

2023年度（令和5年度） 卒業論文

NMTでの学習データの単語数制約による
翻訳精度の向上

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
B20T2096X 細川 楓

概要

ニューラル機械翻訳 (Neural Machine Translation : 以下, NMT) に関する研究はこれまで多数行われている [1]. しかし, 学習文の単語数に着目した研究はほとんど行われていない. そこで学習文の単語数による翻訳精度の向上を考えた. 具体的には NMT が学習する学習文に単語数による制約を設ける.

本論文では, テスト文に対する学習文の単語数が翻訳精度に与える影響を調査した. 学習する学習文の単語数による翻訳精度の変化を確認するため, 学習文の単語数が分散した状態からテスト文の単語数に近くなるように制約をかけて学習を行った. 結果として, 分散した単語数の学習文での学習では BLEU 値 0.1116 であったが, それに対して, テスト文と同一の単語数の学習文のみでの学習では BLEU 値が 0.02 程度向上し BLEU 値 0.1380 となった.

目次

第1章	はじめに	1
第2章	NMT(ニューラル機械翻訳)	2
2.1	ニューラルネットワーク	2
2.2	encoder-decoder モデル	2
2.3	自己回帰モデル	3
2.4	モデルの類似性	3
2.5	RNN(再帰的ニューラルネットワーク)	3
2.6	Seq2seq	4
第3章	提案手法	5
第4章	実験	6
4.1	実験手順	6
4.2	実験環境	6
4.3	実験データ	7
第5章	実験結果	9
5.1	自動評価結果	9
5.2	人手評価結果	9
5.3	出力結果の例文	10
5.4	実験のまとめ	10
第6章	考察	11
6.1	従来手法と比較した提案手法の翻訳精度	11
6.2	学習文の単語数分布の影響	13
6.3	ハイカットとローカットの評価結果	13

第7章 おわりに	20
付録A 提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価	21
付録B ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価	24
付録C ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価	27

目 次

2.1	encoder-decoder モデルでの機械翻訳の概念図	2
2.2	自己回帰モデルの概念図	3
6.1	バンドパス, 従来手法の学習文の単語数分布	13

表 目 次

4.1	本実験で行う5種類の学習文の条件	7
4.2	対訳学習文(単語数9)の例文	7
4.3	テスト文(単語数9)の例文	8
5.1	学習文24,269文でのテスト文2,302文の自動評価の結果	9
5.2	提案手法と従来手法の対比較評価の結果	9
5.3	翻訳例	10
6.1	従来手法より提案手法の方が良かった翻訳例	11
6.2	従来手法より提案手法の方が悪かった翻訳例	12
6.3	ハイカットと従来手法の対比較評価の結果	14
6.4	ローカットと従来手法の対比較評価の結果	14
6.5	ハイカットでの単語数の小さすぎる単文対訳学習文の例文	15
6.6	ローカットでの単語数の大きすぎる単文対訳学習文の例文	15
6.7	従来手法よりハイカットの方が良かった翻訳例	16
6.8	従来手法よりハイカットの方が悪かった翻訳例	16
6.9	従来手法よりローカットの方が良かった翻訳例	17
6.10	従来手法よりローカットの方が悪かった翻訳例	18
A.1	提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果	21
A.1	提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果	22
A.1	提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果	23
B.1	ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	24
B.1	ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	25
B.1	ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	26
C.1	ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	27

C.1 ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	28
C.1 ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果	29

第1章 はじめに

NMTにおいて、出力文の単語数に着目した研究が行われている。出力文の単語数に着目した研究として Kenton Murray と David Chiang による研究 [2] がある。この研究では、翻訳モデルに文レベルの修正を導入することで翻訳精度の向上を試みている。NMTには短すぎる翻訳を生成する傾向がある。この問題に対し、長さ補正として標準のモデルスコアに出力シーケンスの長さで調整された単語報酬と呼ばれる値から計算される定数単語報酬の追加を行うことで対処している。出力文の単語数に着目したこの研究では、長さ補正を行った場合、補正を行わない場合と比べて翻訳精度が向上したことが示されている。

NMTにおいて単語数という要素が翻訳精度に関係するならば、学習文の単語数に着目することでも翻訳精度を向上させることができると考えられる。しかし、出力文の単語数に着目した研究と比較して学習文の単語数に着目した研究の数は少ない。そのため、学習文の単語数による翻訳精度の向上を目指す。NMTには単語数の多いテスト文の翻訳が困難であるという問題がある。この原因として、学習文とテスト文の単語数の差に着目した。したがって、学習文の単語数にテスト文の単語数による制約をかけることで翻訳精度の向上を試みる。NMTに利用される encoder-decoder モデルは過去の出力を入力とする点で自己回帰モデルと類似する。自己回帰モデルの問題点として回帰次数の決定方法が指摘されている。そのため、NMTも同様に回帰次数の決定方法が問題となると推測できる。機械翻訳を自己回帰モデルと考えると、入力文の単語数を回帰次数だと考えることが出来る [3]。よって、NMTでは入力文と同一の単語数の学習文で学習を行うことが妥当である。

本論文では、テスト文の単語数と学習文の単語数を揃えて機械翻訳を行う。そして、テスト文に対する学習文の単語数による影響を調査する。

本論文の構成は以下の通りである。第2章では、NMTについて述べる。第3章では、提案手法について述べる。第4章では、実験について述べる。第5章では、実験結果について述べる。第6章では、考察について述べる。第7章では、本実験の簡単なまとめについて述べる。

第2章 NMT(ニューラル機械翻訳)

NMT[4]とは機械翻訳の手法である。ニューラルネットワークを用いた学習を行う。

2.1 ニューラルネットワーク

ニューラルネットワーク [5]は機械学習の手法の一つである。

2.2 encoder-decoder モデル

NMTは基本的に encoder-decoder モデル [6] を利用している。encoder は入力文から単語を抽出し,decoder はそれを入力として翻訳を出力する。文頭から単語を出力するが、2単語目以降、decoder とは異なる条件のバンは過去の出力も入力として受け取る。

過去の出力も入力とする点で encoder-decoder モデルは自己回帰モデルと類似している。図 2.1 に encoder-decoder モデルでの機械翻訳の概念図を示す。図 2.1 は出力文の n 番目の単語 e_n が出力される時、入力文と直前に出力した単語が入力となることを表す。

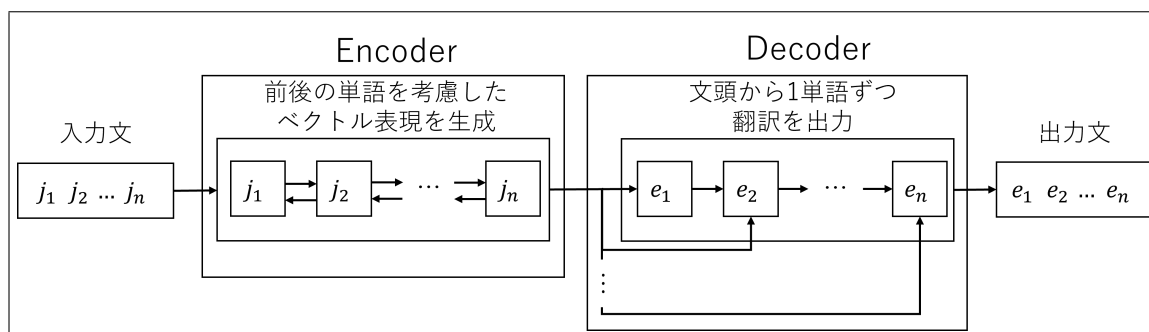


図 2.1: encoder-decoder モデルでの機械翻訳の概念図

2.3 自己回帰モデル

自己回帰モデル [7] は出力と入力との関係を説明するモデルを導くことを目的とし、以下の式で表される。a は回帰係数、 ϵ は正規分布に従う誤差である。

$$X(n) = X(n-1) * a_1 + X(n-2) * a_2 + \dots + X(n-m) * a_m + \epsilon \quad (2.1)$$

図 2.2 に自己回帰モデルの概念図を示す。図 2.2 は出力文の n 番目の単語 e_n が出力される時、入力文と過去に出力された全単語が入力となることを表す。

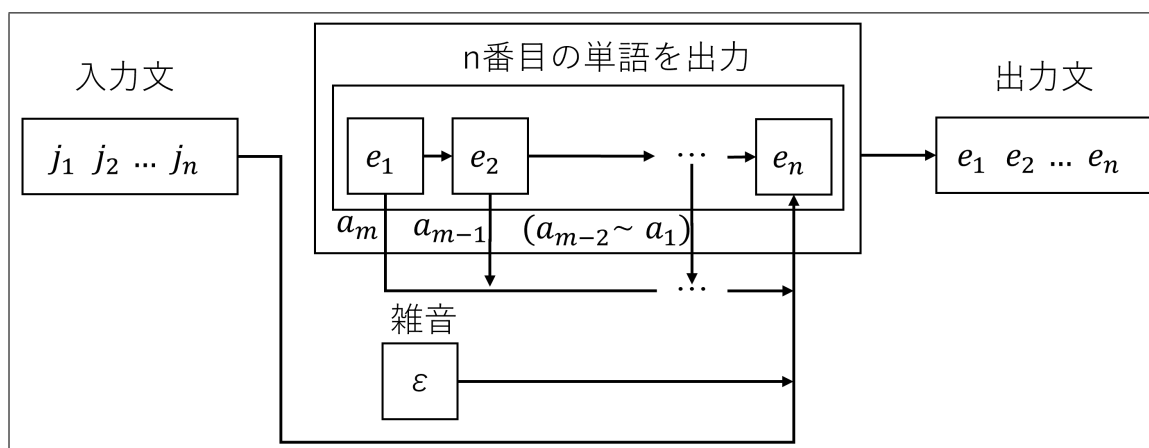


図 2.2: 自己回帰モデルの概念図

2.4 モデルの類似性

encoder-decoder モデルと自己回帰モデルは過去の出力を入力とする点で類似する。そこで、encoder-decoder モデルを自己回帰モデルとみなすことを考える。自己回帰モデルでは現在の出力は過去の出力すべてを入力とする。encoder-decoder モデルでは現在の出力は入力文と 1 つ前に出力された単語を入力とするが、最初の出力は入力文のみを入力とする。そのため、encoder-decoder モデルを自己回帰モデルとみなしたとき、入力文が初期の過去の出力にあたる。回帰次数は過去の出力された単語の数であるため、encoder-decoder モデルでは入力文の単語数が回帰次数だと考えることができる。

2.5 RNN(再帰的ニューラルネットワーク)

RNN[8] はニューラルネットワークの学習手法の 1 つである。文頭から単語ごとに学習するが、2 単語目以降、1 つ前までの単語を学習したニューラルネットワークに現在の単

語を学習させる。これにより、再帰的な学習を可能としている。そのため、RNN を基にした encoder-decoder モデルは過去の出力を入力とすることで再帰的な学習を行うという点で自己回帰モデルと類似する。

2.6 Seq2seq

Seq2seq[9] は RNN に基づく NMT モデルである。encoder-decoder モデルとして構成されている。入力を文ではなく、単語ごとに扱うのが特徴である。そのため、NMT モデルを RNN を基にした encoder-decoder モデルとして構成した時、入力を単語単位で扱うという点で自己回帰モデルと類似する。

第3章 提案手法

テスト文の単語数に学習文の単語数を揃えて機械翻訳を行う。
本研究では、以下の手法を提案する。

1. 単語数を揃えたテスト文のコーパスを作成
2. テスト文と同じ単語数の学習文のコーパスを作成
3. 作成した学習文のコーパスを NMT で学習
4. 学習した NMT でテスト文を翻訳

第4章 実験

学習文の単語数による翻訳精度の変化を確認するため、学習文の条件が異なる、提案手法、従来手法、バンドパス、ハイカット、ローカットの5手法を行う。以下に、本実験の実験条件を示す。

4.1 実験手順

まず、提案手法、従来手法、バンドパス、ハイカット、ローカットとして以下のモデルを作成する。

- テスト文と同一の単語数の学習文を学習したモデル (提案手法)
- ランダムに選んだ学習文を学習したモデル (従来手法)
- テスト文の単語数に近い範囲の学習文を学習したモデル (バンドパス)
- 長い単語数の学習文を除いて学習したモデル (ハイカット)
- 短い単語数の学習文を除いて学習したモデル (ローカット)

その後、単語数を揃えたテスト文を作成したモデルで翻訳する。

4.2 実験環境

本実験では、OpenNMT-py v2.0.1[10] を用いて翻訳実験を行う。パラメータはデフォルトを基本とし、語彙数は24,269、学習ステップ数を100,000、シード値を1に設定した。

使用したコンピュータのOSはubuntu 22.04である。CPUはIntel Core i7-3820 CPUである。GPUはGeForce GTX 1070である。pythonの環境はpipenv 2023.6.26にpython 3.10.12とPyTorch 2.0.1をインストールした。

4.3 実験データ

実験には、電子辞書などの例文より抽出したコーパス [11] を用いる。コーパス内のデータは単文である。テスト文として日本語のテスト文 2,302 文を使用する。実験ではコーパス中で最も多かった単語数 9 の文をテスト文とする。学習文としてコーパス内から手法ごとの条件に合致する対訳学習文 24,269 文を使用する。実験では 5 つの手法を行うため、5 種類の学習文を用いる。表 4.1 に本実験で行う 5 種類の学習文の条件を示す。表 4.2 に対訳学習文の例文を示す。表 4.3 にテスト文の例文を示す。

表 4.1: 本実験で行う 5 種類の学習文の条件

手法	学習文
提案手法	単語数 9 の学習文
バンドパス	単語数 6 ~13 の学習文
ハイカット	単語数 13 以下の学習文
ローカット	単語数 6 以上の学習文
従来手法	ランダムに選んだ学習文

表 4.2: 対訳学習文 (単語数 9) の例文

日本文	英文
1 か月で仕事がずいぶん溜まった。 。	In just one month a lot of work has piled up .
この診断で私は安心した。	This diagnosis reassured me .
それは世界平和を脅かすものだ。 。	It is a menace to world peace .
関係者は大きな衝撃を受けた。	The results created shock waves among teachers and others involved in education in the prefecture .
経験から未来について推測する。	We make guesses about the future from our experiences up to the present .

表 4.3: テスト文 (単語数9) の例文

このビルは通りに面している。
彼は大学に在学している。
ことしの夏はイングランドに行きます。
目下のところ引っ越しする計画はない。
会場は興奮のるつぼと化した。

第5章 実験結果

5.1 自動評価結果

単語数9の単文テスト文2,302文の翻訳結果の出力文に対して自動評価指標BLEU[12], METEOR[13], TER[14], RIBES[15]による自動評価を行う. 表5.1に自動評価の結果を示す. 表5.1より, 学習文の単語数がテスト文の単語数に近づくほど精度は向上していくことがわかる.

表 5.1: 学習文 24,269 文でのテスト文 2,302 文の自動評価の結果

	BLUE	METEOR	TER	RIBES
提案手法	0.1380	0.3745	0.6501	0.7315
バンドパス	0.1271	0.3591	0.6600	0.7217
ハイカット	0.1138	0.3469	0.6711	0.7109
ローカット	0.1153	0.3512	0.6707	0.7125
従来手法	0.1116	0.3444	0.6685	0.7139

5.2 人手評価結果

単語数9の単文テスト文2,302文を翻訳した結果から100文を抽出し, 人手による対比較評価を行う. 評価者は1名である. 表5.2に提案手法と従来手法の対比較評価の結果を示す. 表5.2では, 提案手法が従来手法より良い結果となった.

表 5.2: 提案手法と従来手法の対比較評価の結果

評価者	A
提案手法 > 従来手法	20
提案手法 < 従来手法	15
どちらも正しい	7
どちらも間違い	58

5.3 出力結果の例文

表 5.3 に翻訳例を示す。

表 5.3: 翻訳例

テスト文	その光景に私は感動した。
参照文	The scene touched my heart .
提案手法	I was impressed by the scene .
バンドパス	The sight knocked me up .
ハイカット	I was impressed by that scene .
ローカット	I was a thrill on the sight .
従来手法	The scene looked me strange .

テスト文	本を机の上に置きなさい。
参照文	Place the book on the desk .
提案手法	Stick the book on the desk .
バンドパス	Put the book on the desk .
ハイカット	Put the books on the desk .
ローカット	Wrap the book on the desk .
従来手法	Put this book on the desk .

テスト文	このピアノは調子が合っている。
参照文	This piano is in tune .
提案手法	This piano is in tune .
バンドパス	This piano is in tune .
ハイカット	This piano is correct .
ローカット	This piano is well-organized .
従来手法	This piano is in tune .

5.4 実験のまとめ

実験結果より、学習文の単語数がテスト文の単語数に近いほど翻訳の精度が向上することがわかる。また、表の BLEU 値よりハイカットとローカットは従来手法と近い値となっている。バンドパスでは BLEU 値が向上しているため、ハイカットとローカットのどちらかを行うだけでは翻訳精度は向上しないと言える。

第6章 考察

6.1 従来手法と比較した提案手法の翻訳精度

表 5.2 より, 対比較評価では提案手法の方が良い結果が出ている. しかし, 正しい翻訳の数は少なかった. 原因として, 学習文の数が少なかったことを考えている. 本実験では, 特定の単語数の学習文を大量に集めることは難しかった. そのため, 学習文の不足により提案手法と従来手法の翻訳精度が低下したと考えられる.

表 6.1 に従来手法より提案手法の方が良かった翻訳例を示す. 表 6.1 に従来手法より提案手法の方が悪かった翻訳例を示す.

表 6.1: 従来手法より提案手法の方が良かった翻訳例

テスト文	シャツの襟が黒ずんできた。
参照文	My shirt collar developed a grimy ring .
提案手法	My shirt collar developed a grimy ring .
従来手法	The jacket has gotten on her shirt .

テスト文	大統領はその条約に調印した。
参照文	I'll take that possibility into consideration .
提案手法	We put the matter to the present .
従来手法	I will put the possibility to consideration .

テスト文	彼は講演の要点を書き留めた。
参照文	He noted down the main points of the lecture .
提案手法	He wrote down the gist of his lecture .
従来手法	He asserted the roll of his speech .

テスト文	彼は刃物でけがをした。
参照文	He cut himself .
提案手法	He got hurt with a knife .
従来手法	He was injured at intrigue .

テスト文	彼女は声を限りに叫んだ。
参照文	She shouted at the top of her voice .
提案手法	She yelled at the top of her voice .
従来手法	She blushed the voice of her sails .

表 6.2: 従来手法より提案手法の方が悪かった翻訳例

テスト文	彼は分相応に暮らしている。
参照文	He lives within his means .
提案手法	He is living to his age .
従来手法	He lives above his salary .

テスト文	その可能性を考慮に入れます。
参照文	I'll take that possibility into consideration .
提案手法	We put the matter to the present .
従来手法	I will put the possibility to consideration .

テスト文	彼らはわっと泣き出した。
参照文	They burst into tears .
提案手法	They struggled gamely .
従来手法	They broke up into tears .

テスト文	ごみで管がふさがってしまった。
参照文	The pipe was blocked by the refuse .
提案手法	The ink was clogged with trash .
従来手法	Muck choked up the pipes .

テスト文	昨日あそこで旧友に偶然出会った。
参照文	I came across an old friend there yesterday .
提案手法	I happened there yesterday .
従来手法	I ran into an old friend yesterday .

6.2 学習文の単語数分布の影響

図 6.1 にバンドパス，従来手法の学習文の単語数分布を示す．バンドパスと従来手法はどちらも単語数が分散した学習文を使用している．しかし，表 5.1 より，自動評価においてバンドパスは従来手法よりも良い結果を出している．バンドパスは従来手法と比較して，学習文をテスト文の単語数に近い単語数に限定して学習を行っている．そのため，原因としてバンドパス，従来手法の学習文の単語数分布の違いを考えた．

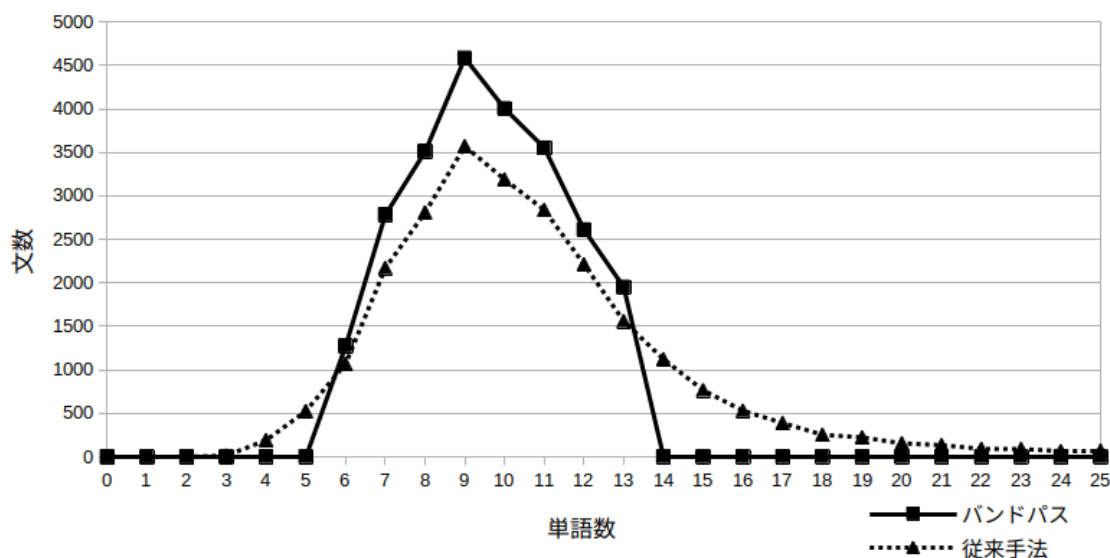


図 6.1: バンドパス，従来手法の学習文の単語数分布

図 6.1 より，バンドパスと従来手法の学習文の単語数分布は似た形であることがわかる．しかし，従来手法はバンドパスよりも分布の範囲が広い．よって，従来手法ではバンドパスよりも大きい，または小さい単語数の学習文が翻訳精度低下の原因となったと考えられる．

6.3 ハイカットとローカットの評価結果

表 5.1 より，ハイカットとローカットの自動評価結果は従来手法とあまり差がない．バンドパスでは従来手法より良い結果であるため，ハイカット，ローカットのどちらかだけでは翻訳精度は向上しないことがわかる．

より詳細な評価を行うためにハイカットとローカットをそれぞれ従来手法と比較して人手評価を行う．人手評価は単語数 9 の単文テスト文 2,302 文を翻訳した結果から 100 文

を抽出し，人手による対比較評価を行う。

表 6.3 にハイカットと従来手法の対比較評価の結果を示す．表 6.4 ローカットとカットと従来手法の対比較評価の結果を示す．

表 6.3: ハイカットと従来手法の対比較評価の結果

評価者	A
ハイカット > 従来手法	12
ハイカット < 従来手法	21
どちらも正しい	7
どちらも間違い	60

表 6.4: ローカットと従来手法の対比較評価の結果

評価者	A
ローカット > 従来手法	7
ローカット < 従来手法	21
どちらも正しい	5
どちらも間違い	67

表 6.3, 表 6.4 より，ハイカットとローカットはどちらも従来手法よりも悪い結果であることがわかる．また，ハイカットよりもローカットの方が従来手法よりも良いと評価された翻訳が少ないことがわかる．

テスト文の単語数と比較して，ハイカットには単語数の極端に小さい学習文，ローカットには単語数の極端に大きい学習文が含まれる．よって，単語数の大小に関わらず，テスト文の単語数に対し極端な単語数の差がある学習文が翻訳の際に翻訳精度低下の原因になったと考えている．また，表 6.3, 表 6.4 において，ハイカットよりもローカットの方が従来手法よりも良いと評価された翻訳が少ないことから，単語数の大きい文は単語数の小さい文よりも翻訳精度に悪影響を与えると考えることが出来る．

表 6.5 にハイカットでの極端に小さい単文対訳学習文の例文，表 6.6 にローカットでの単語数の極端に大きい単文対訳学習文の例文を示す．表 6.7 に従来手法よりハイカットの方が良かった翻訳例を示す．表 6.8 に従来手法よりハイカットの方が悪かった翻訳例を示す．表 6.9 に従来手法よりローカットの方が良かった翻訳例を示す．表 6.10 に従来手法よりローカットの方が悪かった翻訳例を示す．

表 6.5: ハイカットでの単語数の小さすぎる単文対訳学習文の例文

日本文	英文
急げ。	Shake the lead out .
飼いならす。	To tame an animal .
塗りつける。	To coat with paint .
まかせなさい。	Leave it to me .
たまに来る。	He comes now and then .

表 6.6: ローカットでの単語数の大きすぎる単文対訳学習文の例文

日本文	英文
その派遣会社は臨時の秘書、アッセンブリー・ラインのアシスタントやガードマンだけでなく、医師、弁護士、臨床検査技師から、はては企業のトップまで派遣してくれる。	The temp agency offers not only temporary secretaries , assembly-line assistants and security guards but also doctors , lawyers and medical technicians even chief executives .
プラスチック容器も、千三百四十八市町村が四百九十三市町村に減り、収集量は二十三万九千トンが十万六千四百十八トンになった。	The total weight of recycled plastic containers reportedly will drop from the planned 239,000 tons per year to 106,418 tons per year .
NATO軍は、中国大使館以前にも、コソボやそれ以外のユーゴ各地で、民間の列車や難民の車列、病院などへの誤爆を引き起こしている。	Indeed , even before the bombing of the Chinese Embassy , NATO planes had mistakenly hit vehicles and trains carrying civilians and refugees , and hospitals in Kosovo and other parts of Yugoslavia .
こうした金は、個人的な株投資のほか、高級自動車やゴルフ会員権の購入、遊興費、借金の返済などに回していた。	The former executives are believed to have used the money to buy stocks , a luxury car and golf memberships , as well as cover entertainment expenses and various debts .
構想によると、首都圏のエコタウンの対象地域は、東京、神奈川、千葉、埼玉の四都県と川崎、横浜、千葉の三市とする。	The Tokyo eco-town project will cover Tokyo , Kanagawa , Chiba and Saitama prefectures as well as the cities of Kawasaki , Yokohama and Chiba .

表 6.7: 従来手法よりハイカットの方が良かった翻訳例

テスト文	家で静かな晩を過ごした。
参照文	I spent a quiet evening at home .
ハイカット	I spent a quiet night at my house .
従来手法	I had a strange night at my house .

テスト文	彼女はいつも笑顔を絶やさない。
参照文	She is always smiling .
ハイカット	She always retains a smile .
従来手法	She is not always complaining .

テスト文	この事実を心に銘記しなさい。
参照文	Be sure to bear this fact in mind .
ハイカット	Fill this fact to your mind .
従来手法	Put the fact to the truth .

テスト文	母はすぐに納得してしまう。
参照文	My mother persuades easily .
ハイカット	My mother is easily convinced .
従来手法	My mother is quick to invent with .

テスト文	A 大学の入学試験を受けた。
参照文	I took the entrance examination of A university .
ハイカット	I received a entrance examination at A university .
従来手法	A University of University took a college examination .

表 6.8: 従来手法よりハイカットの方が悪かった翻訳例

テスト文	機動隊が現場に到着した。
参照文	The riot police arrived on the scene .
ハイカット	The rescue squad arrived on the scene of the tornado .
従来手法	The riot police arrived on the scene .

テスト文	おそらく彼の計画は失敗するだろう。
参照文	A hundred to one his plan will fail .
ハイカット	His plan will probably .
従来手法	His plan will miscarried .

テスト文	その可能性を考慮に入れます。
参照文	I'll take that possibility into consideration .
ハイカット	We will have to support the conflict .
従来手法	I will put the possibility to consideration .

テスト文	私はわずかな水を加えた。
参照文	I added a little water .
ハイカット	I marked a tremendous water .
従来手法	I added the water .

テスト文	政治全体がいま過渡期にある。
参照文	Politically , Japan is in transition .
ハイカット	The political system is now publishing .
従来手法	The political and bills are now in a transitional phase .

表 6.9: 従来手法よりローカットの方が良かった翻訳例

テスト文	多くの家が床上浸水した。
参照文	A lot of houses were flooded above the floor level .
ローカット	Many houses were flooded at home level .
従来手法	Many houses were scattered by the many house .

テスト文	被告は死刑の宣告を受けた。
参照文	The accused was sentenced to death .
ローカット	The prisoner was condemned to a death .
従来手法	The prisoners were punished with death .

テスト文	自由党が政権を握っている。
参照文	The Liberal Party is in power .
ローカット	A free party is in the power .
従来手法	The Conservatives are conducting power .

テスト文	商品に値段がついていない。
参照文	There is no price on the product .
ローカット	We have no prices on the goods .
従来手法	We have not price in price .

テスト文	その娘の恋はかなわなかった。
参照文	The girl was crossed in love .
ローカット	The love in the girl didn't match .
従来手法	The girl was too tense to joy .

表 6.10: 従来手法よりローカットの方が悪かった翻訳例

テスト文	彼らはわっと泣き出した。
参照文	They burst into tears .
ローカット	They walked harmoniously .
従来手法	They broke up into tears .

テスト文	その本は大評判を取った。
参照文	The picture is now on .
ローカット	The book has been published .
従来手法	The movie is now having show .

テスト文	気温が零下10度に下がった。
参照文	The temperature fell to ten degrees below zero .
ローカット	The temperature fell down 10 degrees .
従来手法	The temperature went down to ten degrees below zero .

テスト文	私は彼の親切をありがたく思う。
参照文	I am grateful to him for his kindness .
ローカット	I incline his kind of sake .
従来手法	I appreciated his kindness .

テスト文	戴冠式は荘厳に行われた。
参照文	The coronation was solemnly performed .
ローカット	The ceremony was formed in her wedding .
従来手法	The coronation was presented with pomp .

第7章 おわりに

本研究では，NMT による機械翻訳においてテスト文と同じ単語数の学習文を学習させて翻訳を行った．その結果，以下のことがわかった．

- テスト文と学習文の単語数を揃えることで翻訳精度が向上する
- 学習文の単語数をテスト文の単語数に近い単語数に限定した場合でも翻訳精度は向上する
- テスト文の単語数と極端に差がある学習文は，単語数の大小に関わらず翻訳精度が低下する原因となる

今後の研究では，JParaCrawl[16] などを利用して学習文の量を増加させた場合についての調査を行う．

付録A 提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価

表 A.1 に提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価を載せる。

表 A.1: 提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果

	テスト文	参照文	提案手法	ベースライン	提案手法 ○	ベースライン ○	両方 ○	両方 ×
1	あの娘は色気を出している。	That girl is being seductive .	The girl is running up and tidy .	My daughter is expecting up early .				1
2	きょうは魚が食ってこない。	I haven't had a bite today .	The fish are getting fish today .	We can't keep on fish today .				1
3	この子はじきに物を覚える。	The boy is very quick to learn .	This child has a good memory for it .	This child is quick to assume it .				1
4	この文章に手を入れてください。	Please polish this composition .	Please put this paragraph in my grasp .	Please feed this passage in my work .				1
5	シャツの襟が黒ずんできた。	My shirt collar developed a grimy ring .	My shirt collar developed a grimy ring .	The jacket has gotten on her shirt .	1			
6	ゾウはハンターめがけて突進した。	The elephant charged the hunter .	The press exploded on the hunter .	The elephant was a good diversion .				1
7	家で静かな晩を過ごした。	I spent a quiet evening at home .	He spent his heart at home .	I had a strange night at my house .				1
8	機動隊が現場に到着した。	The riot police arrived on the scene .	The riot police arrived on the spot .	The riot police arrived on the scene .			1	
9	今学期は成績が大分あがった。	I have done much better this semester .	I've improved my grades this semester .	The semester good marks now .	1			
10	子供の言語能力は高まるものだ。	A child's verbal ability develops .	Children are used to teach the children .	The child for children are going out .				1
11	私には父親が大きく見えた。	My father looked big to me .	I had a lot of father to do .	I could see a lot of father .				1
12	私の肋骨にひじ鉄を食らわした。	He aimed his arm at my ribs .	He computed the slip of my ribs .	He flatly slapped our forefathers .				1
13	成功率は十中八九ある。	A success is expected by long odds .	The success is regularly .	The budget will not be revised .	1			
14	川の水が堤を押し破った。	The river burst its banks .	The river whipped a desert .	The river drained its treasures .				1
15	戴冠式は荘厳に行われた。	The coronation was solemnly performed .	The coronation was conducted with solemnity .	The coronation was presented with pomp .			1	
16	特に決まった目的地はなかった。	There was no fixed destination .	I didn't have to call no particular case .	It was no heirs for it .				1
17	彼は講演の要点を書き留めた。	He noted down the main points of the lecture .	He wrote down the gist of his lecture .	He asserted the roll of his speech .	1			
18	彼は刃物でけがをした。	He cut himself .	He got hurt with a knife .	He was injured at intrigue .	1			
19	彼女はいつも笑顔を絶やさない。	She is always smiling .	She always wears a smile .	She is not always complaining .	1			
20	被告は死刑の宣告を受けた。	The accused was sentenced to death .	The accused was sentenced to death .	The prisoners were punished with death .	1			
21	あなたとは片時も離れられない。	I cannot part from you even for a moment .	I cannot even be seen at a loss .	You are not going to give you up .				1
22	おそらく彼の計画は失敗するだろう。	A hundred to one his plan will fail .	The plan will probably be made in failure .	His plan will miscarried .			1	
23	このごろの政治は墮落している。	Politics these days is corrupt .	The interior of the signs is underdeveloped .	Society these days are getting better .				1
24	この事実を心に銘記しなさい。	Be sure to bear this fact in mind .	Place this fact in his heart .	Put the fact to the truth .	1			
25	ついに彼は少佐に昇進した。	He finally made major .	He finally promotion .	He recovered from himself .				1
26	トヨタの高級車に順次採用する。	It will be employed in Toyota's high class cars .	Identification is performed in a hilar car .	The bank will be transhipped to a low car .				1
27	ルーズベルトから強力な支持を得た。	He received strong backing from Roosevelt .	He got a strong bang from the critics .	He has made a strong bow from our notes .				1
28	ワイシャツのすそを中に入れなさい。	Tuck your shirt in .	Tuck in your shirt .	Tuck your shirt in the shirt .	1			

表 A.1: 提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果

29	家賃は月ぎめで支払っています。	I pay my rent monthly .	The rent is dressed with the rent .	We are boarding no rent in the rent .				1
30	警察の力で騒ぎは治まった。	Police intervention brought the commotion under control .	The tramcar roared with the force of the police .	The criminal was seized by the police .		1		
31	裁判官の前に出頭した。	He presented himself before the judge .	I was in front of the judges .	I was hired in a beam .	1			
32	山道はそこで行き止まりになった。	The mountain path came to its end there .	The mountain was roosting there .	The mountain road arrived dead .				1
33	私は今年学校を卒業します。	Don't waste the taxes squeezed from the people .	I will be fourteen years from school this year .	I will graduate from our school .		1		
34	責任の大半は銀行側にある。	Much of the blame belongs with the bank .	Tomorrow is a bank of the bank .	Most of the graduates are nearly responsible for the bank .				1
35	川の水は胸迄あつた。	The water of the river came up to my chest .	The water level was suspended .	The river water was beating to me .				1
36	戦争で彼女は未亡人になった。	The war widowed her .	The war possessed her debut .	The war was accepted with singing .				1
37	多くの家が床上浸水した。	A lot of houses were flooded above the floor level .	Many houses were flooded above the eaves .	Many houses were scattered by the many house .	1			
38	地下室を仕事場に改造した。	The basement has been made over into a workshop .	He made a sweeping gesture into his villa .	He wrung the alleys into the rug .				1
39	彼に断わりの手紙を出した。	I wrote him my regrets .	He sent him a letter .	I sent him a letter .				1
40	彼はがっくりとひきをついた。	His knees gave way .	He sank to his knees .	He dried his head on his shoulder .				1
41	彼はケーキを手掴みで食べた。	He ate cake with his fingers .	He ate the cake coolly .	He ate the cake with his notebooks .				1
42	彼は駅まで車を頼んだ。	He called a taxi to take him to the station .	He requested to the station to run off a car .	He asked our car to the station .		1		
43	彼は分相応に暮らしている。	He lives within his means .	He is living to his age .	He lives above his salary .		1		
44	彼女はその舞台に引き込まれた。	She was drawn to the stage .	She was reappointed to the stage .	She was harried by the stage .				1
45	付加価値税は15%課せられる。	Value-added tax is chargeable at 15 percent .	Fertility tax is deducted to 15 .	The deadline current batteries are removed by 500 percent .				1
46	部屋の隅にほこりがたまつた。	Dust has collected in the corner of the room .	A color gathered in the corner of the room .	The lightning of the room has become fresh .				1
47	母はすぐに納得してしまふ。	My mother persuades easily .	My mother is easily of violence .	My mother is quick to invent with .				1
48	落日が雲をピンクに染めた。	Sunset painted the clouds pink .	The snowflakes gnawed the clouds a rift .	Alexander the elephant distorts the clouds .				1
49	A大学の入学試験を受けた。	I took the entrance examination of A university .	I've been A entrance exams .	A University of University took a college examination .	1			
50	この日は午前中出かける予定だ。	I plan to go out in the morning that day .	This day I is going to meet the morning in this morning .	This day will be scheduled in the morning .				1
51	さかんにパイプをふかしていた。	He was puffing at his pipe furiously .	He puffed at a pipe in its mouth .	She was powdered with the pipe .		1		
52	そのチームと5連戦を行った。	We played five series against them .	We won a five series of the team .	He made five sixty-two-yen stamps .				1
53	その可能性を考慮に入れます。	I'll take that possibility into consideration .	We put the matter to the present .	I will put the possibility to consideration .		1		
54	その花は華やかに咲いている。	The flowers are blooming luxuriantly .	The flower puts in a sheep .	The flowers are in constant shape .				1
55	スターターのピストルがパンと鳴った。	The starter's pistol popped .	The gentle block swished swished .	The derisive rumbled pierced his bread .				1
56	トロール船は漁獲物を降ろした。	The trawler unloaded its catch .	The ship breasted a flutter .	The whaling ship ruled off the deck .				1
57	我々はしばらく不運に見舞われた。	We had a streak of bad luck .	We suffered from a long time .	We were carried out by a hard time .				1
58	鶏の毛をむしって料理する。	Pluck a chicken and cook it .	We organize the sights of the ceremonial .	Brown the chicken of shortening .				1
59	月給のほかに少し収入がある。	He has something besides his salary .	I have a little income than my salary .	He has a income for his salary .				1
60	今夜はこれでお開きにしよう。	Time to call it a night .	Let's call it a day .	Let us imagine we table this evening .				1
61	私にまだ20ドル借りがある。	You still owe me \$20 .	I have one hundred thousand yen .	I have a separate coin for on my purse .				1
62	私はわずかな水を加えた。	I added a little water .	I lowered the galley water .	I added the water .		1		
63	私は最愛の子供を失った。	I lost my beloved child .	I lost a child to lost the lost .	I lost my children .		1		
64	事件は彼の不利に決した。	The casewent againsthim .	The incident adhered on his request .	The incident centered on his sails .				1
65	自由党が政権を握っている。	The Liberal Party is in power .	The Liberal Party is in .	The Conservatives are conducting power .				1
66	商品に値段がついていない。	There is no price on the product .	They have no price for the product .	We have not price in price .	1			

表 A.1: 提案手法の結果と従来手法の結果の人手評価結果

67	政治全体がいま過渡期にある。	Politically , Japan is in transition .	The whole government is in a state of employment now .	The political and bills are now in a transitional phase .				1
68	石油からガスへ暖房を切り替えた。	We converted from oil to gas heating .	They distilled a gas from the oil .	We smoked the water black water .	1			
69	窓に白いカーテンが下がっている。	White curtains are hanging on the window .	There are curtains hung on the windows .	The window crosses the window .	1			
70	大統領はその条約に調印した。	The President signed the treaty .	The president signed the treaty .	The president was divided on the treaty .	1			
71	彼の研究熱心には脱帽する。	I take off my hat to him for his devotion to study .	His study sickens me deeply .	I take my personal selection to my research visit .				1
72	彼の言葉で夢から覚めた。	His words brought me to my senses .	I woke him up from my dream .	I trembledwith words from his dream .				1
73	彼の語調はぐちっぽくなつた。	His tone has become querulous .	His exile was splintering .	His manipulation was alleviated .				1
74	彼の才能はやっと開花した。	His genius flowered at last .	His ability has finally been mothballed .	His talent finally calmed down .				1
75	彼は番号を括弧で括った。	He set off the numbers in parentheses .	He bundled up the rice number with another .	He fostered number of number on the number of number .				1
76	彼らはわっと泣き出した。	They burst into tears .	They struggled gamely .	They broke up into tears .		1		
77	彼女の目は涙で曇つた。	Her eyes clouded with tears .	Her eyes filmed over with tears .	Her eyes were blurred with tears .			1	
78	彼女はとどめなく涙を流した。	She gave herself over to tears .	She shed tears out of tears .	She gushed into tears .		1		
79	彼女はハンドルから手を放した。	She took her hands off the wheel .	She took her hands off the wheel .	She raced from the wash wheel .				1
80	彼女は子供の無事を祈った。	She prayed for the safety of her child .	She prayed for her child .	She explained her children .	1			
81	彼女は声を限りに叫んだ。	She shouted at the top of her voice .	She yelled at the top of her voice .	She blushed the voice of her sails .	1			
82	不作で野菜の価格が高くなる。	Vegetables will be expensive because of a bad harvest .	With the vegetables , the vegetables jumped to normal .	This failure implies higher vegetables in the crop allocation .				1
83	文語非常に金に困っている。	He is in extreme want .	He is very eager in great money .	He is in severe financial straits .		1		
84	ごみで管がふさがつてしまった。	The pipe was blocked by the refuse .	The ink was clogged with trash .	Muck choked up the pipes .		1		
85	その映画は今やっています。	The picture is now on .	The movie is fashionable now .	The movie is now having show .		1		
86	その本は大評判を取った。	The book enjoyed great popularity .	The book gave a great deal of great reputation .	The book attracted a great vogue .	1			
87	その娘の恋はかなわなかった。	The girl was crossed in love .	There was no one chance for the girl .	The girl was too tense to joy .				1
88	それは私には理解できない。	It is beyond my grasp .	It surpasses the power of my comprehension .	It is beyond my capacity .			1	
89	ケーキをもう一切れお取りください。	Help yourself to another piece of cake .	Please pour another cake .	Please accept your cake again .				1
90	チームはすでに3試合落としている。	The team has already lost three games .	The team is already valid .	The team is already dead .				1
91	一行は大歓声に迎えられた。	The party was greeted with loud cheers .	The party was welcomed with a large margin .	The party was grappled with a large crowd .				1
92	噂が彼女の耳に入った。	Rumors reached her ears .	The rumor reached her ears .	The rumor has entered her ears .			1	
93	気温が零下10度に下がった。	The temperature fell to ten degrees below zero .	The temperature fell down to ten degrees .	The temperature went down to ten degrees below zero .		1		
94	強い指導力を発揮するべきだ。	He will need to demonstrate strong leadership .	You should incorporate .	Murayama should quarrel his strong power .				1
95	君のネクタイはすっかりゆがんでいる。	Your tie is all awry .	Your tie has deteriorated greatly .	Your tie are cheap enough .	1			
96	昨日あそこで旧友に偶然出会った。	I came across an old friend there yesterday .	I happened there yesterday .	I ran into an old friend yesterday .		1		
97	私は彼の親切をありがたく思う。	I am grateful to him for his kindness .	I want to repay his kindness .	I appreciated his kindness .		1		
98	十五人の女性もいた。	The majority are in their 20s , and 15 are women .	She had a tray in 15 people .	He had 50 women .				1
99	都合のよろしい日をおしやってください。	Please name a date that is convenient for you .	Please repeat the number of a day .	Please take me your graduation service .				1
100	彼の手のひらからコインを取った。	She took the coin from his palm .	She made a coin from his antecedents .	I got Customers out of his embrace .				1

付録B ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価

表 B.1 にハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価を載せる。

表 B.1: ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

	テスト文	参照文	ハイカット	ベースライン	ハイ カット ○	ベー スライ ン ○	両方 ○	両方 ×
1	あの娘は色気を出している。	That girl is being seductive .	That girl is making money .	My daughter is expecting up early .				1
2	きょうは魚が食ってこない。	I haven't had a bite today .	I have no fish well today .	We can't keep on fish today .	1			
3	この子はじきに物を覚える。	The boy is very quick to learn .	This child has a bad future .	This child is quick to assume it .				1
4	この文章に手を入れてください。	Please polish this composition .	Please let me in this sentence .	Please feed this passage in my work .		1		
5	シャツの襟が黒ずんできた。	My shirt collar developed a grimy ring .	The gang of my shirt has come to an end .	The jacket has gotten on her shirt .				1
6	ゾウはハンターめがけて突進した。	The elephant charged the hunter .	The coroner took a rest for a while .	The elephant was a good diversion .				1
7	家で静かな晩を過ごした。	I spent a quiet evening at home .	I spent a quiet night at my house .	I had a strange night at my house .	1			
8	機動隊が現場に到着した。	The riot police arrived on the scene .	The rescue squad arrived on the scene of the tornado .	The riot police arrived on the scene .		1		
9	今学期は成績が大分あがった。	I have done much better this semester .	I have not done very well at school this term .	The semester good marks now .		1		
10	子供の言語能力は高まるものだ。	A child's verbal ability develops .	Children are nearly unarmed .	The child for children are going out .				1
11	私には父親が大きく見えた。	My father looked big to me .	I have upset my father's father .	I could see a lot of father .				1
12	私の肋骨にひじ鉄を食らわした。	He aimed his arm at my ribs .	She planted an scale in my bow .	He flatly slapped our forefathers .				1
13	成功率は十中八九ある。	A success is expected by long odds .	The labor of success is 8 degrees .	The budget will not be revised .				1
14	川の水が堤を押し破った。	The river burst its banks .	The river streams into a great cyclone .	The river drained its treasures .				1
15	戴冠式は荘厳に行われた。	The coronation was solemnly performed .	The coronation was carried out with crowds .	The coronation was presented with pomp .		1		
16	特に決まった目的地はなかった。	There was no fixed destination .	It was no time that I had been sick .	It was no heirs for it .				1
17	彼は講演の要点を書き留めた。	He noted down the main points of the lecture .	He portrayed the draft of his speech .	He asserted the roll of his speech .				1
18	彼は刃物でけがをした。	He cut himself .	He was injured in an imported tone .	He was injured at intrigue .				1
19	彼女はいつも笑顔を絶やさない。	She is always smiling .	She always retains a smile .	She is not always complaining .	1			
20	被告は死刑の宣告を受けた。	The accused was sentenced to death .	The defendant was accused to disperse the treaty .	The prisoners were punished with death .		1		
21	あなたとは片時も離れられない。	I cannot part from you even for a moment .	You are impossible to talk .	You are not going to give you up .				1
22	おそらく彼の計画は失敗するだろう。	A hundred to one his plan will fail .	His plan will probably .	His plan will miscarried .		1		
23	このごろの政治は墮落している。	Politics these days is corrupt .	Scientific politicians have been different recently .	Society these days are getting better .				1
24	この事実を心に銘記しなさい。	Be sure to bear this fact in mind .	Fill this fact to your mind .	Put the fact to the truth .	1			
25	ついに彼は少佐に昇進した。	He finally made major .	He worked mentally at last .	He recovered from himself .				1
26	トヨタの高級車に順次採用する。	It will be employed in Toyota's high class cars .	He spends me on the rotating fleet .	The bank will be transhipped to a low car .				1
27	ルーズベルトから強力な支持を得た。	He received strong backing from Roosevelt .	I received a strong deal of sympathy .	He has made a strong bow from our notes .				1

表 B.1: ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

28	ワイシャツのすそを中に入れなさい。	Tuck your shirt in .	Tuck in your shirts .	Tuck your shirt in the shirt .			1	
29	家賃は月きめで支払っています。	I pay my rent monthly .	The rent is the month by the month .	We are boarding no rent in the rent .				1
30	警察の力で騒ぎは治まった。	Police intervention brought the commotion under control .	The authority of the police has weakened by the police .	The criminal was seized by the police .		1		
31	裁判官の前に出頭した。	He presented himself before the judge .	He was brought to court .	I was hired in a beam .	1			
32	山道はそこで行き止まりになった。	The mountain path came to its end there .	The bookshelf was there to be there .	The mountain road arrived dead .		1		
33	私は今年学校を卒業します。	Don't waste the taxes squeezed from the people .	I usually have haunting school this year .	I will graduate from our school .		1		
34	責任の大半は銀行側にある。	Much of the blame belongs with the bank .	The responsibility of this responsibility lies in a bank .	Most of the graduates are nearly responsible for the bank .				1
35	川の水は胸迄あった。	The water of the river came up to my chest .	The water of the river was washed down .	The river water was beating to me .				1
36	戦争で彼女は未亡人になった。	The war widowed her .	The war culminated in a war .	The war was accepted with singing .				1
37	多くの家が床上浸水した。	A lot of houses were flooded above the floor level .	Many houses marched a loose twig .	Many houses were scattered by the many house .				1
38	地下室を仕事場に改造した。	The basement has been made over into a workshop .	He wandered his observatory into the solar room .	He wrung the alleys into the rug .				1
39	彼に断わりの手紙を出した。	I wrote him my regrets .	I drew a letter from him .	I sent him a letter .				1
40	彼はがっくりとひざをついた。	His knees gave way .	He rested his knees on his face .	He dried his head on his shoulder .				1
41	彼はケーキを手掴みで食べた。	He ate cake with his fingers .	He ate his cake in a cake .	He ate the cake with his notebooks .				1
42	彼は駅まで車を頼んだ。	He called a taxi to take him to the station .	He asked for a car to train .	He asked our car to the station .		1		
43	彼は分相応に暮らしている。	He lives within his means .	He lives in a bare tone .	He lives above his salary .		1		
44	彼女はその舞台に引き込まれた。	She was drawn to the stage .	She was involved in the stage .	She was harried by the stage .				1
45	付加価値税は15%課せられる。	Value-added tax is chargeable at 15 percent .	The reconstruction Electric are amplified manually .	The deadline current batteries are removed by 500 percent .				1
46	部屋の隅にほこりがたまった。	Dust has collected in the corner of the room .	The streets moved up with the corner of the room .	The lightning of the room has become fresh .				1
47	母はすぐに納得してしまう。	My mother persuades easily .	My mother is easily convinced .	My mother is quick to invent with .	1			
48	落日が雲をピンクに染めた。	Sunset painted the clouds pink .	The turtle hastened the clouds successfully .	Alexander the elephant distorts the clouds .				1
49	A大学の入学試験を受けた。	I took the entrance examination of A university .	I received an entrance examination at A university .	A University of University took a college examination .	1			
50	この日は午前中出かける予定だ。	I plan to go out in the morning that day .	This day is going to be sold in the morning .	This day will be scheduled in the morning .				1
51	さかんにパイプをふかしていた。	He was puffing at his pipe furiously .	He was swirling the pipe into his employer's .	She was powdered with the pipe .				1
52	そのチームと5連戦を行った。	We played five series against them .	He made a quick side-ways service with the team .	He made five sixty-two-yen stamps .				1
53	その可能性を考慮に入れます。	I'll take that possibility into consideration .	We will have to support the conflict .	I will put the possibility to consideration .		1		
54	その花は華やかに咲いている。	The flowers are blooming luxuriantly .	The flower is together at Platform .	The flowers are in constant shape .				1
55	スターターのピストルがパンと鳴った。	The starter's pistol popped .	The gun hatched the bread .	The derisive rumbled pierced his bread .				1
56	トロール船は漁獲物を降ろした。	The trawler unloaded its catch .	The ship roared .	The whaling ship ruled off the deck .				1
57	我々はしばらく不運に見舞われた。	We had a streak of bad luck .	We got on an invasion of time .	We were carried out by a hard time .				1
58	鶏の毛をむしって料理する。	Pluck a chicken and cook it .	You are removing the innocent leg .	Brown the chicken of shortening .				1
59	月給のほかに少し収入がある。	He has something besides his salary .	There is a slight plait for his universities .	He has an income for his salary .				1
60	今夜はこれでお開きにしよう。	Time to call it a night .	Let's drop this evening .	Let us imagine we table this evening .				1
61	私にまだ20ドル借りがある。	You still owe me \$20 .	I am still qualified to buy twenty .	I have a separate coin for on my purse .				1
62	私はわずかな水を加えた。	I added a little water .	I marked a tremendous water .	I added the water .		1		
63	私は最愛の子供を失った。	I lost my beloved child .	I lost a child's child .	I lost my children .		1		
64	事件は彼の不利に決した。	The casewent againsthim .	The incident elicited uncertainly .	The incident centered on his sails .				1
65	自由党が政権を握っている。	The Liberal Party is in power .	The Liberal Party is being built on the government .	The Conservatives are conducting power .	1			

表 B.1: ハイカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

66	商品に値段がついていない。	There is no price on the product .	There is no price of goods on merchandise .	We have not price in price .	1			
67	政治全体がいま過渡期にある。	Politically , Japan is in transition .	The political system is now publishing .	The political and bills are now in a transitional phase .		1		
68	石油からガスへ暖房を切り替えた。	We converted from oil to gas heating .	He caught a lot of oil to the stricken .	We smoked the water black water .				1
69	窓に白いカーテンが下がっている。	White curtains are hanging on the window .	A white curtains is hanging on the window .	The window crosses the window .	1			
70	大統領はその条約に調印した。	The President signed the treaty .	The president signed a treaty at the treaty .	The president was divided on the treaty .				1
71	彼の研究熱心には脱帽する。	I take off my hat to him for his devotion to study .	His studies are miserable by an shrewd method .	I take my personal selection to my research visit .				1
72	彼の言葉で夢から覚めた。	His words brought me to my senses .	I blushed in his remark .	I trembledwith words from his dream .				1
73	彼の語調はぐちゃぐちゃになった。	His tone has become querulous .	His tone blanched him .	His manipulation was alleviated .				1
74	彼の才能はやっと開花した。	His genius flowered at last .	His ability has finally reached .	His talent finally calmed down .	1			
75	彼は番号を括弧で括った。	He set off the numbers in parentheses .	He criedat the number of sixteen in number .	He fostered number of number on the number of number .				1
76	彼らはわっと泣き出した。	They burst into tears .	They were scattered into tears .	They broke up into tears .		1		
77	彼女の目は涙で曇った。	Her eyes clouded with tears .	Her eyes clouded with tears .	Her eyes were blurred with tears .			1	
78	彼女はとめどなく涙を流した。	She gave herself over to tears .	She shed tears while she was .	She gushed into tears .		1		
79	彼女はハンドルから手を放した。	She took her hands off the wheel .	She pulled up in the knees .	She raced from the wash wheel .				1
80	彼女は子供の無事を祈った。	She prayed for the safety of her child .	She filed for a child .	She explained her children .				1
81	彼女は声を限りに叫んだ。	She shouted at the top of her voice .	She screamed as loud as she could .	She blushed the voice of her sails .	1			
82	不作で野菜の価格が高くなる。	Vegetables will be expensive because of a bad harvest .	The price of vegetables is determined .	This failure implies higher vegetables in the crop allocation .				1
83	文語非常に金に困っている。	He is in extreme want .	He is hard for money .	He is in severe financial straits .			1	
84	ごみで管がふさがってしまった。	The pipe was blocked by the refuse .	The line was obstructed with the garbage .	Muck choked up the pipes .			1	
85	その映画は今やっています。	The picture is now on .	The movie is now .	The movie is now having show .		1		
86	その本は大評判を取った。	The book enjoyed great popularity .	The book had a great sensation .	The book attracted a great vogue .			1	
87	その娘の恋はかなわなかった。	The girl was crossed in love .	There was no love for the girl .	The girl was too tense to joy .				1
88	それは私には理解できない。	It is beyond my grasp .	It is beyond my comprehension .	It is beyond my capacity .			1	
89	ケーキをもう一切れお取りください。	Help yourself to another piece of cake .	Please confirm the cake one more .	Please accept your cake again .				1
90	チームはすでに3試合落としている。	The team has already lost three games .	The team is three points already .	The team is already dead .				1
91	一行は大歓声に迎えられた。	The party was greeted with loud cheers .	A party was damaged to the party .	The party was grappled with a large crowd .				1
92	噂が彼女の耳に入った。	Rumors reached her ears .	The rumor reached her ears .	The rumor has entered her ears .			1	
93	気温が零下10度に下がった。	The temperature fell to ten degrees below zero .	The temperature rose to below ten degrees .	The temperature went down to ten degrees below zero .		1		
94	強い指導力を発揮するべきだ。	He will need to demonstrate strong leadership .	A strong defensive power should be inspired .	Murayama should quarrel his strong power .				1
95	君のネクタイはすっかりゆがんでいる。	Your tie is all awry .	Your tie is all worn out .	Your tie are cheap enough .				1
96	昨日あそこで旧友に偶然出会った。	I came across an old friend there yesterday .	I happened to see you my old friend yesterday .	I ran into an old friend yesterday .		1		
97	私は彼の親切をありがたく思う。	I am grateful to him for his kindness .	I rejected his kindness .	I appreciated his kindness .		1		
98	十五人の女性もいた。	The majority are in their 20s , and 15 are women .	There were fifty other women .	He had 50 women .				1
99	都合のよろしい日をおっしゃってください。	Please name a date that is convenient for you .	Please confirm me why .	Please take me your graduation service .				1
100	彼の手のひらからコインを取った。	She took the coin from his palm .	I got a shove from his trip .	I got Customers out of his embrace .				1

付録C ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価

表 C.1 にローカットの結果と従来手法の結果の人手評価を載せる。

表 C.1: ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

	テスト文	参照文	ローカット	ベースライン	ロー カット ○	ベー スライ ン ○	両方 ○	両方 ×
1	あの娘は色気を出している。	That girl is being seductive .	That girl has the age of puberty .	My daughter is expecting up early .				1
2	きょうは魚が食ってこない。	I haven't had a bite today .	I had the toothache today .	We can't keep on fish today .				1
3	この子はじきに物を覚える。	The boy is very quick to learn .	This child shows much things from north .	This child is quick to assume it .				1
4	この文章に手を入れてください。	Please polish this composition .	Please put this paragraph into my hands .	Please feed this passage in my work .		1		
5	シャツの襟が黒ずんできた。	My shirt collar developed a grimy ring .	The seam seeped on his shirt .	The jacket has gotten on her shirt .				1
6	ゾウはハンターめがけて突進した。	The elephant charged the hunter .	The Reds caught as a baby-sitter .	The elephant was a good diversion .				1
7	家で静かな晩を過ごした。	I spent a quiet evening at home .	I had a strange sleep of visitors in my house .	I had a strange night at my house .				1
8	機動隊が現場に到着した。	The riot police arrived on the scene .	The police police appeared at the scene of the police .	The riot police arrived on the scene .		1		
9	今学期は成績が大分あがった。	I have done much better this semester .	This term has improved considerably this term .	The semester good marks now .				1
10	子供の言語能力は高まるものだ。	A child's verbal ability develops .	The children's faculty of children is not sufficient .	The child for children are going out .				1
11	私には父親が大きく見えた。	My father looked big to me .	I saw a lot of my father .	I could see a lot of father .				1
12	私の肋骨にびじ鉄を食らわした。	He aimed his arm at my ribs .	He overcame my bed-cover .	He flatly slapped our forefathers .				1
13	成功率は十中八九ある。	A success is expected by long odds .	The success rate is 8 .	The budget will not be revised .				1
14	川の水が堤を押し破った。	The river burst its banks .	The river flapped the river .	The river drained its treasures .				1
15	戴冠式は荘厳に行われた。	The coronation was solemnly performed .	The ceremony was formed in her wedding .	The coronation was presented with pomp .		1		
16	特に決まった目的地はなかった。	There was no fixed destination .	There was no restriction parking application .	It was no heirs for it .				1
17	彼は講演の要点を書き留めた。	He noted down the main points of the lecture .	He jotted the lecture down .	He asserted the roll of his speech .				1
18	彼は刃物でけがをした。	He cut himself .	He was hurt with an incurable constitution .	He was injured at intrigue .				1
19	彼女はいつも笑顔を絶やさない。	She is always smiling .	She always has a smile on her face .	She is not always complaining .	1			
20	被告は死刑の宣告を受けた。	The accused was sentenced to death .	The prisoner was condemned to a death .	The prisoners were punished with death .	1			
21	あなたとは片時も離れられない。	I cannot part from you even for a moment .	You can't get away on you .	You are not going to give you up .				1
22	おそらく彼の計画は失敗するだろう。	A hundred to one his plan will fail .	His plan will continue to failure .	His plan will miscarried .			1	
23	このごろの政治は墮落している。	Politics these days is corrupt .	The political world is overprotected .	Society these days are getting better .				1
24	この事実を心に銘記しなさい。	Be sure to bear this fact in mind .	Wash this fact into my memory .	Put the fact to the truth .				1
25	ついに彼は少佐に昇進した。	He finally made major .	He finally expatriated into one after the end .	He recovered from himself .				1
26	トヨタの高級車に順次採用する。	It will be employed in Toyota's high class cars .	I will be carried to a juku to get along a new car .	The bank will be transhipped to a low car .				1
27	ルーズベルトから強力な支持を得た。	He received strong backing from Roosevelt .	He received a powerful support from the bar .	He has made a strong bow from our notes .				1
28	ワイシャツのすそを中に入れなさい。	Tuck your shirt in .	Put the cap in your shirt .	Tuck your shirt in the shirt .		1		

表 C.1: ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

29	家賃は月ぎめで支払っています。	I pay my rent monthly .	The rent is affiliated with me regularly .	We are boarding no rent in the rent .				1
30	警察の力で騒ぎは治まった。	Police intervention brought the commotion under control .	The threat of the police ended .	The criminal was seized by the police .		1		
31	裁判官の前に出頭した。	He presented himself before the judge .	He was orphaned before the judge .	I was hired in a beam .				1
32	山道はそこで行き止まりになった。	The mountain path came to its end there .	The mountain path went into a pile there .	The mountain road arrived dead .		1		
33	私は今年学校を卒業します。	Don't waste the taxes squeezed from the people .	I shall play school this school .	I will graduate from our school .		1		
34	責任の大半は銀行側にある。	Much of the blame belongs with the bank .	There is a bank responsibility for the banks .	Most of the graduates are nearly responsible for the bank .				1
35	川の水は胸迄あつた。	The water of the river came up to my chest .	The water was frozen back .	The river water was beating to me .				1
36	戦争で彼女は未亡人になった。	The war widowed her .	She became sweetly in the war .	The war was accepted with singing .				1
37	多くの家が床上浸水した。	A lot of houses were flooded above the floor level .	Many houses were flooded at home level .	Many houses were scattered by the many house .	1			
38	地下室を仕事場に改造した。	The basement has been made over into a workshop .	They have remodeled the cashier cautiously into a new center .	He wrung the alleys into the rug .				1
39	彼に断わりの手紙を出した。	I wrote him my regrets .	I sent him a letter of letter .	I sent him a letter .				1
40	彼はがっくりとひきをついた。	His knees gave way .	He gripped his knee .	He dried his head on his shoulder .				1
41	彼はケーキを手掴みで食べた。	He ate cake with his fingers .	He ate in on the cake .	He ate the cake with his notebooks .				1
42	彼は駅まで車を頼んだ。	He called a taxi to take him to the station .	He asked for a car to the station .	He asked our car to the station .		1		
43	彼は分相応に暮らしている。	He lives within his means .	He lives fully .	He lives above his salary .		1		
44	彼女はその舞台に引き込まれた。	She was drawn to the stage .	She was panned by the stage .	She was harried by the stage .				1
45	付加価値税は15%課せられる。	Value-added tax is chargeable at 15 percent .	Our research research to stress a bill .	The deadline current batteries are removed by 500 percent .				1
46	部屋の隅にほこりがたまった。	Dust has collected in the corner of the room .	The corner of the room caused them caused .	The lightning of the room has become fresh .				1
47	母はすぐに納得してしまふ。	My mother persuades easily .	My mother gradually getting colder .	My mother is quick to invent with .				1
48	落日が雲をピンクに染めた。	Sunset painted the clouds pink .	The ketchup tinted the clouds .	Alexander the elephant distorts the clouds .				1
49	A大学の入学試験を受けた。	I took the entrance examination of A university .	A entrance examination was held at the entrance examination .	A University of University took a college examination .				1
50	この日は午前中出かける予定だ。	I plan to go out in the morning that day .	I'm going to go this day at noon .	This day will be scheduled in the morning .				1
51	さかんにパイプをふかしていた。	He was puffing at his pipe furiously .	He was loaded with a pipe .	She was powdered with the pipe .				1
52	そのチームと5連戦を行った。	We played five series against them .	I made a brief of the team .	He made five sixty-two-yen stamps .				1
53	その可能性を考慮に入れます。	I'll take that possibility into consideration .	Let us take the subject of absurdity .	I will put the possibility to consideration .		1		
54	その花は華やかに咲いている。	The flowers are blooming luxuriantly .	The flower is in the day .	The flowers are in constant shape .				1
55	スターターのピストルがパンと鳴った。	The starter's pistol popped .	The underpart of the panda filled the bread .	The derisive rumbled pierced his bread .				1
56	トロール船は漁獲物を降ろした。	The trawler unloaded its catch .	The ship unloaded the treetops .	The whaling ship ruled off the deck .				1
57	我々はしばらく不運に見舞われた。	We had a streak of bad luck .	We was struck for a while .	We were carried out by a hard time .				1
58	鶏の毛をむしって料理する。	Pluck a chicken and cook it .	She Carry the chickens flat .	Brown the chicken of shortening .				1
59	月給のほかに少し収入がある。	He has something besides his salary .	There is a certain difference in the morning .	He has a income for his salary .				1
60	今夜はこれでお開きにしよう。	Time to call it a night .	Let's call you this evening .	Let us imagine we table this evening .				1
61	私にまだ20ドル借りがある。	You still owe me \$20 .	I have an average of twenty dollars .	I have a separate coin for on my purse .				1
62	私はわずかな水を加えた。	I added a little water .	I dug a water water .	I added the water .		1		
63	私は最愛の子供を失った。	I lost my beloved child .	I lost the child .	I lost my children .		1		
64	事件は彼の不利に決した。	The case went against him .	The incident stolidly opposed his .	The incident centered on his sails .				1
65	自由党が政権を握っている。	The Liberal Party is in power .	A free party is in the power .	The Conservatives are conducting power .	1			
66	商品に値段がついていない。	There is no price on the product .	We have no prices on the goods .	We have not price in price .	1			
67	政治全体がいま過渡期にある。	Politically , Japan is in transition .	The political situation is in a state of emergency .	The political and bills are now in a transitional phase .		1		

表 C.1: ローカットの結果と従来手法の結果の人手評価結果

68	石油 から ガスへ 暖房を 切り替えた。	We converted from oil to gas heating .	We took gas to gas from the oil .	We smoked the water black water .				1
69	窓に 白いカーテンが 下がっている。	White curtains are hanging on the window .	The white window is hanging down with white curtains .	The window crosses the window .				1
70	大統領は その条約に 調印した。	The President signed the treaty .	The President explicitly signed the treaty .	The president was divided on the treaty .	1			
71	彼の研究熱心には 脱帽する。	I take off my hat to him for his devotion to study .	He lacks souvenirs of his studies .	I take my personal selection to my research visit .				1
72	彼の言葉で 夢から 覚めた。	His words brought me to my senses .	I was dream from his dream .	I trembledwith words from his dream .				1
73	彼の語調は ぐちゃぐちゃになった。	His tone has become querulous .	His snack flailed helplessly .	His manipulation was alleviated .				1
74	彼の才能は やっと 開花した。	His genius flowered at last .	His talents finally came to force .	His talent finally calmed down .				1
75	彼は 番号を 括弧で 括った。	He set off the numbers in parentheses .	He pecked up the mug of rogues .	He fostered number of number on the number of number .				1
76	彼らは わっと 泣き出した。	They burst into tears .	They walked harmoniously .	They broke up into tears .		1		
77	彼女の目は 涙で 曇った。	Her eyes clouded with tears .	Her eyes bore tears in tears .	Her eyes were blurred with tears .		1		
78	彼女は とめどなく 涙を 流した。	She gave herself over to tears .	She shed tears without bloodshed .	She gushed into tears .		1		
79	彼女は ハンドルから 手を 放した。	She took her hands off the wheel .	She released her hands from the modern .	She raced from the wash wheel .				1
80	彼女は 子供の 無事を 祈った。	She prayed for the safety of her child .	She shoed the child on her own .	She explained her children .				1
81	彼女は 声を 限り に 叫んだ。	She shouted at the top of her voice .	She gave the her voice at a top of her voice .	She blushed the voice of her sails .				1
82	不作で 野菜の 価格が 高くなる。	Vegetables will be expensive because of a bad harvest .	The bad price gets high wages .	This failure implies higher vegetables in the crop allocation .				1
83	文語 非常に 金に 困っている。	He is in extreme want .	He is in great obligations to his money .	He is in severe financial straits .		1		
84	ごみで 管が ぶさがって しまった。	The pipe was blocked by the refuse .	The handkerchief has hit a hole in buckets .	Muck choked up the pipes .		1		
85	その 映画は 今やっています。	The picture is now on .	The movie is now in its infancy .	The movie is now having show .		1		
86	その 本は 大評判を 取った。	The book enjoyed great popularity .	The book has been published .	The book attracted a great vogue .		1		
87	その 娘の 恋は かなわなかった。	The girl was crossed in love .	The love in the girl didn't match .	The girl was too tense to joy .	1			
88	それは 私には 理解できない。	It is beyond my grasp .	It is beyond the reach of my understanding .	It is beyond my capacity .			1	
89	ケーキを もう 一切れお 取りください。	Help yourself to another piece of cake .	Please take the cake one over every another .	Please accept your cake again .				1
90	チームは すでに 3 試合 落としている。	The team has already lost three games .	The team has already been straight for three generations .	The team is already dead .				1
91	一行は 大歓声に 迎えられた。	The party was greeted with loud cheers .	The party was posted-missing .	The party was grappled with a large crowd .				1
92	噂が 彼女の 耳に入った。	Rumors reached her ears .	The rumor reached her ears .	The rumor has entered her ears .			1	
93	気温が 零下 10 度 に 下がった。	The temperature fell to ten degrees below zero .	The temperature fell down 10 degrees .	The temperature went down to ten degrees below zero .		1		
94	強い 指導力を 発揮する べきだ。	He will need to demonstrate strong leadership .	He must submit detailed leadership of strong leadership .	Murayama should quarrel his strong power .				1
95	君の ネクタイは すっかり ゆがんでいる。	Your tie is all awry .	Your post is completely warped .	Your tie are cheap enough .				1
96	昨日 あそこ で 旧友に 偶然 出会った。	I came across an old friend there yesterday .	I met an old friend of mine yesterday .	I ran into an old friend yesterday .			1	
97	私は 彼の 親切を ありがたく 思う。	I am grateful to him for his kindness .	I incline his kind of sake .	I appreciated his kindness .		1		
98	十五人の 女性も いた。	The majority are in their 20s , and 15 are women .	There were neither tiers of Japanese people .	He had 50 women .				1
99	都合の よろしい 日をお っしゃってください。	Please name a date that is convenient for you .	Please give me the details of your own convenience .	Please take me your graduation service .				1
100	彼の てのひらから コインを 取った。	She took the coin from his palm .	I scraped him across his character .	I got Customers out of his embrace .				1

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に深謝いたします。

参考文献

- [1] Philipp Koehn and Rebecca Knowles. Six challenges for neural machine translation. *arXiv preprint arXiv:1706.03872*, 2017.
- [2] Kenton Murray and David Chiang. Correcting length bias in neural machine translation. *arXiv preprint arXiv:1808.10006*, 2018.
- [3] 村上仁一. 多数決による自己回帰モデルに基づく機械翻訳, 2024. 2024年度言語処理学会発表予定.
- [4] Kyunghyun Cho, Bart Van Merriënboer, Dzmitry Bahdanau, and Yoshua Bengio. On the properties of neural machine translation: Encoder-decoder approaches. *arXiv preprint arXiv:1409.1259*, 2014.
- [5] Warren S McCulloch and Walter Pitts. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, Vol. 5, pp. 115–133, 1943.
- [6] 中澤敏明. 機械翻訳の新しいパラダイム：ニューラル機械翻訳の原理. *情報管理*, Vol. 60, No. 5, pp. 299–306, 2017.
- [7] 岩崎学. 統計的因果推論の視点による重回帰分析. *日本統計学会誌*, Vol. 50, No. 2, pp. 363–379, 2021.
- [8] Kyunghyun Cho, Bart Van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Fethi Bougares, Holger Schwenk, and Yoshua Bengio. Learning phrase representations using rnn encoder-decoder for statistical machine translation. *arXiv preprint arXiv:1406.1078*, 2014.
- [9] Graham Neubig. Neural machine translation and sequence-to-sequence models: A tutorial. *arXiv preprint arXiv:1703.01619*, 2017.
- [10] Opennmt - open-source neural machine translation, 2017. <https://opennmt.net/>.

- [11] 村上仁一. 日英対訳データベースの作成のための 1 考察. 言語処理学会第 17 回年次大会発表論文集, D4-5, pp. 979–82, 2011.
- [12] Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward, and Wei-Jing Zhu. Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation. In *Proceedings of the 40th annual meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 311–318, 2002.
- [13] Satyanjeev Banerjee and Alon Lavie. Meteor: An automatic metric for mt evaluation with improved correlation with human judgments. In *Proceedings of the acl workshop on intrinsic and extrinsic evaluation measures for machine translation and/or summarization*, pp. 65–72, 2005.
- [14] Gregor Leusch, Nicola Ueffing, and Hermann Ney. A novel string-to-string distance measure with applications to machine translation evaluation. In *Proceedings of Machine Translation Summit IX: Papers*, 2003.
- [15] 平尾努, 磯崎秀樹, Kevin Duh, 須藤克仁, 塚田元, 永田昌明. Ribes: 順位相関に基づく翻訳の自動評価法. 言語処理学会第 17 年次大会発表論文集, pp. 1111–1114, 2011.
- [16] Makoto Morishita, Jun Suzuki, and Masaaki Nagata. JParaCrawl: A large scale web-based English-Japanese parallel corpus. In *Proceedings of The 12th Language Resources and Evaluation Conference*, pp. 3603–3609, Marseille, France, May 2020. European Language Resources Association.