.1.2 4-Best における実験結果	14
7.1.3 4-Best における出力例	15
7.1.4 4-Best における入力文 100 文に対する出力の評価	16
7.1.5 4-Best における正解した言い換えがある場合の評価	16
7.3.1 4 システムにおける実験結果	17
7.3.2 4 システムにおける出力例	18
7.3.3 4 システムにおける入力文 100 文に対する出力の評価	19
7.3.4 4 システムにおける正解した言い換えがある場合の評価	19
7.5.1 誤りの内訳	20
7.5.2 折り返し翻訳の問題点	21
7.5.3 複数出力の問題点	22
7.5.4 機械翻訳の問題点	23

第1章 はじめに

言い換え生成は様々な研究がなされてきた [1]. ルールベースによる言い換えでは, 人手や自動で収集したルールに従い言い換え生成を行う. 藤田ら [2] は, 語彙概念構造に基づいて機能動詞構文の言い換えを行っている. 語彙概念構造とは, 様々な動詞をいくつかのタイプに分類し, それぞれのタイプが持つ基本的な意味と概念的な意味の構造である. しかし, ルールを収集するにはとてもコストがかかる. 一方, 言い換え生成は, 同一言語の翻訳と捉えることが可能である. そのため, 機械翻訳を用いて自動で言い換え生成を行うことができる. 福田ら [3] は, Google 翻訳を利用して日本語から対象言語へと翻訳を行う. 再度日本語へと翻訳を行うことにより, 言い換えを生成している. しかし, 機械翻訳を用いた言い換え生成では翻訳機の精度に大きく依存する. そこで本研究では, 折り返し翻訳を行い元の文と折り返し翻訳をされた文を比較する. そして, 2つの文が一致したものを採用することによって誤訳が減ると考えられる. 複文で折り返し翻訳を行うと, 折り返し翻訳が一致する確率が大きく低下する. そこで, 単文を用いることにより, 折り返し翻訳が一致する確率を増加させる. 本研究では, ニューラル機械翻訳 (NMT) を用いて折り返し翻訳を行い, 言い換え生成を行い, 精度の調査を行う.

本論文の構成は以下のとおりである. 第2章では, 言い換えについて述べる. 第3章では, 言い換え生成の問題点について述べる. 第4章では, 提案手法について述べる. 第5章では, 実験環境について述べる. 第6章では, 実験結果について述べる. 第7章では, 考察について述べる. 第8章では, 本研究の簡単なまとめについて述べる.

第2章 言い換えについて

2.1 言い換え

言い換えとは、言葉を意味的に等しい別の表現にすることである。言い換え技術は、機械翻訳や対話システムなど様々なことに応用されている。胡尤佳ら [4] は、機械翻訳の未知語や低頻度語の問題を解決するために、言い換え辞書を自動で生成する。そして、生成された言い換え辞書を用いて低頻度語から高頻度語への言い換えを入力文の前処理として施し、精度向上を目指した。

2.2 ルールベースによる言い換え生成

ルールベースによる言い換え生成では、人手または、自動で集められた言い換えルールに基づいて言い換え生成を行う。藤田ら [2] は、語彙概念構造に基づいて機能動詞構文の言い換えを行っている。語彙概念構造とは、様々な動詞をいくつかのタイプに分類し、それぞれのタイプが持つ基本的な意味と概念的な意味の構造である。以下に正しく言い換えが行われたときの成功例を示す。

例) 入力	その言葉には尊敬の意味がある
言い換え	その言葉は尊敬を意味する

これは、名詞+機能動詞という形を複合動詞にする。そして、その複合動詞にあった助詞に言い換えるという規則に基づいて、言い換えを行っている。その結果、正しく言い換えることができている。また、精度は82.2%である。

2.3 機械翻訳を用いた言い換え生成

言い換え生成は、翻訳と捉えることができる。そこで、鈴木ら [5] は、言い換え認識の評価用コーパスの構築のために、複数の翻訳機を用いて同じ英語文を翻訳し、複数の日本語訳を得ている。これらの日本語訳は、言い換えとなる。図 2.3.1 に例を示す。しかし、翻訳誤りなどによって言い換えとして不適切なものが含まれる。そこで、誤訳を回避するために、BLEU 値と呼ばれる機械翻訳の自動評価指標を用いて翻訳精度が高い日本語対訳を言い換え文とすることで、言い換え生成を行った。生成された言い換えの正例は、78.1%である。



図 2.3.1: 従来手法の例

2.4 逆翻訳による言い換え生成

福田ら [3] は、協調学習の自動評価のために言い換えを生成している。協調学習とは、グループ活動を通して協力し、意見を交換し、課題を取り組む学習形態である。Google 翻訳を利用して日本語から対象言語へと翻訳を行う。再度日本語へと翻訳を行うことにより、言い換えを生成している。ここで、適切な言い換えを選択するために、Perplexity と呼ばれる指標を用いて正しい言い換えを選択している。

第3章 言い換え生成の問題点

言い換え生成には様々な問題点があるが、本研究では機械翻訳を用いた言い換え生成の問題点に着目する。機械翻訳を用いた言い換え生成では、翻訳機の精度に大きく依存することが問題である。近年、機械翻訳の精度は向上しているが人手の翻訳にはまだ及ばないため、機械翻訳が誤った出力をすることがある。そのため、言い換え生成の精度が低下する。そこで、鈴木ら [5] は、BLEU と呼ばれる機械翻訳の自動評価指標を用いて絞り込みを行い、評価が高い翻訳文のみを言い換え生成に利用している。しかし、BLEU を用いて絞り込みしても、十分に誤った翻訳結果を排除することはできない。

第4章 提案手法

4.1 ベースライン

本研究では，提案手法の有効性を検証するために，ベースラインを折り返し翻訳を行わない手法とする．図 4.1.1 にベースラインの例を示す．



図 4.1.1: ベースラインの例

4.2 提案手法

ベースラインでは折り返し翻訳を行わない手法としたが、翻訳機の精度に依存し、言い換え精度が低下する。そこで、提案手法では翻訳機の依存を減少させるために、図 4.2.1 のように対訳文を用いて NMT で折り返し翻訳を行い、翻訳結果が一致した場合、言い換え生成を行う。また、折り返し翻訳が一致する確率を向上させるために、入力文及び学習文には単文を用いる。以下に提案手法の例を示す。

- (a) 対訳英文 “The signal turned green.” を英日翻訳する
- (b) 1 の結果の “信号機が緑になった。” を日英翻訳する
- (c) 日英翻訳をした結果の “The signal turned green.” と対訳英文 “The signal turned green.” を比較し、一致しているかを調べる
- (d) 一致しているとき、英日翻訳した結果の “信号機が緑になった。” と対訳日本語の “信号は青になった” を言い換え文とする

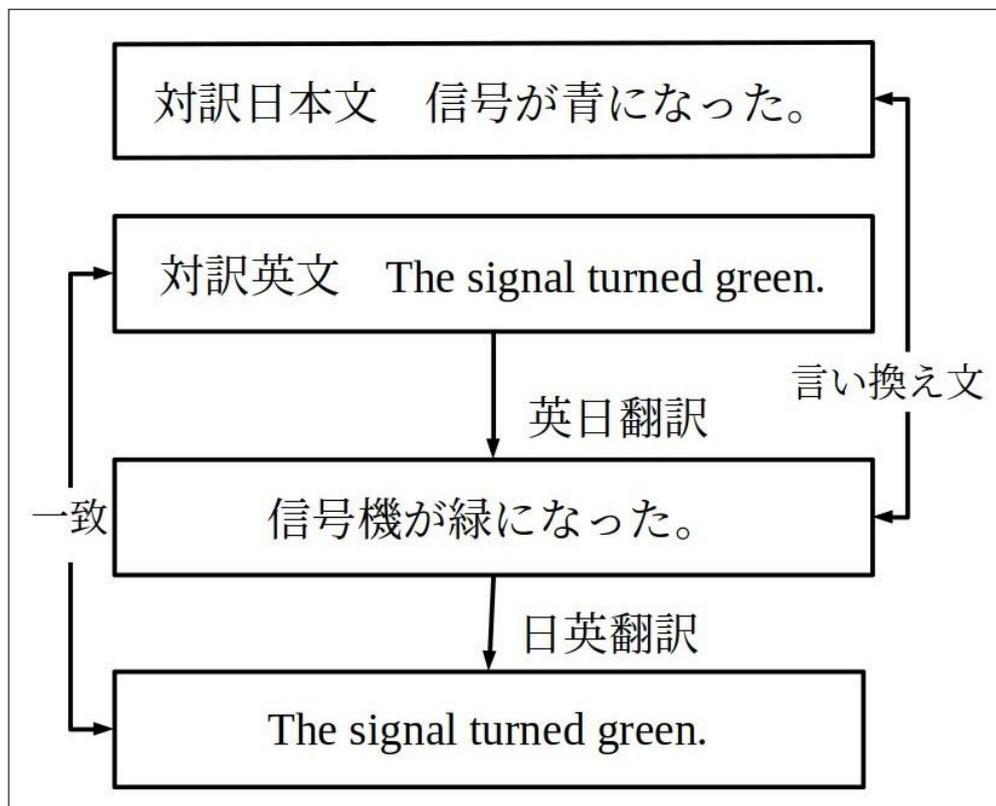


図 4.2.1: 提案手法の例

第5章 実験環境

5.1 実験データ

本研究では、学習及び入力として電子辞書を基に抽出した単文の日英対訳文 163,188 文を用いる。表 5.1.1 に日英対訳文の一部を示す。

表 5.1.1: 実験データ

対訳日本文 1	にんにくには特有のにおいがある。
対訳英語文 1	Garlic has a distinctive smell .
対訳日本文 2	ぬかるみで自動車のタイヤが空回りした。
対訳英語文 2	The car slipped on the muddy road .

5.2 実験条件

OpenNMT[6] を用いて機械翻訳を行う。OpenNMT とは、Harvard NLP group と SYSTRAN が開発した機械翻訳機である。本研究では PyTorch で実装されている OpenNMT-py のバージョン 2.2.0 を用いる。また、学習ステップ数は 1,000,000 である。

5.3 評価方法

本研究では、人手で評価を行う。言い換えは表現が多様であり言い換えの評価は曖昧である。そこで、2つの意味が完全に等しくなくとも、大きな差がなければ正解とする。また、本研究では、対訳日本文と一致したものは、同一文とみなし、言い換えに含まない。

第6章 実験結果

6.1 実験結果

実験結果を表 6.1.1 に示す.

表 6.1.1: 実験結果

	提案手法	ベースライン
言い換え文	25,003	140,957

表 6.1.1 より, 折り返し翻訳を行うと, 得られる言い換え文の数が大きく低下する.

6.2 出力例

表 6.2.1 に提案手法, 表 6.2.2 にベースラインの出力結果を示す.

表 6.2.1: 提案手法の出力例

対訳英語文	Dreadful incidents happened one after another .	評価
対訳日本文	恐ろしい事件が次々に起きた。	
言い換え文	すさまじい事件が次々に起きた。	○
対訳英語文	He's an eternal optimist .	評価
対訳日本文	いつも変わらない楽天主義者だ。	
言い換え文	まったく変わらない楽天主義者だ。	○
対訳英語文	Everything is going fine so far .	評価
対訳日本文	今のところ万事が旨く行っています。	
言い換え文	それまでのところ万事が旨く行っている。	○
対訳英語文	They are in uniform .	評価
対訳日本文	彼らは制服を着用している。	
言い換え文	それらは制服を着用している。	×
対訳英語文	The manager yelled at the players .	評価
対訳日本文	監督は選手を大声でしかった。	
言い換え文	その部長は選手を大声でしかった。	×
対訳英語文	The manager yelled at the players .	評価
対訳日本文	雨で計画が台無しになった。	
言い換え文	せっかくの雨で計画が台無しになった。	×

表 6.2.2: ベースラインの出力例

対訳英語文	She contemplated me for a long time .	評価
対訳日本文	長い間 彼女はじっと私を見つめていた。	
言い換え文	しばらく私を見つめていた。	○
対訳英語文	This glass contains water .	評価
対訳日本文	このコップには水が入っている。	
言い換え文	コップには水が入っている。	○
対訳英語文	I know nothing about the matter .	評価
対訳日本文	その事は一向に存じません。	
言い換え文	それについては何も知らない。	○
対訳英語文	He is working as a clerk in this office .	評価
対訳日本文	彼はこの会社の事務を扱っている。	
言い換え文	それは事務の事務員で働いている。	×
対訳英語文	An owl came down through the chimney .	評価
対訳日本文	フクロウが煙突から落ちてきた。	
言い換え文	ねこが煙突から落ちてきた。	×
対訳英語文	This school has produced a lot of celebrities .	評価
対訳日本文	この学校はたくさんの有名人を出している。	
言い換え文	それは多数の有名人を出している。	×

6.3 人手評価

表 6.3.1 に提案手法の入力文 100 文に対して得られた言い換え文の人手評価結果を示す。また、表 6.3.2 にベースラインの入力文 100 文に対しての人手評価結果を示す。なお、評価者は 2 人である。

表 6.3.1: 提案手法の 100 文評価

	評価者 A	評価者 B
言い換え文	100	100
正解	81	77
不正解	19	23
正解率 (%)	81	77

表 6.3.2: ベースラインの 100 文評価

	評価者 A	評価者 B
言い換え文	100	100
正解	60	44
不正解	40	56
正解率 (%)	60	44

表 6.1.1 より、提案手法では得られた言い換え文は約 2 万 5000 文である。また、表 6.3.1 と表 6.3.2 より、ベースラインと提案手法を比較すると、大幅な改善が見られる。

6.4 実験のまとめ

提案手法とベースラインを比較すると、人手評価では提案手法が評価者 A、評価者 B どちらとも大幅に正解率が向上していることが確認できる。しかし、得られた言い換え文の数では、ベースラインが大きく上回っている。これは、折り返し翻訳が一致した文が少ないことを示している。

第7章 考察

7.1 言い換え文の増加方法 (4-Best)

N-Best とは，出力候補を第一候補だけでなく，第 N 候補まで出力することである．本研究では，大量の言い換え文を得るために，4-Best で調査をおこなう．以下に実験手順を示す．また，表 7.1.3 に 4-Best の例を示す．

- (a) OpenNMT を日英対訳学習文約 16 万文を用いて学習する
- (b) 英日翻訳を行い，1 文ずつ日本語文を 4 文出力する
- (c) 英日翻訳を行った結果の日本語文 1 文に対して，日英折り返し翻訳を行い，4 文出力する
- (d) 日英折り返し翻訳を行った結果，4 文の内 1 つでも対訳英文と同一であるとき，対訳日本文と英日翻訳された結果を言い換えとする
- (e) ベースラインと提案手法についてランダムに抽出した 100 文の人手評価を行う

表 7.1.1: 4-Best の例

対訳日本文	ミルクが床にこぼれた。		
対訳英語文	Milk spilt on the floor .		
英日翻訳結果			
1, 牛乳が床にこぼれた。	2, ミルクが床にこぼれた。	3, スープが床にこぼれた。	4, こしょうが床にこぼれた。
折り返し翻訳結果			
1-1, The milk slopped over the floor .	2-1, Milk spilt on the floor .	3-1, The soup slopped over the floor .	4-1, Pepper splashed into the floor .
1-2, Milk spilt on the floor .	2-2, Milk slopped over the floor .	3-2, The soup spilt on the floor .	4-2, pepper spilt on the floor .
1-3, The milk spilt on the floor .	2-3, Milk spilt onto the floor .	3-3, The soup spilt onto the floor .	4-3, Pepper spilt on the floor .
1-4, The milk spilt onto the floor .	2-4, The milk slopped over the floor .	3-4, The soup spilt against the floor .	4-4, pepper has spilt on the floor .

表 7.1.3 より、対訳日本文と折り返し翻訳結果が一致している文は、1-2 と 2-2 である。よって、対訳日本文“ミルクが床にこぼれた。”の言い換えは、“牛乳が床にこぼれた。”と“ミルクが床にこぼれた。”になる。しかし、‘ミルクが床にこぼれた。’は同一文となるため、言い換えから除外し、得られた言い換えは“牛乳が床にこぼれた。”のみとなる。

7.1.1 4-Best における実験結果

表 7.1.2 に 4-Best における実験結果を示す。ここで，学習文，入力文は提案手法と同じものを利用している。

表 7.1.2: 4-Best における実験結果

4-Best	
言い換え文	134,574

表 6.1.1 と表 7.1.2 を比較すると，得られた言い換え文が増加したことが確認できる。

7.1.2 4-Best における出力例

表 7.1.3 に 4-Best の場合の出力例を示す。なお、言い換え文同士が同一になった場合や、折り返し翻訳が一致しない場合がある。そのため、入力文 1 文に対して 4 文出力されない場合がある。

表 7.1.3: 4-Best における出力例

対訳英語文	The noise jangled on my nerves .	評価
対訳日本文	その 騒音 で 神経 が ひどく いら 立った。	
言い換え文	ひどい 騒音 で 神経 が いら 立った。	○
言い換え文	騒音 で 神経 が ひどく いら 立った。	○
言い換え文	ひどい 騒音 で 神経 が ひどく いら 立った。	○
対訳英語文	The bank closes at three .	評価
対訳日本文	銀行 は 3 時 に 閉まる。	
言い換え文	その 銀行 は 3 時 に 閉まる。	○
言い換え文	その 堤防 は 3 時 に 閉まる。	×
対訳英語文	The president organized a baseball team in the company .	評価
対訳日本文	社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った。	
言い換え文	その 大統領 は 会社 に 野球 チーム を 作った。	×
言い換え文	それら の 社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った。	×
言い換え文	その 社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った。	○
言い換え文	それら の 社長 は 会社 で 野球 チーム を 作った。	×
対訳英語文	The mother scolded her child harshly .	評価
対訳日本文	母親 は 子供 を 厳しく 叱った。	
言い換え文	その 母親 は 子供 を 厳しく 叱った。	○
言い換え文	それら の 母親 は 子供 を 厳しく 叱った。	×

7.1.3 4-Best における人手評価

表 7.1.4 に 4-Best の入力文 100 文に対して得られた言い換え文の人手評価結果を示す。なお、評価者は 2 人である。

表 7.1.4: 4-Best における入力文 100 文に対する出力の評価

	評価者 A	評価者 B
言い換え文	265	265
正解	212	196
不正解	53	69
正解率 (%)	80	74

表 6.3.1 と表 7.1.4 を比較すると、正解率は若干減少しているが、得られた言い換え文が増加している。また、表 7.1.4 より、4-Best では得られた言い換え文は約 13 万 5000 文である。

7.1.4 4-Best における 1 文に対する人手評価

複数の出力の内、正解した言い換えがある場合、入力文に対して言い換えを得られたとしたときの結果を表 7.1.5 に示す。

表 7.1.5: 4-Best における正解した言い換えがある場合の評価

	評価者 A	評価者 B
入力文	100	100
正解	94	85
失敗	6	15
正解率 (%)	94	85

表 7.1.5 より、4-Best では、多くの入力文に対して言い換え文を得られている。

7.2 4-Best のまとめ

提案手法と 4-Best を比較すると、得られた言い換え文は 5 倍以上になった。正解率では、提案手法と比較すると、少し減少しているがあまり差がないことが確認できる。また、1 文に対する人手評価では、折り返し翻訳が一致した場合、大部分の入力文に対して言い換え文を得ている事が確認できる。

7.3 言い換え文の増加方法 (4システム)

NMTは、学習を行う際に乱数が用いられる。そのため、同じ実験条件でも出力が異なる [7]。そのため、1つのモデルで折り返し翻訳が一致しなかった文が複数のモデルで翻訳を行うことにより、折り返し翻訳が一致する可能性がある。これらから、言い換え文の増加を試みる。本研究では、4つのモデルを用いて実験を行い、N-Bestは4とする。これを4システムと呼ぶ。

7.3.1 4システムにおける実験結果

表 7.3.1 に4システムにおける実験結果を示す。ここで、学習文、入力文は提案手法と同様のデータを利用している。

表 7.3.1: 4システムにおける実験結果

4システム	
言い換え文	362,917

表 7.1.2 と表 7.3.1 を比較すると、得られた言い換え文がさらに増加していることが確認できる。

7.3.2 4システムにおける出力例

表 7.3.2 に 4 システムにおける出力例を示す。4-Best と同様に、最大出力数は 16 文である。しかし、言い換え文同士が同一文の場合や、折り返し翻訳が一致しない場合がある。よって、入力文 1 文に対して 16 文出力されない場合がある。

表 7.3.2: 4 システムにおける出力例

対訳英語文	The climate here doesn't agree with me .	評価
対訳日本文	この気候は私には合わない。	
言い換え文	当地の気候は私の体に合わない。	○
言い換え文	この気候は私の体に合わない。	○
言い換え文	こんなこの気候は私には合わない。	×
対訳英語文	There was no real meat in his speech .	評価
対訳日本文	彼の演説には意味のある内容がなかった。	
言い換え文	それは彼の演説には本当の肉類はいなかった。	×
対訳英語文	I married Sari while I was studying in India .	評価
対訳日本文	ぼくはインド留学中にサリーと結婚した。	
言い換え文	わたしはインド留学中にサリーと結婚した。	○
言い換え文	わたしはインド留学中にサリーに嫁いだ。	○
言い換え文	わたしはインド留学中にサリーを結婚した。	×
言い換え文	ぼくはインド留学中はサリーと結婚した。	×
言い換え文	ぼくはインド留学中、サリーと結婚した。	○
言い換え文	ぼくはインド留学中サリーと結婚した。	○

7.3.3 4システムにおける人手評価

表 7.3.3 に 4 システムにおける入力文 100 文に対して得られた言い換え文の人手評価結果を示す。

表 7.3.3: 4 システムにおける入力文 100 文に対する出力の評価
4 システム

言い換え文	404
正解	307
失敗	97
正解率 (%)	76

表 7.1.4 と表 7.3.3 を比較すると、4 システムでは、複数出力された言い換え文同士や、対訳日本文と同一な文が増加している。そのため、正解率が減少したと考える。

7.3.4 4システムにおける1文に対する人手評価

4-Best と同様に正解した言い換えがある場合、入力文に対して言い換え文を得られたとしたときの結果を表 7.3.4 に示す。

表 7.3.4: 4 システムにおける正解した言い換えがある場合の評価
4 システム

入力文	100
正解	90
失敗	10
正解率 (%)	90

表 7.1.5 と表 7.3.4 を比較すると、精度が低下することが確認できる。また、表 7.3.1 より、4 システムでは得られた言い換え文は約 36 万 3000 文である。表 7.3.3 より、正解率は、76%である。

7.4 4システムのまとめ

4システムでは，4-Best，提案手法と比較すると，得られた言い換え文が大幅に増加していることが確認できる．しかし，正解率が減少した．これは，言い換え文が複数出力されることによって，正解した言い換え文が重複することが増えた事が原因と考える．また，出力された言い換え文を見ると，意味が全く異なる文がある．これは，1つの単語で複数の意味を持つ単語によって折り返し翻訳が偶然一致したためと考える．

7.5 誤り分析

本研究では，折り返し翻訳が一致した場合のみを言い換え文とした．生成された不正解となった言い換え文の誤りを以下の3種類に分類した．また，不正解となった言い換え文20文に対して誤りの内訳を表7.5.1に示す．

- (a) 折り返し翻訳の問題点
- (b) 複数出力の問題点
- (c) 機械翻訳の問題点

表 7.5.1: 誤りの内訳

誤りの種類	文数
折り返し翻訳	9
複数出力	5
機械翻訳	6
合計	20

7.5.1 折り返し翻訳の問題点

折り返し翻訳は，翻訳の精度確認手法として用いられる．しかし，折り返し翻訳には対象言語翻訳文が不正確であるにもかかわらず，折返し翻訳文が正確であるということがある [8]．よって，誤った日本語でも，折り返し翻訳結果と対訳英語文が一致し，不適切な言い換えが生成されることが課題である．表 7.5.2 に折り返し翻訳が偶然一致した例を示す．

表 7.5.2: 折り返し翻訳の問題点

対訳英語文	Some sponge gourds are swinging in the breeze .
対訳日本文	ヘチマがぶらぶらと揺れている。
言い換え文	どこかヘチマがぶらぶらと揺れている。
対訳英語文	There was no real meat in his speech .
対訳日本文	彼の演説には意味のある内容がなかった。
言い換え文	それは彼の演説には本当の肉類はいなかった。
対訳英語文	The rain upset our plans .
対訳日本文	雨で計画が台無しになった。
言い換え文	せつかくの雨で計画が台無しになった。

7.5.2 複数出力の問題点

表 7.1.5 表 7.3.4 より，多くの入力文に対して言い換えが成功した．しかし，4-Best や 4 システムでは，入力文 1 文に対して出力文は複数文になり，言い換えが成功した文と失敗した文が混在して生成される可能性がある．表 7.5.3 に言い換えが成功している文と失敗した文が混在した文を示す．今後の研究では，適切な言い換え文を選択する手法を検討したい．

表 7.5.3: 複数出力の問題点

対訳英語文	The child's front tooth came out .	評価
対訳日本文	子供の 前歯 が 抜けた 。	
言い換え文	その 子 の 前歯 が 抜けた 。	○
言い換え文	それ の 子 の 前歯 が 抜けた 。	×
言い換え文	その後 の 子 の 前歯 が 抜けた 。	×
言い換え文	その 子供 の 前歯 が 抜けた 。	○
対訳英語文	He shot down the game with one shot .	評価
対訳日本文	彼は 一発 で 獲物 を しとめた 。	
言い換え文	たった 1 発 で その ゲーム を 撃ち落とした 。	×
言い換え文	たった 1 発 で 試合 を 撃ち落とした 。	×
言い換え文	たった 1 発 で 獲物 を しとめた 。	○
言い換え文	ひと 発 で 獲物 を しとめた 。	○
対訳英語文	The president organized a baseball team in the company .	評価
対訳日本文	社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った 。	
言い換え文	その 大統領 は 会社 に 野球 チーム を 作った 。	×
言い換え文	それら の 社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った 。	×
言い換え文	その 社長 は 会社 に 野球 チーム を 作った 。	○
言い換え文	それら の 社長 は 会社 で 野球 チーム を 作った 。	×

7.5.3 機械翻訳の問題点

機械翻訳では文の意味を考慮せず，単語ごとに翻訳する傾向がある．そのため，1つの語で複数の意味を持つ語により，翻訳が誤ることがある．よって，日本語が異なる意味だが折り返し翻訳が一致し，言い換え生成がされることが課題である．表 7.5.4 に例を示す．

表 7.5.4: 機械翻訳の問題点

対訳英語文	The bank closes at three .
対訳日本文	銀行は3時に閉まる。
言い換え文	その堤防は3時に閉まる。
対訳英語文	The manager yelled at the players .
対訳日本文	監督は選手を大声でしかった。
言い換え文	その部長は選手を大声でしかった。
対訳英語文	The joint loosens .
対訳日本文	継ぎ目が緩む。
言い換え文	その関節は緩む。

第8章 おわりに

言い換え生成は様々な研究がなされてきた。ルールベースによる言い換え生成では、ルールに基づいて言い換え生成を行う。しかし、ルールを収集するにはとてもコストがかかる。また、機械翻訳を用いた言い換え生成では、翻訳機の精度に大きく依存する。この問題点に対して、本研究では折り返し翻訳を行い、翻訳結果が一致した場合のみ言い換え生成をした。実験結果より、折り返し翻訳が一致した場合のみ言い換え生成を行うことで、ベースラインと比較すると精度の向上が確認できる。また、生成された言い換え文は約2万5000文である。また、考察より4-Bestでは提案手法より正解率は少し減少しているが、得られた言い換え文は提案手法と比較して5倍以上であり、約13万5000文の言い換え文を得た。4システムでは得られた言い換え文は約36万3000文である。これらより、出力文を複数にすることにより、得られる言い換え文が増加することが確認できる。

今後のとして、本研究では対訳コーパスが存在していることを前提にしている。そのため、任意の入力に対しての言い換え生成を検討したい。また、出力文を複数にしたときの言い換え生成の精度向上も検討したい。

謝辞

最後に，一年間に渡り，本研究のご指導をいただきました鳥取大学工学部知能情報工学科自然言語処理研究室の村上仁一准教授，村田真樹教授に深く感謝すると共に，厚く御礼申し上げます．そして，日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた同研究室の皆様へ深謝いたします．

付 録 A 提案手法の 100 文評価結果

対訳英語文: The 'h' in 'hour' is mute .
対訳日本文: 'hour' の 'h' は発音されない。
言い換え文: hour' の 'h' は発音されない。
評価 :0

対訳英語文: It rained for five days on end .
対訳日本文: 5 日間 ぶっ 通し に 雨 が 降った 。
言い換え文: それは 5 日間 続けて 雨 になった 。
評価 :0

対訳英語文: You had better not get mixed up with the religious group .
対訳日本文: あの 宗教 団体 と は かかわり合 わ ない ほう が よい 。
言い換え文: その 宗教 団体 と は かかわり合 わ ない ほう が よい 。
評価 :0

対訳英語文: He's an eternal optimist .
対訳日本文: いつも 変 わ ら ない 楽 天 主 義 者 だ 。
言い換え文: まったく 変 わ ら ない 楽 天 主 義 者 だ 。
評価 :0

対訳英語文: Sit up straight .
対訳日本文: きちん と 座 り なさい 。
言い換え文: ちゃん と 座 り なさい 。
評価 :0

対訳英語文: The engine goes about its business so unobtrusively .
対訳日本文: この エンジン は 、 それほど に さりげ なく 働 く 。
言い換え文: それら の エンジン は 、 それほど に さりげ なく 働 く 。
評価 :0

対訳英語文: These three cameras have each different strong point .
対訳日本文: この 三つ の カメラ には 、 それぞれ 別 の 特長 が ある 。
言い換え文: それら の 三つ の カメラ には それぞれ 別 の 特長 が ある 。
評価 :0

対訳英語文: In this context , the word has a very specific meaning .
対訳日本文: この 文脈 中 では その 語 は きわめて 特殊 な 意味 を もつ 。
言い換え文: その 文脈 では その 語 は きわめて 特殊 な 意味 を もつ ている 。
評価 :0

対訳英語文: He quickly corrected himself .
対訳日本文: すぐ に 言い直した 。
言い換え文: すばやく 言い直した 。
評価 :0

対訳英語文: The strike order was issued at 3 am yesterday .
対訳日本文: その スト 指令 は きのう 午前 3 時 に 出された 。
言い換え文: それら の スト 指令 は きのう 午前 3 時 に 出された 。
評価 :0

対訳英語文: The ship draws 30 feet of water .
対訳日本文: その 汽船 は 喫水 が 30 フィート ある 。

言い換え文: それらの船は喫水が30フィートある。

評価 :x

対訳英語文: The boy is sprouting up like a weed .

対訳日本語文: その子はぐんぐん背が伸びている。

言い換え文: 男の子はぐんぐん背が伸びている。

評価 :o

対訳英語文: The announcement met with an angry reaction from minority-group spokesmen .

対訳日本語文: その声明は少数民族グループのスポークスマンたちから怒りの反発を受けた。

言い換え文: その発表は少数民族グループのスポークスマンたちから怒りの反発を受けた。

評価 :o

対訳英語文: The remark has been widely echoed by others .

対訳日本語文: その発言は他の人たちによって広範囲で繰り返された。

言い換え文: その発言は他の人たちによって広範囲に繰り返された。

評価 :o

対訳英語文: It's only a joke .

対訳日本語文: それはただの冗談に過ぎない。

言い換え文: それはただの冗談にすぎない。

評価 :o

対訳英語文: I am done for at last .

対訳日本語文: とうとう遣られた。

言い換え文: とうとう遣られる。

評価 :o

対訳英語文: I'm interested in collecting railway tickets .

対訳日本語文: ぼくは鉄道切符の収集に興味をもちています。

言い換え文: わたしは鉄道切符の収集に興味をもちています。

評価 :o

対訳英語文: We rank baseball above football in our country .

対訳日本語文: わが国ではフットボールより野球を高く評価している。

言い換え文: わが国ではフットボールより野球を高く評価しています。

評価 :o

対訳英語文: We are congenial friends .

対訳日本語文: われわれは意気投合した仲だ。

言い換え文: ぼくたちは意気投合した仲だ。

評価 :o

対訳英語文: Carl Lewis competed in the third group of the men's 100-meter preliminary .

対訳日本語文: カール・ルイスは男子100メートル予選第3組に出場した。

言い換え文: カール・ルイスは男子100メートル予選の第3グループに出場した。

評価 :o

対訳英語文: The conglomerates are buying up the independents .

対訳日本語文: コングロマリットが次々と自営の小企業を買収している。
言い換え文: そのコングロマリットが次々と自営の小企業を買収している。
評価 :o

対訳英語文: The elephants began to trumpet .
対訳日本語文: ゾウたちが鳴きだした。
言い換え文: そのゾウたちは鳴きだした。
評価 :o

対訳英語文: The door was shoved open .
対訳日本語文: ドアが押し開かれた。
言い換え文: そのドアは押し開かれた。
評価 :o

対訳英語文: The batter was spun in circles by the pitcher's fastball .
対訳日本語文: バッターは相手投手の速球にきりきり舞いした。
言い換え文: その打者は相手投手の速球にきりきり舞いした。
評価 :o

対訳英語文: Some sponge gourds are swinging in the breeze .
対訳日本語文: ヘチマがぶらぶらと揺れている。
言い換え文: どこかヘチマがぶらぶらと揺れている。
評価 :x

対訳英語文: Mexican law virtually prohibits imported cars .
対訳日本語文: メキシコ法律は、輸入車をほとんど禁止している。
言い換え文: メキシコ法律は、輸入車を事実上禁止している。
評価 :x

対訳英語文: I groped my way through the darkness .
対訳日本語文: 暗闇を手探りで進んだ。
言い換え文: 暗闇の中を手探りで進んだ。
評価 :o

対訳英語文: The rain upset our plans .
対訳日本語文: 雨で計画が台無しになった。
言い換え文: せっかくの雨で計画が台無しになった。
評価 :x

対訳英語文: He was admitted to the royal presence .
対訳日本語文: 王に拝謁を許された。
言い換え文: その王に拝謁を許された。
評価 :o

対訳英語文: The house sits on a gentle slope .
対訳日本語文: 家は緩やかな斜面にある。
言い換え文: その家は緩やかな斜面にある。
評価 :o

対訳英語文: We were completely surrounded by hoodlums .
対訳日本語文: 我々はちんぴら連中にぐるりと取り巻かれた。
言い換え文: われわれはちんぴら連中にぐるりと取り巻かれた。

評価 :o

対訳英語文: The atmosphere of the meeting grew tense .

対訳日本語文: 会議の雰囲気は緊迫してきた。

言い換え文: それらの会議の雰囲気は緊迫してきた。

評価 :x

対訳英語文: I insist on abolishing the misuse of stimulant .

対訳日本語文: 覚醒剤の使用は絶対にやめてほしい。

言い換え文: わたしは覚醒剤の使用は絶対にやめてほしい。

評価 :o

対訳英語文: The manager yelled at the players .

対訳日本語文: 監督は選手を大声でしかった。

言い換え文: その部長は選手を大声でしかった。

評価 :x

対訳英語文: The struggle between the aristocrats and the plebeians continued .

対訳日本語文: 貴族と平民間の闘争は続いた。

言い換え文: その貴族と平民間の闘争は続いた。

評価 :o

対訳英語文: Dreadful incidents happened one after another .

対訳日本語文: 恐ろしい事件が次々に起きた。

言い換え文: すさまじい事件が次々に起きた。

評価 :o

対訳英語文: All approaches to the airport were blocked .

対訳日本語文: 空港へのすべての道路は閉鎖された。

言い換え文: すべての空港へのすべての道路は閉鎖された。

評価 :x

対訳英語文: The joint loosens .

対訳日本語文: 継ぎ目が緩む。

言い換え文: その関節は緩む。

評価 :x

対訳英語文: I am usually home on Mondays .

対訳日本語文: 月曜日はたいがい家にいます。

言い換え文: ぼくは月曜日はたいがい家にいます。

評価 :o

対訳英語文: The expiration has a strong alcoholic smell .

対訳日本語文: 呼気に強いアルコール臭がある。

言い換え文: その呼気には強いアルコール臭がある。

評価 :o

対訳英語文: The nine-story building is to be completed in August .

対訳日本語文: 工費は約六十七億円、今年八月に完成する。

言い換え文: それらは約六十七億円、今年八月に完成する。

評価 :x

対訳英語文: Everything is going fine so far .
対訳日本文: 今のところ 万事 が 旨く 行っ て います 。
言い換え文: それ まで の ところ 万事 が 旨く 行っ て いる 。
評価 :0

対訳英語文: I placed a million dollars in bonds .
対訳日本文: 債券 に 100 万 ドル 投資 した 。
言い換え文: わたし は 債券 に 100 万 ドル 投資 した 。
評価 :0

対訳英語文: The economy expanded by four percent last year .
対訳日本文: 昨年 経済 は 4 パーセント 拡大 した 。
言い換え文: その 経済 は 昨年 4 パーセント 拡大 した 。
評価 :0

対訳英語文: We made a survey of a historic scene .
対訳日本文: 史跡 の 実地 踏査 を した 。
言い換え文: われわれ は 史跡 の 実地 踏査 を した 。
評価 :0

対訳英語文: The mayor broke his promise .
対訳日本文: 市長 は 約束 を 破った 。
言い換え文: その 市長 は 約束 を 破った 。
評価 :0

対訳英語文: Our group broke up at the station .
対訳日本文: 私 たち は 駅 で 解散 した 。
言い換え文: わが グループ は 駅 で 解散 した 。
評価 :0

対訳英語文: My uncle is in the export trade of automobile parts .
対訳日本文: 私 の おじ は 自動車 部品 の 輸出 を して います 。
言い換え文: わたし の おじ は 自動車 部品 の 輸出 を して いる 。
評価 :0

対訳英語文: My whole life seemed to pass before my eyes .
対訳日本文: 私 の 全 人生 が 目 の 前 を よぎる よう に 思わ れた 。
言い換え文: ぼく の 全 人生 が 目 の 前 を よぎる よう に 思わ れた 。
評価 :0

対訳英語文: I think so .
対訳日本文: 私 は そう 考える 。
言い換え文: そう 思う 。
評価 :0

対訳英語文: I am no match for him in English .
対訳日本文: 私 は 英語 では とても 彼 には 太刀打ち でき ない 。
言い換え文: ぼく は 英語 では 彼 には とても 太刀打ち でき ない 。
評価 :0

対訳英語文: I have disposed of my things already .
対訳日本文: 私 は 持ち物 を もう 処分 して しまった 。

言い換え文: ぼくは持ち物をもう処分してしまった。

評価 :o

対訳英語文: I bought medicine for a headache .

対訳日本語文: 私は頭痛の薬を買った。

言い換え文: わたしは頭痛の薬を買った。

評価 :o

対訳英語文: I attended the deathbed of my father .

対訳日本語文: 私は父の末期の水をとった。

言い換え文: わたしは父の末期の水をとった。

評価 :o

対訳英語文: The female kangaroo has a pouch .

対訳日本語文: 雌のカンガルーには袋がついている。

言い換え文: その雌のカンガルーには袋がついている。

評価 :x

対訳英語文: I am painfully aware of my shortcomings .

対訳日本語文: 自分の短所を痛感している。

言い換え文: ぼくの短所を痛感している。

評価 :o

対訳英語文: I did a lot of scuba diving when I was young .

対訳日本語文: 若いときはよくスキューバダイビングをした。

言い換え文: ぼくは若いときによくスキューバダイビングをした。

評価 :o

対訳英語文: The employees demanded a reduction in working hours .

対訳日本語文: 従業員は労働時間の短縮を要求した。

言い換え文: その従業員は労働時間の短縮を要求した。

評価 :o

対訳英語文: The girls patched up their own coats .

対訳日本語文: 少女たちは自分のコートの繕いをした。

言い換え文: その女の子たちは自分のコートの繕いをした。

評価 :o

対訳英語文: The color comes off .

対訳日本語文: 色が落ちる。

言い換え文: その色ははげる。

評価 :x

対訳英語文: A plane was flying in the blue sky .

対訳日本語文: 真っ青な空に飛行機が1機飛んでいた。

言い換え文: その青い空に飛行機が1機飛んでいた。

評価 :o

対訳英語文: A sparrow chirps .

対訳日本語文: 雀が鳴く。

言い換え文: すずめが鳴く。

評価 :o

対訳英語文: The oil prices were lowered drastically .
対訳日本文: 石油 価格 が 大幅 に 下げ られた 。
言い換え文: その 石油 価格 は 大幅 に 下げ られた 。
評価 :o

対訳英語文: The river is encroaching on the land .
対訳日本文: 川 が 陸地 を 徐々に 浸食 している 。
言い換え文: その 川 は 陸地 を 徐々に 浸食 している 。
評価 :o

対訳英語文: The right-hand turn signal of the car in front blinked .
対訳日本文: 前 の 車 の 右側 の 方向 指示 灯 が 点滅 した 。
言い換え文: その 前 の 車 の 右側 の 方向 指示 灯 が 点滅 した 。
評価 :o

対訳英語文: My son's school record fell short of my expectations .
対訳日本文: 息子 の 学校 の 成績 は 期待 はずれ で あった 。
言い換え文: ぼく の 息子 の 学校 成績 は 期待 はずれ に なった 。
評価 :o

対訳英語文: My body hurts all over .
対訳日本文: 体 中 が 痛む 。
言い換え文: ぼく の 体 は 中 が 痛む 。
評価 :o

対訳英語文: The cabinet assembled at the call of the president .
対訳日本文: 大統領 の 召集 で 閣僚 が 集まった 。
言い換え文: その 大統領 の 召集 で 閣僚 が 集まった 。
評価 :o

対訳英語文: Due to the earthquake , damages became immense .
対訳日本文: 地震 による の 被害 は 膨大 な もの と なった 。
言い換え文: その後 の 地震 で 、 損害 は 膨大 な もの と なった 。
評価 :x

対訳英語文: The audience clapped with enthusiasm .
対訳日本文: 聴衆 は 熱狂 して 拍手 した 。
言い換え文: その 聴衆 は 熱狂 して 拍手 した 。
評価 :o

対訳英語文: The enemy has greater firepower .
対訳日本文: 敵 の 火力 が まさっ ている 。
言い換え文: その 敵 の 火力 は まさっ ている 。
評価 :o

対訳英語文: The island prospers from sugar .
対訳日本文: 島 は 砂糖 で 栄え ている 。
言い換え文: その 島 は 砂糖 で 栄え ている 。
評価 :o

対訳英語文: There is a police box at the end of the lane .

対訳日本文：突き当たりに交番がある。
言い換え文：その路地の突き当たりに交番がある。
評価 :0

対訳英語文：They gathered about the entrance .
対訳日本文：入口のあたりに集まった。
言い換え文：それらは入口のあたりに集まった。
評価 :x

対訳英語文：I give you carte Blanche in the shopping .
対訳日本文：買物はお前が見計らってくれ。
言い換え文：その買物はお前が見計らってくれ。
評価 :0

対訳英語文：I sent him a year-end present .
対訳日本文：彼にお歳暮を送った。
言い換え文：わたしは彼にお歳暮を送った。
評価 :0

対訳英語文：We will pay \$1,000 toward his expenses .
対訳日本文：彼の出費の足しに1,000ドル払おう。
言い換え文：われわれは彼の出費の足しに1,000ドル払おう。
評価 :0

対訳英語文：He always carries small change in his pocket .
対訳日本文：彼はいつもポケットに小銭を持ち歩いている。
言い換え文：しょっちゅうポケットに小銭を持ち歩いている。
評価 :0

対訳英語文：He unwillingly undertook the role .
対訳日本文：彼はその役をしぶしぶ引き受けた。
言い換え文：しぶしぶその役を引き受けた。
評価 :0

対訳英語文：He was elected by a small majority .
対訳日本文：彼はわずかの差で当選した。
言い換え文：わずかの差で彼は当選した。
評価 :0

対訳英語文：He is good for nothing .
対訳日本文：彼は何の役にもたたない。
言い換え文：それは何の役にも立たない男だ。
評価 :0

対訳英語文：He rebelled against the king .
対訳日本文：彼は国王に叛いた。
言い換え文：王に叛いた。
評価 :0

対訳英語文：He showed how the trick was done .
対訳日本文：彼は手品の種を明かした。
言い換え文：その手品の種を明かした。

評価 :o

対訳英語文: He is in a disadvantageous position .

対訳日本語文: 彼は 損な 立場 にある。

言い換え文: 不利な 立場 に立っている。

評価 :x

対訳英語文: He locked the door from the inside .

対訳日本語文: 彼は 部屋の 内側 から 錠 をかけた。

言い換え文: その 内側 から ドア を 錠 で 固定 した。

評価 :o

対訳英語文: There was perpetual discontent at the level of their wages .

対訳日本語文: 彼らの 賃金 レベル には 不満 が 絶えず あった。

言い換え文: それらの 賃金 の レベル には 不満 が 絶えず あった。

評価 :x

対訳英語文: They are in the midst of dangers .

対訳日本語文: 彼らは 危険 の 中 にいる。

言い換え文: それらは 危険 の 中 にいる。

評価 :x

対訳英語文: They are in uniform .

対訳日本語文: 彼らは 制服 を 着用 している。

言い換え文: それらは 制服 を 着用 している。

評価 :x

対訳英語文: They celebrated their victory young and old alike .

対訳日本語文: 彼らは 老い も 若き も 共々に その 勝利 を 祝った。

言い換え文: それらは 老い も 若き も 共々に その 勝利 を 祝った。

評価 :x

対訳英語文: She cut out the cookie dough into the shape of a heart .

対訳日本語文: 彼女は クッキー の 生地 を ハートの 形 に 抜いた。

言い換え文: クッキー の 生地 を ハートの 形 に 切り抜いた。

評価 :o

対訳英語文: She got first prize in the beauty contest .

対訳日本語文: 彼女は 美人 コンテスト で 1等 賞 を 獲得 した。

言い換え文: まず 美人 コンテスト で 優勝 した。

評価 :o

対訳英語文: The patient's fever rises .

対訳日本語文: 病人 の 熱 が 上がる。

言い換え文: その 患者 の 熱 は 上がる。

評価 :x

対訳英語文: The gunships will serve as an escort for the oil tanker .

対訳日本語文: 武装 ヘリコプター が その 石油 タンカー の 護衛 役 を する。

言い換え文: それらの 武装 ヘリコプター は その 石油 タンカー の 護衛 役 を する。

評価 :o

対訳英語文: He regarded her thoughtfully for a moment .
対訳日本文: 文語 思いやり 深い まなざし で 彼女 を ちらっと 見やった 。
言い換え文: 思いやり 深い まなざし で 彼女 を ちらっと 見やった 。
評価 :0

対訳英語文: I attended a tea ceremony for my mother .
対訳日本文: 母 の 代理 で お茶 会 に 出た 。
言い換え文: わたし は 母 の 代理 で お茶 会 に 出た 。
評価 :0

対訳英語文: I'll go two dollars on number seven .
対訳日本文: 僕 は 7 番 に 2 ドル 賭けよう 。
言い換え文: ぼく は 7 番 に 2 ドル 賭けよう 。
評価 :0

対訳英語文: I presented my business card .
対訳日本文: 名刺 を 差しだした 。
言い換え文: わたし は 名刺 を 差しだした 。
評価 :0

対訳英語文: I went to the place at the appointed time .
対訳日本文: 約束 の 時間 に その 場所 へ 行った 。
言い換え文: わたし は 約束 の 時間 に その 場所 へ 行った 。
評価 :0

対訳英語文: The mayoral election will take place next month .
対訳日本文: 来月 市長 選挙 が 行わ れる 。
言い換え文: その 市長 選挙 は 来月 行なわ れる 。
評価 :0

対訳英語文: I tied my pigtails with rubber bands .
対訳日本文: 輪ゴム で お下げ髪 を 結わえた 。
言い換え文: わたし は 輪ゴム で お下げ髪 を 結わえた 。
評価 :0

参考文献

- [1] Jianing Zhou and Suma Bhat. Paraphrase generation: A survey of the state of the art. In *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 5075–5086, 2021.
- [2] 藤田篤, 降幡建太郎, 乾健太郎, 松本裕治ほか. 語彙概念構造に基づく言い換え生成? 機能動詞構文の言い換えを例題に. *情報処理学会論文誌*, Vol. 47, No. 6, pp. 1963–1975, 2006.
- [3] 福田治輝, 綱川隆司, 大島純, 大島律子, 西田昌史, 西村雅史ほか. 逆翻訳による言い換え生成を用いた協調学習自動評定の性能改善. 第 82 回全国大会講演論文集, Vol. 2020, No. 1, pp. 535–536, 2020.
- [4] 胡尤佳, 岡田真, 森直樹ほか. 機械翻訳の前処理のための言い換え辞書自動作成手法の提案. *研究報告自然言語処理 (NL)*, Vol. 2019, No. 17, pp. 1–5, 2019.
- [5] 鈴木由衣, 梶原智之, 小町守. 複数の機械翻訳を用いた言い換え認識の評価用コーパス構築に向けて. *言語処理学会第 23 回年次大会*, pp. 609–612, 2017.
- [6] OpenNmt. <https://pypi.org/project/OpenNMT-py/2.2.0/>.
- [7] 矢野貴大, 村上仁一. ニューラル機械翻訳に乱数が与える影響.
- [8] 宮部真衣, 吉野孝. 折返し翻訳文と対象言語翻訳文の精度不一致要因. *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol. 95, No. 1, pp. 11–18, 2012.
- [9] 乾健太郎, 藤田篤. 言い換え技術に関する研究動向. *自然言語処理*, Vol. 11, No. 5, pp. 151–198, 2004.
- [10] 小町守, 梶原智之. 言語学習支援のためのニューラル言い換え生成. *人工知能*, Vol. 34, No. 4, pp. 451–459, 2019.

- [11] 村上仁一, 藤波進. 日本語と英語の対訳文対の収集と著作権の考察. 第一回コーパス日本語学ワークショップ, pp. 119–130, 2012.
- [12] 藤田篤ほか. 言い換え技術の研究動向: 分類体系, 知識獲得, 応用. 研究報告自然言語処理 (NL), Vol. 2013, No. 6, pp. 1–1, 2013.