

2022年度（令和4年度） 卒業論文

NMTによる複文翻訳における
単文対訳学習文の利用

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

B19T2110U 丸山 京祐

概要

NMTにおいて翻訳する文と同じ分野の文を学習することが望ましいとされている。そのため、NMTを使った複文翻訳においては複文対訳文を学習して翻訳する。しかし、多くの複文対訳文の収集には限界がある。また、複文は複数の単文の組み合わせた構造になっている。

そこで本論文では、学習する対訳文を増加することを目的に複文翻訳の学習文に複文対訳文だけでなく、単文対訳文も同時に学習した場合の翻訳精度を調査した。学習する単文対訳文と複文対訳文の量によって翻訳精度がどのように推移するのか確かめるために、複文対訳学習文に単文対訳学習文を少しずつ追加して学習を行った。結果として、複文翻訳において複文対訳文9万文のみの学習ではBLEU値15.6であったが、それに対して、複文対訳文9万文と単文対訳文16万文の学習ではBLEU値が3程度向上しBLEU値18.6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
2.1.1	パーセプトロン	2
2.1.2	ソフトマックス関数	3
2.1.3	誤差逆伝搬法	3
2.2	RNN(再帰的ニューラルネットワーク)	3
2.3	LSTM(Long Short Term Memory)	4
2.4	Attention based LSTM	5
第3章	単文と複文	7
3.1	単文	7
3.2	複文	7
3.2.1	重文	7
3.2.2	複文と単文の対訳文	8
第4章	提案手法	9
第5章	実験	10
5.1	実験手順	10
5.2	実験環境	10
5.3	実験データ	10
第6章	実験結果	12
6.1	自動評価結果	12
6.2	出力結果の例文	13
6.2.1	複文9万文+単文	13

6.2.2	複文 4 万 6 千文 + 単文	17
6.3	人手評価結果	20
6.4	実験のまとめ	20
第 7 章	考察	21
7.1	学習文が単文対訳学習文のみの複文翻訳の精度	21
7.1.1	出力結果の例文	21
7.1.2	自動評価結果	22
7.2	自動評価と人手評価の比較	23
7.2.1	出力結果の例文	23
7.2.2	人手評価結果	26
7.3	NMT の乱数による影響の調査	26
7.4	BLEU 以外の自動評価	27
第 8 章	おわりに	29
付 録 A	使用した設定ファイル	30
付 録 B	使用したシェルスクリプト	31
付 録 C	複文 9 万文の結果と複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文の結果の人手評価	33
付 録 D	複文 9 万文の結果と複文 9 万文 + 単文 16 万文の結果の人手評価	37

目 次

2.1	パーセプトロン	2
2.2	RNN	4
2.3	RNN と LSTM	5
2.4	Attention based LSTM	6

表 目 次

3.1	単文	7
3.2	複文	7
3.3	重文	7
3.4	日本語文が複文で対訳英語文が単文	8
3.5	日本語文が単文で対訳英語文が複文	8
5.1	実験データ	10
5.2	単文対訳学習文の例文	11
5.3	複文対訳学習文の例文	11
5.4	複文テスト文の例文	11
6.1	複文 9 万文に単文を加えた学習の自動評価結果	12
6.2	複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習の自動評価結果	12
6.3	翻訳精度が向上した例	13
6.4	翻訳精度が低下した例	15
6.5	複文 4 万 6 千文 + 単文の例	17
6.6	複文 9 万文, 複文 9 万文 + 単文 16 万文の対比較評価	20
7.1	単文対訳学習文のみの出力例	21
7.2	単文対訳学習文のみの自動評価結果	23
7.3	複文対訳学習文 9 万文の結果が良い例	23
7.4	複文対訳学習文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文の結果が良い例	25
7.5	複文 9 万文, 複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文の対比較評価	26
7.6	複文 9 万文に単文を加えた学習を複数回実行した結果の BLEU 値	27
7.7	複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習を複数回実行した結果の BLEU 値	27
7.8	単文のみの学習を複数回実行した結果の BLEU 値	27
7.9	複文 9 万文に単文を加えた学習の BLEU 以外の自動評価結果	28

7.10	複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習の BLEU 以外の自動評価結果	28
C.1	com90000vscom46000+sim80000	33
C.1	com90000vscom46000+sim80000	34
C.1	com90000vscom46000+sim80000	35
C.1	com90000vscom46000+sim80000	36
D.1	com90000vscom90000+sim160000	37
D.1	com90000vscom90000+sim160000	38
D.1	com90000vscom90000+sim160000	39
D.1	com90000vscom90000+sim160000	40

第1章 はじめに

NMTにおいては翻訳する文と同分野の文を学習することが望ましい。そのため、重み付けによって分野外の学習データを分野内の学習データに適合させる研究 [1] や分野ごとの専門用語や典型的な表現の学習データを収集する研究 [2] がされてきた。

複文翻訳においても同分野の複文対訳文を学習する。しかし、多くの複文対訳文の収集には限界がある。そこで、複文対訳文だけでなく単文対訳文を学習に使用することで複文翻訳の精度を上げることを考えた。複文は単文の組み合わせの構造になっている。そのため、単文の学習が翻訳の精度向上に影響すると考えた。

また、パシュトー語－英語とクメール語－英語の学習文のフィルタリングを比較した論文 [3] では、全体の傾向として平均の文の長さが短い方が翻訳精度が高いとしている。複文翻訳に似た研究としては、長文翻訳が多く研究がされてきた。擬似的な長文の対訳学習文を生成する研究 [4] や長文を分割して翻訳する研究 [5] 等がある。

本論文では、NMT を使用して複文翻訳するときの単文対訳文の量の影響を調査する。

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、単文と複文について述べる。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[6]とはニューラルネットワークを用いた機械翻訳の手法である。NMTの翻訳モデルは主にCNN, LSTM, Transformer等がある。本研究では, LSTMを用いる。

2.1 ニューラルネットワーク

ニューラルネットワーク [7]は機械学習の手法の一つである。

2.1.1 パーセプトロン

ニューラルネットワークは, 図 2.1 に示すパーセプトロンが基本である。パーセプトロンは以下の仕組みになっている。

まず, それぞれの入力 x_1, x_2, x_3 に重み $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ をかける。次に, かけ合わせた数値をソフトマックス関数に入力する。閾値以上の場合に 1 を出力し, 閾値未満の場合に 0 を出力する。

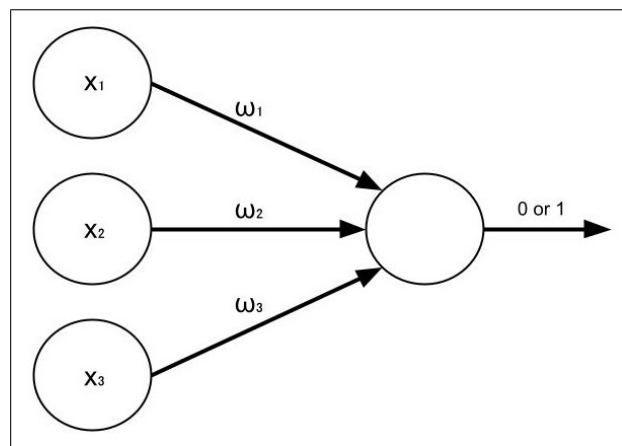


図 2.1: パーセプトロン

2.1.2 ソフトマックス関数

ソフトマックス関数とは，合計が1になるように確率を計算する関数である．入力が $[x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_K]$ の場合のソフトマックス関数を式 (2.1) に示す．

$$y_i = \frac{\exp(x_i)}{\sum_{k=0}^K \exp(x_k)} \quad (2.1)$$

また，ソフトマックス関数では負の数の確率を計算可能にするために入力 $\exp(x_k)$ を加算している．

2.1.3 誤差逆伝搬法

ニューラルネットワークの計算において重みを設定する必要がある．最適な重みを計算する手法の一つとして誤差逆伝搬法がある．

誤差逆伝搬法では，以下の手順で最適な重みに近づけていく．

1. 誤差逆伝搬法はニューラルネットワークにランダムな入力を与える
2. 1 の出力と用意した正解との誤差を計算
3. 誤差に対する重みの勾配を計算
4. 3 で求めた勾配の逆のベクトルに重みを近づける
5. 1~4 を繰り返す．

また出力層から順に，計算した結果を一つ前の層の重みの計算に使用する．そのため，誤差逆伝搬法と呼ばれている．

2.2 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を再帰的に学習する手法である．

言語処理では文脈情報を読み取るために単語の順番をニューラルネットワークで学習する．以下の手順によって単語の順番を学習している．

1. 一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
2. 1 を文頭から順番に繰り返す

図 2.2 に「これはペンです。」における例を示す。

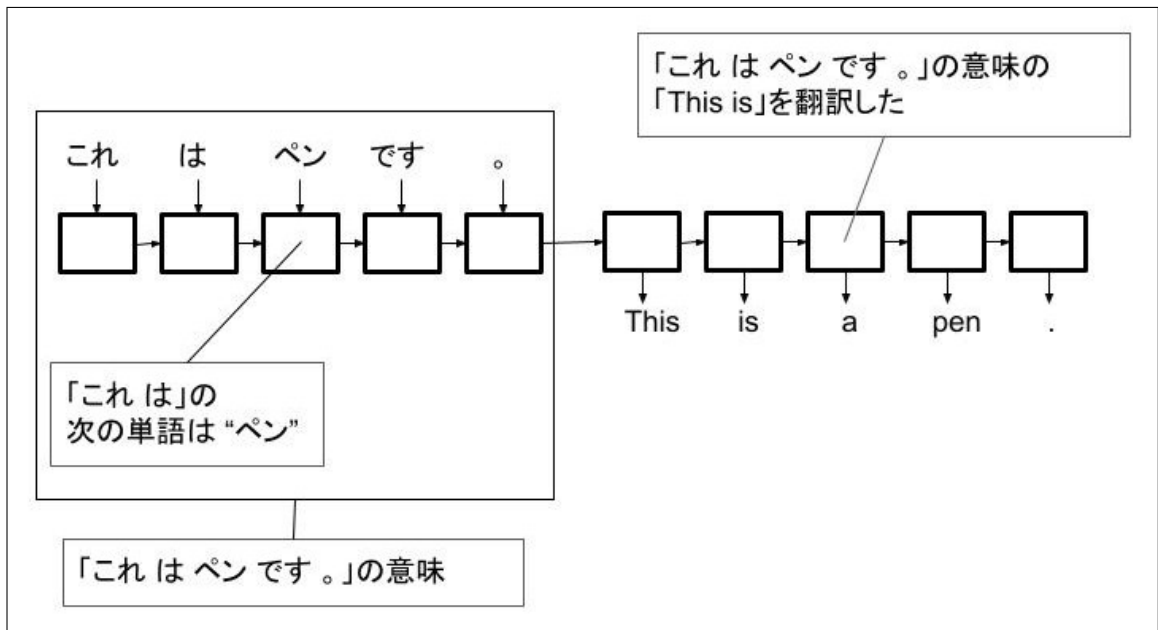


図 2.2: RNN

2.3 LSTM(Long Short Term Memory)

RNN には順番に学習していくので、長い文では古い情報を失いやすいというデメリットがある。LSTM(Long Short Term Memory)[9] は RNN のデメリットを改善した機構である。

図 2.3 に RNN と LSTM の仕組みを比較した図を示す。 x_t は入力である。 y_t は出力である。 h_{t-1}, h_t は hidden state である。 c_{t-1}, c_t は context state である。 LSTM の構造における σ は左から順に forget ゲート, input ゲート, output ゲートである。

RNN は単純に現在の入力 (x_t) と一つ前の出力 (h_{t-1}) を \tanh で調整しただけの簡単な構造になっている。

それに対して、LSTM は図のような構造で長期記憶 (c_{t-1})、短期記憶 (h_{t-1}) を使って今までの文脈情報がなくならないように調整している。

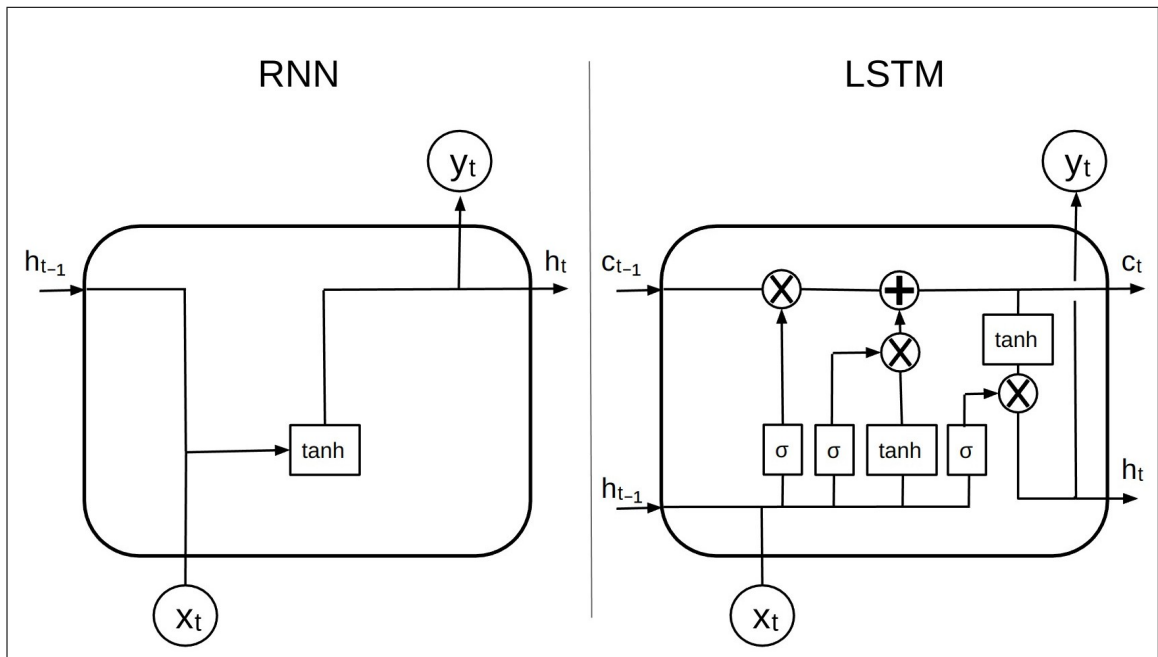


図 2.3: RNN と LSTM

2.4 Attention based LSTM

今回使用した OpenNMT のデフォルトの LSTM モデルは Attention based LSTM[10] と呼ばれる。このモデルは図 2.4 のようにアテンション機構の層を持つモデルになっている。アテンション機構は単語同士の関連度を算出する。アテンション機構を使うことで単語や句の対応関係を強くすると考えられている。

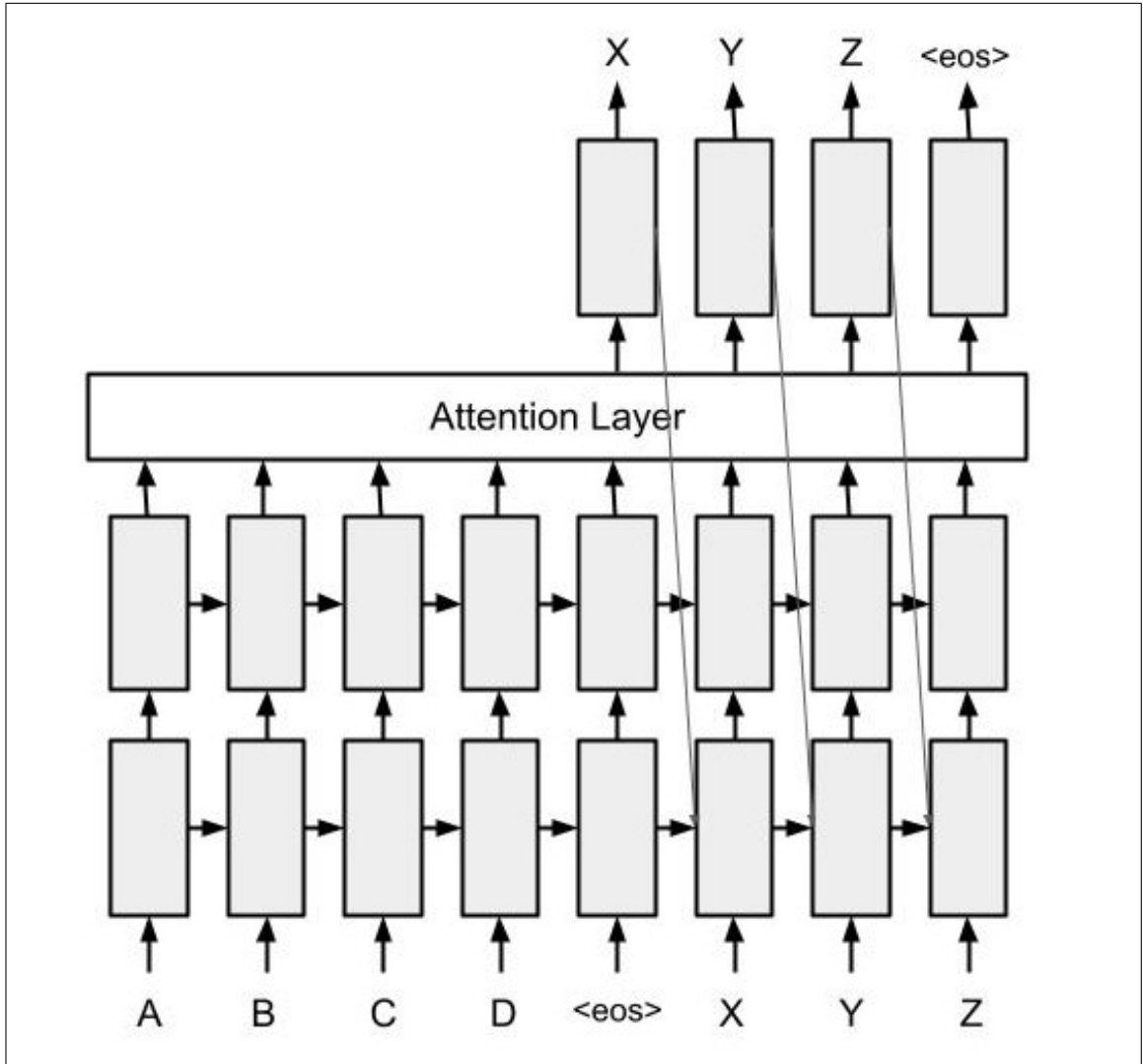


图 2.4: Attention based LSTM

第3章 単文と複文

文構造の分類として，述語の数に着目すると単文と複文がある。

3.1 単文

単文は表 3.1 のような述語が一つのみの文である。

表 3.1: 単文

彼は東京にいる。 He live in Tokyo .
彼女は彼に会いに行った。 She went to him .

3.2 複文

複文は表 3.2 のような述語が2つ以上の文である。

表 3.2: 複文

彼女は東京にいる彼に会いに行った。 She went to him who live in Tokyo .
--

3.2.1 重文

本論文では複文の一種として分類しているが，文構造には重文もある。重文と複文を分ける場合は，重文は単文がし並列の構造になる文であり，複文は主節と述語をもつ従属節のある構造になる文である。表 3.3 に重文の例を示す。

表 3.3: 重文

彼女は東京に行ったとき，彼に会った。 When she went to Tokyo, she met him .

3.2.2 複文と単文の対訳文

表 3.1 から表 3.3 の例文は単文の対訳文は単文，複文の対訳文は複文になっている。しかし，日本語文が複文になり対訳英語文が単文になる場合や日本語文が単文で対訳英語文が複文になる場合がある。例文を表 3.4，3.4 に示す。

表 3.4: 日本語文が複文で対訳英語文が単文

彼女は東京にいる彼に会いに行った。

She went to him in Tokyo .

表 3.5: 日本語文が単文で対訳英語文が複文

彼女は東京在住の彼に会いに行った。

She went to him who live in Tokyo .

本論文で使用した複文対訳学習文は日本語で単文か複文か分けている。そのため，表 3.4 に示すような日本語文が複文で英語文が単文の文が含まれている。

第4章 提案手法

複文は複数の単文を組み合わせた構造になっている。そのため、複文学習文に単文を追加することで複文翻訳の精度向上ができると考えた。

本研究では、以下の手法を提案する。

1. 複文対訳学習文と単文対訳学習文を合わせたコーパスを作成
2. 作成したコーパスを NMT で学習
3. 学習した NMT で複文テスト文を翻訳

第5章 実験

以下に，本実験の実験条件を示す．

5.1 実験手順

NMTに複文対訳学習文9万文のみを学習したモデルと半分の4万6千文のみ学習したモデルを作成し複文テスト文を翻訳する．そして，それぞれの複文対訳学習文に単文対訳学習文を2万文，4万文，8万文，16万文を加えてモデルを作成し，それぞれのモデルで複文テスト文を翻訳する．

5.2 実験環境

本実験では，OpenNMT-py v3.1.0[11]を用いて翻訳実験を行う．NMTモデルはLSTMを使用する．パラメータはデフォルトを基本とし，語彙数は60,000，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AMD Ryzen 7 3700X 8-Core Processorである．GPUはGeForce RTX 2070である．pythonの環境はpipenv 2022.10.25にpython 3.1.0とPyTorch 1.13.0をインストールした．

5.3 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 [12] を用いる．使用するデータの内訳を表5.1に示す．

表 5.1: 実験データ

単文対訳学習文	163,188 文
複文対訳学習文	92,427 文
複文テスト文	9,243 文

このコーパスは日本語文の述語が一つの文を単文、二つ以上の文を複文としている。そのため、日本語文が複文で対訳英語文が単文の文も含まれている。また、複文には重文や重複文も含まれている。表 5.2 に単文対訳学習文の例文を示す。表 5.3 に複文対訳学習文の例文を示す。表 5.4 に複文テスト文の例文を示す。

表 5.2: 単文対訳学習文の例文

1 ドル 紙幣 を 崩した。	She broke a dollar bill into change .
あかり が 一 晩 中 ついて いる。	The lights have been burning all night .
いつ でも ご 意見 を お 聞かせ くだ さい。	Your comments are always welcome .
うち の おじ は ベンツ 以外 に キャデ ラック を 持っ て いる。	My uncle has a Cadillac in addition to a Mercedes-Benz .
お 皿 を 出 して くだ さい。	Please bring out the plates .

表 5.3: 複文対訳学習文の例文

毎日 自転車 に 乗っ て 通学 し て い ます。	I ride my bicycle to and from school every day .
毎日 タイプライター で 決まっ た 分量 だけ の 仕事 を す る と い う こ と は 文 筆 家 に は 優 れ た 修 業 法 だ。	A daily stint at the typewriter is excellent discipline for a writer .
夕 方 に な っ た の で 西 の 空 が 真 っ 赤 だ。	The sky in the west is bright red as it is now dusk .
彼 は 世 に 知 ら れ ぬ 天 才 だ。	He is an unappreciated genius .
彼 に は そ の 分 野 の 他 の 科 学 者 を 代 弁 す る ほ ど の 才 能 は な い。	He does not have the stature to speak for other scientists in the field .

表 5.4: 複文テスト文の例文

その国はこの戦いを前から予知してそれに備えてきた。
彼らは、わがXYZ社への訪問中、当社が完全にオープンで協力的であったことに同意するでしょう。
3月1日木曜日の夕方、カクテルとディナーにおいていただければ嬉しく存じます。
問題解決の第一歩は問題の存在を認めることである。
彼は3度打席に入って2度三振した。

第6章 実験結果

6.1 自動評価結果

複文のテスト文 9243 文の翻訳結果の出力文に対して自動評価指標 BLEU[13] による自動評価を行った。表 6.1 に複文 9 万文に単文を加えた学習の自動評価結果を示す。表 6.2 に複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習の自動評価結果を示す。

表 6.1: 複文 9 万文に単文を加えた学習の自動評価結果

学習文	BLEU
複文 9 万文	15.6
複文 9 万文 + 単文 2 万文	16.5
複文 9 万文 + 単文 4 万文	17.2
複文 9 万文 + 単文 8 万文	18.2
複文 9 万文 + 単文 16 万文	18.6

表 6.2: 複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習の自動評価結果

学習文	BLEU
複文 4 万 6 千文	12.0
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	13.0
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	14.2
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	15.7
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	15.9

表 6.1, 6.2 より, 複文に単文を加えるほど精度は向上していく。また, 対訳学習文の量が近い結果を比較すると単文よりも複文の割合が高い方が BLEU 値が高い。

6.2 出力結果の例文

6.2.1 複文9万文 + 単文

複文対訳学習文9万文に単文対訳学習文を加えて学習する実験の出力結果の例文を示す。表6.3に翻訳精度が向上した例文を示す。表6.4に翻訳精度が低下した例文を示す。

表 6.3: 翻訳精度が向上した例

テスト文	矢印に従えば出口に出られます。
参照文	Follow the arrows and you will find the exit .
複文9万文	Fossils come to the exit if there is gliding .
複文9万文 + 単文2万文	If you touch the arrows , you will come to the exit .
複文9万文 + 単文4万文	When you come to the vein , you will come to the exit .
複文9万文 + 単文8万文	The arrows will be attended by the arrows .
複文9万文 + 単文16万文	If you follow the arrows , you will come to the exit .

テスト文	ご存じのように、自動車業界は法律の要求を満たすことができないと主張しています。
参照文	As you may know , the automotive industry claims that requirements of the Act can not be met .
複文9万文	As you know , the car industry insists that there can not be a legal demand for the law .
複文9万文 + 単文2万文	As you know , the car line is under the point of obtaining law requirements .
複文9万文 + 単文4万文	As you know , we insist on the legal demands of the law .
複文9万文 + 単文8万文	As you know , I insist that the auto business is unable to meet the needs of the law .
複文9万文 + 単文16万文	As you know , I insist that the automobile industry can not meet the demands of law .

テスト文	この列車のサービスは常に私をいらだたせる要因の一つである。
参照文	This train service is one of my pet peeves .
複文 9 万文	This train services is one of the disincentives factors of me .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	The service of the train is one of the causes of mine .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	This train service is one of the frequent factors that irritated me .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	The service of this train is one of the factors that irritated me .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	This train service is one of the factors that always irritated me .

テスト文	労働者たちは配偶者が健康保険に加入することを望んでいる。
参照文	Workers want their uncovered spouses to join the health plan .
複文 9 万文	The workers want to take a medical policy for your health .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	The workers want to join the health 's health membership .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	The workers want to join their spouse .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	The workers want to take part in the health-care insurance .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	The workers want their spouse to join the health insurance .

テスト文	当行の保証状に基づき、添付の保証状に、貴行の正式な署名をお願いいたします。
参照文	Kindly add your official signature to the attached Security Bond on the strength of our L/G .
複文 9 万文	We wish to make your outstanding signature on our guarantee , based on our guarantee .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	We would like to acknowledge your official guarantee against our guarantee of correction .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	Based on our guarantee , we will request your formally a formal signature .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	Please make your formal signature of your formal signature on our guarantee of Guarantee .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	Based on our Letter of Guarantee , we would like to have your formal Letter of Guarantee signed .

表 6.4: 翻訳精度が低下した例

テスト文	A B C 社 を 去 る の は 、 ま こ と に な ご り 惜 し い こ と で す 。
参照文	It is with considerable sorrow that I leave ABC .
複文 9 万文	It is a great regret to leave ABC .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	It is quite regret that you leave ABC .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	It is a very regrettable thing to leave ABC .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	It is a great regret to have left ABC .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	It is a pity that we leave ABC to leave .

テスト文	私の権利をはなはだしく踏みにじる彼の態度には堪えられない。
参照文	I can not bear his blatant disrespect for my rights .
複文 9 万文	I can not stand his attitude in outrage for my right .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	He can not stand his attitude at a serious outrage .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	I can not stand his attitude of seriousness in my rights .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	I can not stand his right to stand on my right .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	I can not bear the boldness of his rights in my rights .

テスト文	現在の危機は大きな惨事を生む可能性をはらんでいる。
参照文	The present crisis carries the potential for a major catastrophe .
複文 9 万文	The present crisis is furious with a possibility of courting disaster .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	The present crisis is out to become a great catastrophe .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	The present crisis is a possibility of a great disaster .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	The present crisis is a potential for a great disaster .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	The present crisis is fraught with major possibilities .

テスト文	成功したいのなら懸命に働くことだ。
参照文	If you hope to succeed , you must work hard .
複文 9 万文	If you want to succeed , you will work hard .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	If you want to succeed , he will work hard .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	If you want to succeed , you will work hard .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	I will work hard if I want to succeed .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	I work hard if I should succeed .

テスト文	俺の目の黒いうちはお前たちに不自由はさせぬ。
参照文	You shall not want for anything as long as I am alive .
複文 9 万文	You shall want for nothing as long as I live .
複文 9 万文 + 単文 2 万文	You shall want for nothing as long as I live .
複文 9 万文 + 単文 4 万文	You shall not want for anything as long as I live .
複文 9 万文 + 単文 8 万文	You shall not want for anything as long as I live .
複文 9 万文 + 単文 16 万文	You shall not want to want for anything as long as I live .

6.2.2 複文 4 万 6 千文 + 単文

複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文対訳学習文を加えて学習する実験の出力結果の例文を示す。

表 6.5: 複文 4 万 6 千文 + 単文の例

テスト文	矢印に従えば出口に出られます。
参照文	Follow the arrows and you will find the exit .
複文 4 万 6 千文	If you divide a machete , you will be able to come to the exit .
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	If you follow the arrow , you will be to the exit .
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	You can reach the exit if you follow it .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	If you follow the arrows , you will be able to reach the exit .
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	If you follow the arrows , you will be able to go to the exit .

テスト文	ご存じのように、自動車業界は法律の要求を満たすことができないと主張しています。
参照文	As you may know , the automotive industry claims that requirements of the Act can not be met .
複文 4 万 6 千文	As you know , the car has a claim to be unable to fulfill the advice of law .
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	As you know , the car indicates that you can not meet the needs of the law .
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	As you know , traffic officials insist that the car will not meet the law .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	As you know , the car trade insists that you cannot meet the needs of the law .
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	As you know , the automobile industry insists that the law can be required .

テスト文	この列車のサービスは常に私をいらだたせる要因の一つである。
参照文	This train service is one of my pet peeves .
複文 4 万 6 千文	This train 's service is a homage of always disgust .
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	The service of this train is one of the always a certified factor .
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	The service of this train is one of the greatest puzzles to irritated me .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	The service service of this train is one of the causes of irritated me .
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	The service of this train is one of the factors that irritated me .

テスト文	労働者たちは配偶者が健康保険に加入することを望んでいる。
参照文	Workers want their uncovered spouses to join the health plan .
複文 4 万 6 千文	The workers want to get together their good health .
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	The workers want their complaints to be covered with good complaint .
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	The workers want to go on health insurance .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	The workers want a spouse to take a healthy health .
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	The workers want to take care of their spouse of health insurance .

テスト文	当行の保証状に基づき、添付の保証状に、貴行の正式な署名をお願いいたします。
参照文	Kindly add your official signature to the attached Security Bond on the strength of our L/G .
複文 4 万 6 千文	Based on your letter of Guarantee , we will look forward to your formal signature of the attached cord .
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	Based on our guarantee for our guarantee , we look forward to your formal signature with our decision signature .
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	Based on your guarantee , we are writing to attach you to your formally signature , the agency said .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	Kindly complete your recommendation on receipt of your brief deposit on our guarantee receipt .
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	Based on our guarantee , we hope to have your formal signature on your signature .

6.3 人手評価結果

複文テスト文 9243 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った．評価者は 2 名である．表 6.6 に複文対訳学習文 9 万文のみの結果と学習文に単文対訳学習文 16 万文結果を比較した結果を示す．

表 6.6: 複文 9 万文, 複文 9 万文 + 単文 16 万文の対比較評価

評価基準	A	B
複文 9 万文 > 複文 9 万文 + 単文 16 万文	29	28
複文 9 万文 + 単文 16 万文 > 複文 9 万文	18	21
互角	53	51

表 6.6 から，複文 9 万文のみの結果より単文 16 万文を加えた結果の方が良い結果となった．

6.4 実験のまとめ

実験結果より，複文対訳学習文に単文対訳学習文を多く加えて学習するほど複文翻訳の精度が向上することがわかる．また，表の BLEU 値より複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文対訳文 8 万文を加えたとき，複文 9 万文に近い値になっている．つまり，複文 4 万 6 千文と同程度 BLEU 値が向上するためには単文が 8 万文必要と言える．そのため，複文と単文を比較すると複文の増加の方が翻訳精度が向上している．

第7章 考察

7.1 学習文が単文対訳学習文のみの複文翻訳の精度

単文だけでは精度が低いことを確認するため、単文対訳学習文のみを学習した場合の複文翻訳の精度を示す。

7.1.1 出力結果の例文

学習文が単文対訳学習文のみの出力結果の例文を表 7.1 に示す。

表 7.1: 単文対訳学習文のみの出力例

テスト文	矢印に従えば出口に出られます。
参照文	Follow the arrows and you will find the exit .
単文 2 万文	The veriest coward is intravenously performed .
単文 4 万文	The gentleman will be taken upon the alarm mark .
単文 8 万文	An attended was detected by the arrows on the arrows .
単文 16 万文	An appeal is attended to the exits .

テスト文	ご存じのように、自動車業界は法律の要求を満たすことができないと主張しています。
参照文	As you may know , the automotive industry claims that requirements of the Act can not be met .
単文 2 万文	As you know , the Environment industry is known as a result of reducing the law .
単文 4 万文	As you know , the car needs to prevent the needs of a law .
単文 8 万文	As you know , car trade does not preclude the demands of legal demands .
単文 16 万文	As you know , the automobile industry lacks legal demands .

テスト文	この列車のサービスは常に私をいらだたせる要因の一つである。
参照文	This train service is one of my pet peeves .
単文 2 万文	The date of this train is a constant vexation to me .
単文 4 万文	This train authorizes me one of the time for me .
単文 8 万文	This train train is one of my services which offer me .
単文 16 万文	The service of this train is one of my constant factors .

テスト文	労働者たちは配偶者が健康保険に加入することを望んでいる。
参照文	Workers want their uncovered spouses to join the health plan .
単文 2 万文	The labor-management workers aim in alphabetical health .
単文 4 万文	The workers are concerned about a trauma of health benefits .
単文 8 万文	The workers want to pay a lifetime insurance insurance .
単文 16 万文	The workers are hoping for their mate to health insurance .

テスト文	当行の保証状に基づき、添付の保証状に、貴行の正式な署名をお願いいたします。
参照文	Kindly add your official signature to the attached Security Bond on the strength of our L/G .
単文 2 万文	We will put on your ascendancy to your plate that prevents based on your part .
単文 4 万文	Despatch and Telecommunications Home Matsuura guarantees for instructions from our services to pick up executive posts .
単文 8 万文	Please refer to our prompt signature to our signature with your forwarding signature .
単文 16 万文	Please include your formal signature , ma'am .

7.1.2 自動評価結果

複文のテスト文 9243 文を入力文として翻訳実験を行い、出力文に対して自動評価指標 BLEU による自動評価を行った。

表 7.2: 単文対訳学習文のみの自動評価結果

学習文	BLEU
単文 2 万文	3.8
単文 4 万文	6.6
単文 8 万文	9.1
単文 16 万文	11.3

表 7.2 より，単文対訳学習文のみでは複文翻訳の精度がかなり低いことがわかる．表 6.1，6.2 の結果と比較すると，複文対訳学習文の量が単文対訳学習文よりも精度に対する影響が大きいことがわかる．

7.2 自動評価と人手評価の比較

複文対訳学習文のみの学習の結果と単文対訳学習文を加えた結果において，自動評価の有用性を調べる．そのために，BLEU 値の近い複文対訳学習文 9 万文の結果と複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文対訳学習文 8 万文を加えた結果を人手で比較する．

7.2.1 出力結果の例文

複文対訳学習文 9 万文の結果と複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文対訳学習文 8 万文を加えて実験したときの出力結果の例文を示す．複文対訳学習文 9 万文の結果が良い例を表 7.3 に示す．また，複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文 8 万文を加えた結果が良い例を表 7.4 に示す．

表 7.3: 複文対訳学習文 9 万文の結果が良い例

テスト文	真を尽くして説明したら、相手も分かってくれました。
参照文	I explained it to him in all sincerity , and he understood .
複文 9 万文	I tried to explain it , and the other person was understood by me .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	I have tried to explain the truth , and I would like to know the other person .

テスト文	俺の目の黒いうちはお前たちに不自由はさせぬ。
参照文	You shall not want for anything as long as I am alive .
複文9万文	You shall want for nothing as long as I live .
複文4万6千文 + 単文8万文	You shall have nothing with me in my eyes .

テスト文	私の権利をはなはだしく踏みにじる彼の態度には堪えられない。
参照文	I can not bear his blatant disrespect for my rights .
複文9万文	I can not stand his attitude in outrage for my right .
複文4万6千文 + 単文8万文	I simply cannot bear his own behavior .

テスト文	彼が現場に現われたのはこのときだった。
参照文	It was at this juncture that he arrived upon the scene .
複文9万文	It was this time he appeared at the scene .
複文4万6千文 + 単文8万文	He showed up at the very moment .

テスト文	現在の危機は大きな惨事を生む可能性をはらんでいる。
参照文	The present crisis carries the potential for a major catastrophe .
複文9万文	The present crisis is furious with a possibility of courting disaster .
複文4万6千文 + 単文8万文	The present crisis is courting disaster .

表 7.4: 複文対訳学習文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文の結果が良い例

テスト文	そのような危機に直面しても彼女が冷静なのに驚いた。
参照文	He wondered at her composure in such a crisis .
複文 9 万文	We were surprised at the face of such a crisis in the face .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	I was surprised that she could face a crisis like that .

テスト文	摩耗や損傷がないか全部品を調べてください。
参照文	Examine all parts for wear or damage .
複文 9 万文	Check the whole parts and damages there if there are no sunglasses .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	Examine all parts for wear or damage .

テスト文	郵便配達人は 1 日 2 回郵便物を配って歩く。
参照文	The mailman delivers the mail twice a day .
複文 9 万文	The letter carrier delivers the mail two day .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	The mail carrier delivers the mail twice a day .

テスト文	供給が需要を超過すると物価が下がる。
参照文	Prices go down when supply exceeds demand .
複文 9 万文	When supply comes down , prices fall down .
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	Prices fall when the supply exceeds the demand .

テスト文	摩耗 や 損傷 が ない か 全 部 品 を 調 べ て ください。
参照文	Examine all parts for wear or damage .
複文 9 万 文	Check the whole parts and damages there if there are no sunglasses .
複文 4 万 6 千 文 + 単文 8 万 文	Examine all parts for wear or damage .

7.2.2 人手評価結果

複文テスト文 9243 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った。評価者は著者 2 名である。表 7.5 に複文対訳学習文 9 万文のみの結果と複文対訳学習文 4 万 6 千文に単文対訳学習文 8 万文を加えた結果を対比較評価した結果を示す。

表 7.5: 複文 9 万文, 複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文の対比較評価

評価基準	A	B
複文 9 万文 > 複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	24	28
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文 > 複文 9 万文	15	16
互角でどちらも良い	61	56

表 7.5 から、人手評価では複文 9 万文のみの結果の方が少し良い結果となっていることがわかる。出力単語は良く見えるが、文全体では意味がおかしい出力結果が複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文では比較的多く見られた。このことが自動評価と人手評価の結果の違いになっていると考えられる。

7.3 NMT の乱数による影響の調査

NMT はニューラルネットワークを使用するため、乱数によって翻訳結果が変化することがある。今回の実験において乱数がどの精度にどの程度影響しているかを検証するために、乱数を固定せずに複数回実行した結果を示す。

表 7.6 に表 6.1 の結果を 3 回実行した結果の BLEU 値を示す。表 7.7 に表 6.2 の結果を 3 回実行した結果の BLEU 値を示す。表 7.8 に表 7.2 の結果を 3 回実行した結果の BLEU 値を示す。ただし、1 回目の値は表 6.1, 6.2, 7.2 の結果である。

表 7.6: 複文 9 万文に単文を加えた学習を複数回実行した結果の BLEU 値

学習文	1 回目	2 回目	3 回目
複文 9 万文	15.6	15.8	15.5
複文 9 万文 + 単文 2 万文	16.5	16.2	16.8
複文 9 万文 + 単文 4 万文	17.2	17.1	17.3
複文 9 万文 + 単文 8 万	18.2	18.0	17.8
複文 9 万文 + 単文 16 万文	18.6	18.3	18.5

表 7.7: 複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習を複数回実行した結果の BLEU 値

学習文	1 回目	2 回目	3 回目
複文 4 万 6 千文	12.0	12.0	11.9
複文 4 万 6 千文 + 単文 2 万文	13.0	13.3	13.0
複文 4 万 6 千文 + 単文 4 万文	14.2	14.3	14.2
複文 4 万 6 千文 + 単文 8 万文	15.7	15.3	15.6
複文 4 万 6 千文 + 単文 16 万文	15.9	16.0	15.8

表 7.8: 単文のみの学習を複数回実行した結果の BLEU 値

学習文	1 回目	2 回目	3 回目
単文 2 万文	3.8	4.0	3.9
単文 4 万文	6.6	6.3	6.1
単文 8 万文	9.1	9.0	9.0
単文 16 万文	11.3	11.1	11.6

乱数によって BLEU 値の変動は最大 0.4 程度みられた。しかし、全体の結果の傾向に影響はなかった。

7.4 BLEU 以外の自動評価

自動評価指標は確実な評価ではないため、BLEU 以外の自動評価指標でも評価する必要がある。そのため、BLEU 以外に METEOR[14], TER, WER, RIBES[15] を使用して評価をした。表 7.9 に表 6.1 の BLEU 以外の自動評価結果を示す。表 7.10 に表 6.2 の BLEU 以外の自動評価結果を示す。

表 7.9: 複文 9 万文に単文を加えた学習の BLEU 以外の自動評価結果

学習文	METEOR	TER	WER	RIBES
複文 9 万文	0.417	0.693	0.716	0.728
複文 9 万文+単文 2 万文	0.432	0.677	0.701	0.734
複文 9 万文+単文 4 万文	0.439	0.671	0.695	0.738
複文 9 万文+単文 8 万	0.453	0.659	0.682	0.743
複文 9 万文+単文 16 万文	0.467	0.643	0.669	0.756

表 7.10: 複文 4 万 6 千文に単文を加えた学習の BLEU 以外の自動評価結果

学習文	METEOR	TER	WER	RIBES
複文 4 万 6 千文	0.362	0.739	0.759	0.694
複文 4 万 6 千文+単文 2 万文	0.381	0.728	0.749	0.703
複文 4 万 6 千文+単文 4 万文	0.395	0.717	0.739	0.711
複文 4 万 6 千文+単文 8 万文	0.415	0.695	0.718	0.722
複文 4 万 6 千文+単文 16 万文	0.426	0.683	0.705	0.731

METEOR と RIBES は BLEU と同様に数値が高いほど翻訳精度が高いとされている。TER と WER は数値が低いほど翻訳精度が高いとされている。

表 7.9, 7.10 より, BLEU 以外の自動評価結果でも同様に単文を加えるほど翻訳精度が向上した。

第8章 おわりに

NMTの学習文は基本的に同一分野で学習する。そのため、複文翻訳では複文対訳文を学習する。しかし、複文の収集には限界がある。そこで、複文は単文を組み合わせた構造となっていることに着目した。そして、複文対訳文だけではなく単文対訳文を追加した学習が精度向上につながると仮説を立てた。

本論文では、NMTによる複文翻訳において複文対訳学習文と単文対訳学習文それぞれを学習した翻訳と複文対訳学習文に単文対訳学習文を加えて学習し翻訳をした。

その結果、複文翻訳において以下のことがわかった。

- 複文対訳学習文に単文対訳学習文を加えることで翻訳精度がBLEU値で3程度向上する
- 複文対訳学習文の量は単文対訳学習文よりもさらに翻訳精度に大きく影響する
- 複文対訳学習文のみと単文対訳学習文を加えた学習文の比較において、単語よりも文全体の意味が間違えることが比較的多くなるので、自動評価が参考になりにくい

今後の研究では、本研究で使用したNMTのモデルとは異なる翻訳モデルについての調査を行う。

付録A 使用した設定ファイル

以下に実験に使用した設定ファイルを載せる。

Listing A.1: config.yaml

```
1 #config.yaml
2
3 ## Where the samples will be written
4 save_data: vocab/test
5
6 data:
7   corpus_1:
8     path_src: data/src-train.txt
9     path_tgt: data/tgt-train.txt
10  valid:
11    path_src: data/val-src.txt
12    path_tgt: data/val-tgt.txt
13
14 # LOG
15 tensorboard: True
16 tensorboard_log_dir: model/tensorboard
17
18 #Vocabulary file
19 src_vocab: vocab/test.vocab.src
20 tgt_vocab: vocab/test.vocab.tgt
21
22 # Train on a single GPU
23 world_size: 1
24 gpu_ranks: [0]
25
26 # N-best
27 n_best: 1
28
29 # Where to save the checkpoints
30 save_model: model/model
31 seed: 1
```

付録B 使用したシェルスクリプト

以下に実験に使用したシェルスクリプトを載せる。

Listing B.1: train.sh

```
1 #!/bin/bash
2
3 export LC_ALL=ja_JP.UTF-8
4
5 SEED=1
6 NSAMPLE=-1
7 NBEST=1
8 SRC_VOCABSIZE=60000
9 TGT_VOCABSIZE=60000
10 CONFIG_FILE=./config/config.yaml
11
12 #step 1: Prepare the data
13 mkdir -p vocab
14 onmt_build_vocab -config $CONFIG_FILE \
15                 -seed $SEED \
16                 -n_sample $NSAMPLE \
17                 |tee -a vocab.log
18
19 #step 2: Train the model
20 mkdir -p model
21 onmt_train -config $CONFIG_FILE \
22            -seed $SEED \
23            -src_vocab_size $SRC_VOCABSIZE \
24            -tgt_vocab_size $TGT_VOCABSIZE \
25            |tee -a train.log
```

Listing B.2: translate.sh

```
1 #!/bin/bash
2
3 export LC_ALL=ja_JP.UTF-8
4
5 INPUT="data/test-src.txt"
6 REFERENCE="data/test-tgt.txt"
```

```

7 NBEST=1
8
9 #step 3: Translate
10 mkdir -p result
11 onmt_translate -src $INPUT \
12                 -n_best $NBEST \
13                 -model model/model_step_100000.pt \
14                 -output result/pred.txt \
15                 |tee -a result.log
16
17 #step 4(optional): reformat
18 mkdir -p result/TMP
19 nl result/pred.txt | \
20     awk -F"\t" '{printf "% 6d\t%d\t%s \n",((($1-1)/n)+1,((($1-1)%n)
21     , $2)}' n=$NBEST \
22     > result/TMP/tmp.en
23 paste $INPUT $REFERENCE | \
24     nl | \
25     join -t " " result/TMP/tmp.en - \
26     > result/onmt.out

```

付録C 複文9万文の結果と複文4万6千文+単文8万文の結果の人手評価

表C.1に複文9万文の結果と複文4万6千文+単文8万文の結果の人手評価を載せる。

表 C.1: com90000vscom46000+sim80000

	test100	reference	com90000	com46000+sim80000	A	B
1	～でのデモは過去の抗議デモなどちっぽけに見えてしまうほどの規模になる見込みだ。	The scope of demonstrations in is expected to dwarf all past protests .	In , demonstrators who are looking up for a past demonstration are a tiny accretion of protest .	Savings from the is expected to be expected to be on the chances of protest against the past .	X	X
2	この花が咲くともう春です。	When this flower blooms , you will know it is spring .	This flower is already spring , and it is spring .	Spring is in the spring .	X	c9
3	その国はこの戦いを前から予知してそれに備えてきた。	The country had long foreseen and prepared for this struggle .	The country has been made to do it for the future .	The country has been slandering this battle .	X	X
4	みだりに干渉しては有害無益だ。	Arbitrary interference will do more harm than good .	Flattery will do more harm than good in gambling .	Avoid interference will do more harm than good .	X	X
5	宇宙を浮遊するというアイデアは私にはあまり魅力がない。	The idea of floating around in space does not appeal to me much .	The idea of lifting space is too much for me to be captured .	My idea of breaking space is too much for me .	X	X
6	軍隊を出してストライキを押しえ付けた。	They brought out the military and held down the strike .	I held out the military and held it in the strike .	He held the strike in his grasp .	X	c9
7	私の権利をはなはだしく踏みにじる彼の態度には堪えられない。	I can not bear his blatant disrespect for my rights .	I can not stand his attitude in outrage for my right .	I simply cannot bear his own behavior .	c9	c9
8	進退伺いを出したらその僕に及ばずとのことであった。	On tendering my resignation , I had it returned to me as unnecessary .	Crack did you have nothing to do in the marsh .	When it came out , I could not do it without equivocation .	X	X
9	天才のすることは普通の物差しでは、計れない。	Genius can not be measured by the yardstick of ordinary men .	It is not usual to apply with a genius .	You can not measure a genius by a common hypothesis .	c4+s8	c4+s8
10	彼は、傷口が塞がったのもう大丈夫です。	He should be all right now that his wounds have closes .	He has closed the wound so it is already all over .	He is closed up the wound , so it is all right .	c9	c4+s8
11	彼らは大学を出たらすぐ一緒にならうと約束した。	They promised to get married soon after graduating from college .	They promised to be together as soon as they graduated from college .	They promised to get together as soon as they had graduated from college .	c9	c9
12	無実が証明されれば死んだ父も成仏できます。	My father 's soul will rest in peace if he is exonerated .	The father will be peace if you are exonerated .	If you prove proof against the innocent , your father can testify to the dead .	X	X
13	いつも明るい言葉を私にかけてくる。	She always has a cheery word for me .	She always assumes me a bright word .	She always has a cheery word for me .	c4+s8	c4+s8
14	ご存じのように、自動車業界は法律の要求を満たすことができないと主張しています。	As you may know , the automotive industry claims that requirements of the Act can not be met .	As you know , the car industry insists that there can not be a legal demand for the law .	As you know , the car trade insists that you cannot meet the needs of the law .	X	c9
15	そんなことを言うとはまったく勇敢だ。	You were terribly brave to say that .	It is absolutely brave of him to say such a thing .	He is absolutely brave in saying such things .	c9	X
16	ニューモデルは独特のデザインの優美なものだ。	The new model is a distinctively styled , elegant one .	Electronics is a typical of elegant design .	Newburyport is a graceful design of its own design .	c4+s8	X
17	机に寄り掛かって居眠りしておった。	He was leaning on the desk and dozing .	I had been leaning against the desk .	I was dozing against the desk .	c4+s8	c4+s8
18	細君は派手好きで金さえあれば着物を買ってしまふ。	His wife is a dashing woman , and spends all her money on finery .	His wife is fond of finery and spends her clothes all the money .	My wife likes her housework and buys all her money .	c9	c9

表 C.1: com9000vscom46000+sim80000

19	受話器を強く握り締めたので関節が白くなったほどだった。	She clutched the receiver so hard her knuckles went white .	My tightly clenched the receiver , and my joints were white .	My only back the receiver turned out to be a little empty .	c9	c9
20	村人に危険を知らせるために早鐘をついた。	I sounded an alarm bell to let the villagers know of the danger .	They debased the villagers to tell the danger .	They have cruelly torpedoed the villagers .	X	X
21	彼が現場に現われたのはこのときだった。	It was at this juncture that he arrived upon the scene .	It was this time he appeared at the scene .	He showed up at the very moment .	c9	c9
22	彼は人に悪口を言われても心にも留めない。	He gives no heed to people 's remarks .	He gives no heed to people 's remarks .	He gives no heed to names or other .	c9	X
23	父が死んだとき、私は赤ん坊だったので、記憶は全然無い。	I was a baby when my father died , so I do not have any memories of it at all .	When my father died , I have just had a baby .	When my father died , I was completely out of my memory .	X	X
24	あそこに見える家が私の家です。	The house you see over there is mine .	The house you see there is my house .	The house I see over there is my house .	c9	c4+s8
25	この植物は、ここに刺激を加えると葉がお辞儀をするので「おじぎそう」と言われています。	This plant is called the "humble plant" because the leaf bows down when you give it a stimulus here .	This plant is said to bow to your leaves , when you mention it here , that they bow .	The plant is stirred up , as it has a stimulating here , as it has a stimulating here .	X	c9
26	その足音がいつそう近づいたかと思うとまた遠ざかった。	The footsteps came nearer , then went away again .	He took the sound off at the risk of his footsteps .	The sound of the footsteps led to me again .	X	X
27	わたしはその金を受け取ることを断った。	I refused to accept the money .	I refused to receive the money .	I have refused to accept the money .	O	X
28	何もめしあがるような物はありません。	We have nothing to suit your palate .	There is nothing worthy of the closet .	Nothing can be made out of nothing .	X	X
29	現在の危機は大きな惨事を生む可能性をはらんでいる。	The present crisis carries the potential for a major catastrophe .	The present crisis is furious with a possibility of courting disaster .	The present crisis is courting disaster .	c9	c9
30	私は友人と3時に会う約束がある。	I have a three o'clock engagement with a friend .	I have an appointment with my friend .	I have a friend with my friend .	c9	X
31	成功したいのなら懸命に働くことだ。	If you hope to succeed , you must work hard .	If you want to succeed , you will work hard .	We will work hard if you want to succeed .	X	c9
32	頭のいい男だ。	He has a capable mind .	He is a clever man .	He is a smart man .	O	X
33	彼はやけて堪らないのだ。	He is bursting with jealousy .	He is bursting with an exception .	He is not satisfied .	X	X
34	彼女の長いふさふさとしたブロンドの髪がヘアピースではないかと思った。	I suspected her long , thick blond tresses to be a hairpiece .	We thought her long hair would a certain smile from a certain angle .	Her long blonde hair was a little dull .	X	X
35	郵便配達人は1日2回郵便物を配って歩く。	The mailman delivers the mail twice a day .	The letter carrier delivers the mail two day .	The mail carrier delivers the mail twice a day .	c4+s8	c4+s8
36	きみのあいまいな説明ではあの娘がだれだかわからなかった。	I could not recognize the girl from the vague description of her you gave me .	I could not tell the girl of your vague explanation .	I did not know who the girl was .	c9	X
37	そのような危機に直面しても彼女が冷静なのに驚いた。	He wondered at her composure in such a crisis .	We were surprised at the face of such a crisis in the face .	I was surprised that she could face a crisis like that .	c4+s8	X
38	どう考えてもこの問題は分からない。	No matter how I look at it I can not understand this problem .	Surely , I can not understand the problem .	No matter how much I think about this , I can not understand the problem .	X	c4+s8
39	メーカーは「ヒーセモ」絶縁材を最低の価格で貴社に提供する用意があります。	The manufacturer is prepared to supply you with "Heethemo" insulating material at the lowest possible prices .	The manufacturer is prepared to supply you with "Heethemo" insulating material .	The manufacturer is prepared to supply the "White" material with the price material .	c9	c9
40	供給が需要を超過すると物価が下がる。	Prices go down when supply exceeds demand .	When supply comes down , prices fall down .	Prices fall when the supply exceeds the demand .	c4+s8	c4+s8
41	子供たちはみやげ物を売ろうと観光客につきまとった。	The children tagged along at the tourists ' heels , trying to sell souvenirs .	The children faced the tourist desire to keep all these souvenirs .	The children fastened on the tourists for a gift .	c4+s8	X
42	少しは後先を考えてみるがよい。	You ought to reflect on the consequences .	You ought to think well when you think of the consequences .	It is better to try a little thought what you think .	X	X
43	暖かくお迎えくださり感謝しております。	It is generous of you to receive us .	I am thankful for a warm welcome .	We will be grateful and balmy .	c9	c9
44	彼のいやらしいジョークに聴衆はブーブー言って非難した。	The audience groaned at his dirty joke .	His audience barked at the audience whenever he nagged .	The audience howled with his audience for his rudeness .	X	X
45	彼は彼女をだましてそれをほんとうと思い込ませた。	He fooled her into believing it .	He deceived her into a true thought .	He tricked her into real reflection .	X	X
46	弁護士になるためには、司法試験に受からなければならない。	In order to become a lawyer , you must pass the bar examination .	To be a lawyer you must pass the bar examination .	To practice a lawyer , you must pass the bar examination to pass .	O	c9
47	あの人はいつも傘を持って歩く。	He always carries an umbrella with him .	He always carries an umbrella with him .	He always walks with his umbrella .	O	X
48	この列車のサービスは常に私をいらだたせる要因の一つである。	This train service is one of my pet peeves .	This train services is one of the disincentives factors of me .	The service service of this train is one of the causes of irritated me .	X	c4+s8

表 C.1: com90000vscom46000+sim80000

49	その朗報に接して喜びのあまり自分の問題をまったく忘れてしまった。	In my joy at the good news , I quite forgot my own problems .	The good news completely forgot my mind .	After the good news I have completely forgotten what to do with my own problems .	c4+s8	c4+s8
50	クロスワードに字を当てはめるのは面白い。	It is fun to fit a word into a crossword puzzle .	It is fun to apply a crossword hand .	It is interesting to apply in a crossword pen .	X	X
51	会議は予定より30分遅れて始められた。	The meeting was thirty minutes late in starting .	The meeting was delayed thirty minutes behind schedule .	The meeting was commenced thirty minutes behind schedule .	c4+s8	X
52	合図が出るとすぐ彼らは席に着いた。	They took their seats at a given signal .	They came to their seat as soon as the signal was a sign .	When the signal was indicated , they reached their seats .	c9	c4+s8
53	自分が除外されたと知って腹が立った。	I felt angry to discover that I had been omitted .	We were angry to learn that he had been excluded .	I was furious at knowing that he had been excluded .	X	X
54	先生はいつも自腹を切ってくれたらにござうしてください。	Our teacher always treated us out of his own pocket .	The teacher always took out the boost for us .	The teacher always hammered out his mask to us .	X	X
55	日本史はわたしの好きな科目の1つだ。	Japanese history is one of my favorite subjects .	Japanese history is one of my favorite subjects .	Japanese history is one of my favorite subjects .	O	X
56	彼は軍隊にはいるには弱すぎる。	He is too soft for the army .	He is too weak for the military .	He is too weak for the army .	O	X
57	彼女は世界一のいいおかあさんである。	She is the best mother that ever was .	She is as good a mother as ever was .	She is as good a mother as ever was .	O	X
58	労働者たちは配偶者が健康保険に加入することを望んでいる。	Workers want their uncovered spouses to join the health plan .	The workers want to take a medical policy for your health .	The workers want a spouse to take a healthy health .	X	X
59	このシャンプーなら頭垢が取れます。	This shampoo gets rid of dandruff .	This shampoo will get off your hair .	This shampoo will sharpen your head .	X	X
60	その決定を下すについては苦しんだ。	We struggled over the decision .	She was terrified about making the decision .	I am puzzled as to the decision .	c4+s8	c9
61	ぼくは緊張すると吃る癖がある。	I stammer when I feel nervous .	I tend to have a habit of keeping nervous tension .	Coming up the tension produces the habit of habit .	X	X
62	一息吐いてから次の仕事にかかろう。	Let us have a short break before we set about our next job .	Let 's draw breath and turn it over to the next job .	Let 's draw off one step after another and down the next job .	X	X
63	君の言うことの逆も同程度に当たっているようだ。	The converse of your statement seems equally true .	The other side of what you say seems to be right in the same way .	What you say is quite right in the same way .	c9	c9
64	私どもは結婚して10年になります。	We have been married for ten years .	We have been married ten years .	We have been married for ten years .	c4+s8	X
65	真を尽くして説明したら、相手も分かってくれました。	I explained it to him in all sincerity , and he understood .	I tried to explain it , and the other person was understood by me .	I have tried to explain the truth , and I would like to know the other person .	c9	c9
66	弟が入試に合格したと聞いて急に気が軽くなった。	When I heard that my brother passed his entrance exams I suddenly felt relieved .	When I learned that my brother had passed the entrance examination , I was a little relieved .	I was suddenly relieved from the success of my brother 's success in the entrance examination .	X	c9
67	彼の粘り強い性格は幼年期にかたち作られたものだ。	His tenacious character was molded by his early childhood experiences .	His character was embedded in childhood .	His character was taken in form in childhood .	X	X
68	彼らは、わがXYZ社への訪問中、当社が完全にオープンで協力的であったことに同意するでしょう。	They will agree that XYZ was completely open and cooperative during their visit with us .	They would be glad to have the entire time on our visit to XYZ during our visit to XYZ .	They will agree with our Company that we were all visiting to our XYZ in our XYZ .	X	X
69	摩耗や損傷がないか全部品を調べてください。	Examine all parts for wear or damage .	Check the whole parts and damages there if there are no sunglasses .	Examine all parts for wear or damage .	c4+s8	c4+s8
70	いくぶん誇張して言えば、私たちの生活は石油の持続した産出に依存していることになる。	It may be said with some exaggeration that our lives depend upon the continued flow of oil .	somewhat exaggerated exaggerate , our life rests on the manufacture of oil .	By a certain exaggeration , our lives depends on the growth of oil .	X	c9
71	こんなにおいしい物を、飽きるほど食べてみたい。	This is so good , I would like to eat so much of it that I get sick of it .	I would like to eat on such good things as this .	I wish I could eat such delicious things .	X	c9
72	それを飲みこむ前によくかみなさい。	Give it a good chew before you swallow it .	Chew it well before swallowing it .	Chew it before you see it .	c9	c9
73	データは1000バイト以下という比較的小さな単位で転送できる。	Data can be transferred in relatively small units of 1000 bytes or less .	The data can be transferred to a relatively smaller unit by a relatively smaller unit .	In 1 pad of data can be measured in the relatively small unit .	c9	X
74	監獄へ入って善人になる者は少ない。	Few people grow better in prison .	Few people grow better in prison .	Few people grow better in prison .	O	X
75	最期まで奮闘したのは敵ながら天晴であった。	To his honour be it said that the enemy fell fighting to the last .	The last thing he had been fighting was an admirable enemy .	They accepted the enemy , although we fought to the last .	X	c9
76	手押し一輪車の中にごみをスコップですくって入れた。	He shoveled dirt into a wheelbarrow .	She buttered the rubbish in her motorbike and poured it in .	She jostled the litter up in the ridge .	X	X

表 C.1: com90000vscom46000+sim80000

77	送り状第 2929 号に従って船積みした商品の損傷のため、貴殿に迷惑をおかけし申し訳ございません。	We apologize for any inconvenience you have experienced due to damage of our merchandise shipped under Invoice No. 2929 .	We are sorry to inconvenience you in the goods that ship and shipment during the invoice No. 321 .	For the installation of the invoice , I am sorry to have caused you a lot of trouble for the shipment of shipment .	X	X
78	彼がその絵に見入るがまにさせておいた。	We left him gazing at the picture .	He was enraptured by the picture that had been breached by the picture .	He had the picture acclimatized to the picture .	X	X
79	彼は出かけて、間もなく帰ってきた。	He went out , and returned after a short while .	He left and came back soon .	He got away and soon came home .	O	c9
80	品が違うから価も違う。	The articles are different in quality , and ought to be different in price .	The articles are different , and the price is different .	The price , it is different from one person to another .	c9	X
81	ABC 社を去るのは、まことになごり惜しいことです。	It is with considerable sorrow that I leave ABC .	It is a great regret to leave ABC .	I regret that I have gone out of ABC .	O	X
82	この事件は近所で知らない者はない。	There is not anybody in the neighborhood who does not know about this incident .	There is no one in this case who does not know the neighborhood .	I know no one in this neighborhood .	X	c9
83	その職に 100 人を超える申し込みがきている。	We have had over one hundred applications for the post .	More than one hundred to application the job .	There are more than one hundred items in the job .	X	c9
84	らっばが鳴り響いて国王を迎えた。	A blare of trumpets uprose to salute the king .	The bugle was postponed and king .	The bugle sounded the King and greeted the King .	X	c4+s8
85	俺の目の黒いうちはお前たちに不自由はさせぬ。	You shall not want for anything as long as I am alive .	You shall want for nothing as long as I live .	You shall have nothing with me in my eyes .	c9	c9
86	犬がいなくなったので子供たちはすっかりしよげている。	The children are eating their hearts out over their lost dog .	The children are completely disheartened by the absence of their dog .	The children are completely crushed by the dog .	c9	c9
87	私は針のむしろに座る心地がした。	I felt as if sitting on thorns .	I felt as if I felt right about a pin .	I felt comfortable to sit on the needle .	X	X
88	水素は酸素と化合して水となる。	Hydrogen combines with oxygen to form water .	Hydrogen combines with oxygen to form water .	Hydrogen combines with oxygen to form water .	O	X
89	当行の保証状に基づき、添付の保証状に、貴行の正式な署名をお願いいたします。	Kindly add your official signature to the attached Security Bond on the strength of our L/G .	We wish to make your outstanding signature on our guarantee , based on our guarantee .	Kindly complete your recommendation on receipt of your brief deposit on our guarantee receipt .	c9	X
90	彼はとても情に脆いからだ。	He is quite a susceptible type .	He is highly flattered .	He reminds me very much .	X	X
91	彼女の 1 作目の小説は実におもしろかったが、2 作目も同様におもしろい。	Her first novel was very interesting , and her second is every bit as good .	Her a novel is truly interesting , but even as it is as interesting as the second .	Her first novel novel is really entertaining , but two interesting novels are similar .	X	X
92	矢印に従えば出口に出られます。	Follow the arrows and you will find the exit .	Fossils come to the exit if there is gliding .	If you follow the arrows , you will be able to reach the exit .	c4+s8	c4+s8
93	お目にかかれてうれしいです。	I am very glad to meet you .	I am happy to see you .	I am happy to see you .	O	X
94	そう考えるのはまったく大間違いだ。	It is a gross mistake for you to think so .	The thought is quite a catastrophe .	It is quite great to think so .	X	X
95	できるだけ早くご返事頂ければ大変好都合でございます。	It would be a great convenience if you could answer as soon as possible .	Your prompt reply would be greatly appreciated .	Your very much reply to you is much appreciated .	c9	X
96	ベンチにひじを突き合わせて座っていた。	They were packed elbow to elbow on the benches .	He sat hunched on the bench .	He sat with his elbows on the bench .	X	c4+s8
97	丘の頂上からのながめはなんとも言えないほど美しい。	The view from the hilltop is indescribably beautiful .	The view from the top of the hill is beyond description .	The view of the hill is beautiful beyond all description .	O	X
98	姉はピアノのコンクールで優勝して新聞に載った。	My sister 's winning the piano competition was in the paper .	My sister won the piano contest in royal expectation .	My sister was won in the concert contest and appeared in the newspapers .	c4+s8	c4+s8
99	女性用トイレから出て来さま私にドシンとぶつかった。	She whammed into me coming out of the ladies ' room .	She ran from a woman 's toilet with an utter thump .	I bumped from the motions of women and bumped to me with a shower .	X	c9
100	大統領は 2 期目に出馬しないだろうと推測されている。	There has been speculation that the president will not run for a second term .	It is presumed that the president will not run for two years .	It is resolved that the President will not run in 2 years .	X	X

付録D 複文9万文の結果と複文9万文 +単文16万文の結果の人手 評価

表 D.1 に複文 9 万文の結果と複文 9 万文 + 単文 16 万文の結果の人手評価を載せる。

表 D.1: com90000vscom90000+sim160000

	test100	reference	com90000	com90000+sim160000	A	B
1	～でのデモは過去の抗議デモなどちっぽけに見えてしまうほどの規模になる見込みだ。	The scope of demonstrations in is expected to dwarf all past protests .	In , demonstrators who are looking up for a past demonstration are a tiny accretion of protest .	The number of demonstrations that has been obtained by is expected to bear a large range of protests in the past .	X	X
2	この花が咲くともう春です。	When this flower blooms , you will know it is spring .	This flower is already spring , and it is spring .	This flower is already spring in spring .	X	X
3	その国はこの戦いを前から予知してそれに備えてきた。	The country had long foreseen and prepared for this struggle .	The country has been made to do it for the future .	The country has been prepared for the battle since it was over .	X	c9+s16
4	みだりに干渉しては有害無益だ。	Arbitrary interference will do more harm than good .	Flattery will do more harm than good in gambling .	Good interference will do you good .	X	X
5	宇宙を浮遊するというアイデアは私にはあまり魅力がない。	The idea of floating around in space does not appeal to me much .	The idea of lifting space is too much for me to be captured .	The idea of flying in space is too appealing for me .	X	X
6	軍隊を出してストライキを押しえ付けた。	They brought out the military and held down the strike .	I held out the military and held it in the strike .	He held out the army for the strike .	c9+s16	X
7	私の権利をはなはだしく踏みしめる彼の態度には堪えられない。	I can not bear his blatant disrespect for my rights .	I can not stand his attitude in outrage for my right .	I can not bear the boldness of his rights in my rights .	c9	c9
8	進退伺いを出したらその儀に及ばずとのことであった。	On tendering my resignation , I had it returned to me as unnecessary .	Crack did you have nothing to do in the marsh .	He did not want to get the hang out of the Guinness .	X	X
9	天才のすることは普通の物差しでは、計れない。	Genius can not be measured by the yardstick of ordinary men .	It is not usual to apply with a genius .	A genius for genius is a normal measure .	X	X
10	彼は、傷口が塞がったのでもう大丈夫です。	He should be all right now that his wounds have closes .	He has closed the wound so it is already all over .	He has been cut up with the wound , so it is all right .	c9	c9
11	彼らは大学を出たらすぐ一緒になろうと約束した。	They promised to get married soon after graduating from college .	They promised to be together as soon as they graduated from college .	They promised to get together as soon as they graduated from college .	X	c9
12	無実が証明されれば死んだ父も成仏できます。	My father 's soul will rest in peace if he is exonerated .	The father will be peace if you are exonerated .	My father , who is innocent , is completely ruined by his father .	X	X
13	いつも明るい言葉を私にかけてくる。	She always has a cheery word for me .	She always assumes me a bright word .	He always gives me a cheerful word .	c9+s16	X
14	ご存じのように、自動車業界は法律の要求を満たすことができないと主張しています。	As you may know , the automotive industry claims that requirements of the Act can not be met .	As you know , the car industry insists that there can not be a legal demand for the law .	As you know , I insist that the automobile industry can not meet the demands of law .	c9+s16	X
15	そんなことを言うとはまったく勇敢だ。	You were terribly brave to say that .	It is absolutely brave of him to say such a thing .	It is absolutely brave to say that .	O	c9
16	ニューモデルは独特のデザインの優美なものだ。	The new model is a distinctively styled , elegant one .	Electronics is a typical of elegant design .	DAT models are graceful models of design .	X	X
17	机に寄り掛かって居眠りしておった。	He was leaning on the desk and dozing .	I had been leaning against the desk .	I was dozing down against the desk .	c9+s16	c9+s16
18	細君は派手好きで金さえあれば着物を買ってしまう。	His wife is a dashing woman , and spends all her money on finery .	His wife is fond of finery and spends her clothes all the money .	His wife likes to buy a kimono , and he buys his money .	X	c9

表 D.1: com9000vscom90000+sim160000

19	受話器を強く握り締めたので関節が白くなったほどだった。	She clutched the receiver so hard her knuckles went white .	My tightly clenched the receiver , and my joints were white .	I held a hard sleep in the phone , so my joints were turned gray .	c9	c9
20	村人に危険を知らせるために早鐘をついた。	I sounded an alarm bell to let the villagers know of the danger .	They debased the villagers to tell the danger .	He made a feint of a wrench to tell the villagers .	X	X
21	彼が現場に現われたのはこのときだった。	It was at this juncture that he arrived upon the scene .	It was this time he appeared at the scene .	It was this time he appeared to the scene .	O	X
22	彼は人に悪口を言われても心にも留めない。	He gives no heed to people 's remarks .	He gives no heed to people 's remarks .	He gives no heed to advice or warning .	c9	c9
23	父が死んだとき、私は赤ん坊だったので、記憶は全然無い。	I was a baby when my father died , so I do not have any memories of it at all .	When my father died , I have just had a baby .	When my father died , I had no memory at all .	X	c9+s16
24	あそこに見える家が私の家です。	The house you see over there is mine .	The house you see there is my house .	The house you see over there is mine .	c9+s16	c9+s16
25	この植物は、ここに刺激を加えると葉がお辞儀をするので「おじぎそう」と言われています。	This plant is called the " humble plant " because the leaf bows down when you give it a stimulus here .	This plant is said to bow to your leaves , when you mention it here , that they bow .	This plant is said to have a stimulus in this plant , so it is said that the leaves are on .	X	X
26	その足音がいつそう近づいたかと思うとまた遠ざかった。	The footsteps came nearer , then went away again .	He took the sound off at the risk of his footsteps .	When the sound of the footsteps approached , he flew away again .	c9+s16	X
27	わたしはその金を受け取ることを断った。	I refused to accept the money .	I refused to receive the money .	I refused to receive the money .	O	X
28	何もめしあがるような物はありません。	We have nothing to suit your palate .	There is nothing worthy of the closet .	Nothing can be undone .	X	X
29	現在の危機は大きな惨事を生む可能性をはらんでいる。	The present crisis carries the potential for a major catastrophe .	The present crisis is furious with a possibility of courting disaster .	The present crisis is fraught with major possibilities .	c9	c9
30	私は友人と3時に会う約束がある。	I have a three o'clock engagement with a friend .	I have an appointment with my friend .	I have an appointment with my friend at three .	c9+s16	c9+s16
31	成功したいのなら懸命に働くことだ。	If you hope to succeed , you must work hard .	If you want to succeed , you will work hard .	I work hard if I should succeed .	c9	c9
32	頭のいい男だ。	He has a capable mind .	He is a clever man .	He is a smart man .	O	X
33	彼はやけて堪らないのだ。	He is bursting with jealousy .	He is bursting with an exception .	He is an irresistible man .	X	c9+s16
34	彼女の長いふさふさとしたブロンドの髪がヘアピースではないかと思った。	I suspected her long , thick blond tresses to be a hairpiece .	We thought her long hair would a certain smile from a certain angle .	Her long blonde hair was suspected of gray .	X	X
35	郵便配達人は1日2回郵便物を配って歩く。	The mailman delivers the mail twice a day .	The letter carrier delivers the mail two day .	The mailman delivers the mail twice a day .	c9+s16	c9+s16
36	きみのあいまいな説明ではあの娘がだれだかわからなかった。	I could not recognize the girl from the vague description of her you gave me .	I could not tell the girl of your vague explanation .	The girl 's vague explanation did not tell the girl .	c9	c9
37	そのような危機に直面しても彼女が冷静なのに驚いた。	He wondered at her composure in such a crisis .	We were surprised at the face of such a crisis in the face .	I was surprised at her calm in such a crisis .	c9+s16	c9+s16
38	どう考えてもこの問題は分からない。	No matter how I look at it I can not understand this problem .	Surely , I can not understand the problem .	I can not understand this problem .	c9+s16	X
39	メーカーは「ヒースーモ」絶縁材を最低の価格で貴社に提供する用意があります。	The manufacturer is prepared to supply you with " Heethemo " insulating material at the lowest possible prices .	The manufacturer is prepared to supply you with " Heethemo " insulating material .	The manufacturer is prepared to supply the " Heethemo " material at your lowest price .	c9+s16	c9+s16
40	供給が需要を超過すると物価が下がる。	Prices go down when supply exceeds demand .	When supply comes down , prices fall down .	The supply drops when supply exceeds the demand .	X	X
41	子供たちはみやげ物を買ろうと観光客につきまとった。	The children tagged along at the tourists ' heels , trying to sell souvenirs .	The children faced the tourist desire to keep all these souvenirs .	The children traded on tourists to treat their souvenirs .	X	c9+s16
42	少しは後先を考えてみるがよい。	You ought to reflect on the consequences .	You ought to think well when you think of the consequences .	You ought to think a little of the consequences .	c9+s16	X
43	暖かくお迎えくださり感謝しております。	It is generous of you to receive us .	I am thankful for a warm welcome .	I am grateful to you .	c9	c9
44	彼のいやらしいジョークに聴衆はブーブー言って非難した。	The audience groaned at his dirty joke .	His audience barked at the audience whenever he nagged .	The audience thundered at his slighting jokes .	c9+s16	X
45	彼は彼女をだましてそれをほんとうと思込ませた。	He fooled her into believing it .	He deceived her into a true thought .	He deceived her into believing it .	c9+s16	c9+s16
46	弁護士になるためには、司法試験に受からなければならない。	In order to become a lawyer , you must pass the bar examination .	To be a lawyer you must pass the bar examination .	In order to become a lawyer , you have to pass the bar examination .	O	X
47	あの人はいつも傘を持って歩く。	He always carries an umbrella with him .	He always carries an umbrella with him .	He always carries his umbrella with me .	c9	X
48	この列車のサービスは常に私をいらだたせる要因の一つである。	This train service is one of my pet peeves .	This train services is one of the disincentives factors of me .	This train service is one of the factors that always irritated me .	c9+s16	c9+s16

表 D.1: com9000vscom90000+sim160000

49	その朗報に接して喜びのあまり自分の問題をまったく忘れてしまった。	In my joy at the good news , I quite forgot my own problems .	The good news completely forgot my mind .	I was delighted at the good news by the good news .	X	X
50	クロスワードに字を当てはめるのは面白い。	It is fun to fit a word into a crossword puzzle .	It is fun to apply a crossword hand .	It is interesting to apply characters in a crossword puzzle .	X	c9+s16
51	会議は予定より30分遅れて始められた。	The meeting was thirty minutes late in starting .	The meeting was delayed thirty minutes behind schedule .	The meeting was commenced 30 minutes behind schedule .	O	X
52	合図が出るとすぐ彼らは席に着いた。	They took their seats at a given signal .	They came to their seat as soon as the signal was a sign .	They arrived at their seats as soon as the signal was sent .	X	c9
53	自分が除外されたと知って腹が立った。	I felt angry to discover that I had been omitted .	We were angry to learn that he had been excluded .	I was annoyed to learn that I was excluded .	c9+s16	c9+s16
54	先生はいつも自腹を切つてぼくたちにごちそうしてくださった。	Our teacher always treated us out of his own pocket .	The teacher always took out the boost for us .	The teacher always nursed us out of his own pocket .	X	c9+s16
55	日本史はわたしの好きな科目の1つだ。	Japanese history is one of my favorite subjects .	Japanese history is one of my favorite subjects .	Japanese history is one of my favorite subjects .	O	X
56	彼は軍隊にはいるには弱すぎる。	He is too soft for the army .	He is too weak for the military .	He is too weak for the army .	O	X
57	彼女は世界一のいいおかあさんである。	She is the best mother that ever was .	She is as good a mother as ever was .	She is the best mother in the world .	O	c9+s16
58	労働者たちは配偶者が健康保険に加入することを望んでいる。	Workers want their uncovered spouses to join the health plan .	The workers want to take a medical policy for your health .	The workers want their spouse to join the health insurance .	c9+s16	c9+s16
59	このシャンプーなら頭垢が取れます。	This shampoo gets rid of dandruff .	This shampoo will get off your hair .	This shampoo will give you the grime .	X	X
60	その決定を下すについては苦しんだ。	We struggled over the decision .	She was terrified about making the decision .	I was racked with the decision .	O	X
61	ぼくは緊張すると吃る癖がある。	I stammer when I feel nervous .	I tend to have a habit of keeping nervous tension .	I have a habit of speaking in riddles .	X	X
62	一息吐いてから次の仕事にかかろう。	Let us have a short break before we set about our next job .	Let 's draw breath and turn it over to the next job .	Let 's drop down to the next work .	X	X
63	君の言うことの逆も同程度に当たっているようだ。	The converse of your statement seems equally true .	The other side of what you say seems to be right in the same way .	What you say seems to be the opposite of what you say .	X	c9
64	私どもは結婚して10年になります。	We have been married for ten years .	We have been married ten years .	We have been married for ten years .	c9+s16	X
65	真を尽くして説明したら、相手も分かってくれました。	I explained it to him in all sincerity , and he understood .	I tried to explain it , and the other person was understood by me .	If I tried to explain the truth , I would understand the other party .	c9	c9
66	弟が入試に合格したと聞いて急に気が軽くなった。	When I heard that my brother passed his entrance exams I suddenly felt relieved .	When I learned that my brother had passed the entrance examination , I was a little relieved .	Suddenly I was suddenly relieved that my brother had passed the entrance examination .	c9	c9
67	彼の粘り強い性格は幼年期にかたち作られたものだ。	His tenacious character was molded by his early childhood experiences .	His character was embedded in childhood .	His self-destruction was formed in his infancy .	X	X
68	彼らは、わがXYZ社への訪問中、当社が完全にオープンで協力的であったことに同意するでしょう。	They will agree that XYZ was completely open and cooperative during their visit with us .	They would be glad to have the entire time on our visit to XYZ during our visit to XYZ .	They will agree with the cooperation of our visit to our XYZ Company .	c9+s16	X
69	摩耗や損傷がないか全部品を調べてください。	Examine all parts for wear or damage .	Check the whole parts and damages there if there are no sunglasses .	Check all parts for wear or damage .	c9+s16	c9+s16
70	いくぶん誇張して言えば、私たちの生活は石油の持続した産出に依存していることになる。	It may be said with some exaggeration that our lives depend upon the continued flow of oil .	somewhat exaggerated exaggerate , our life rests on the manufacture of oil .	A rather exaggerated exaggeration will depend on our lives .	X	c9
71	こんなにおいしい物を、飽きるほど食べてみたい。	This is so good , I would like to eat so much of it that I get sick of it .	I would like to eat on such good things as this .	I would like to eat such delicious things as such a delicious thing .	X	X
72	それを飲みこむ前によくかみなさい。	Give it a good chew before you swallow it .	Chew it well before swallowing it .	Chew it thoroughly before swallowing it .	c9	X
73	データは1000バイト以下という比較的小さな単位で転送できる。	Data can be transferred in relatively small units of 1000 bytes or less .	The data can be transferred to a relatively smaller unit by a relatively smaller unit .	The data can be forwarded by relatively small units of 1,000 users .	X	X
74	監獄へ入って善人になる者は少ない。	Few people grow better in prison .	Few people grow better in prison .	Few people get better in jail .	O	c9
75	最期まで奮闘したのは敵ながら天晴であった。	To his honour be it said that the enemy fell fighting to the last .	The last thing he had been fighting was an admirable enemy .	It was the enemy who fought hard to the end of the enemy .	c9	X
76	手押し一輪車の中にごみをスコップですくって入れた。	He shoveled dirt into a wheelbarrow .	She buttered the rubbish in her motorbike and poured it in .	They sprayed the trash in the wheelbarrow with a burning thread .	X	X

表 D.1: com90000vscom90000+sim160000

77	送り状 第 2929 号に従って船積みした商品の損傷のため、貴殿に迷惑をおかけし申し訳ございません。	We apologize for any inconvenience you have experienced due to damage of our merchandise shipped under Invoice No. 2929 .	We are sorry to inconvenience you in the goods that ship and shipment during the invoice No. 321 .	We are sorry to trouble you for the damage caused by the damage caused by the Licensor in the invoice .	X	X
78	彼がその絵に見入るがまにさせておいた。	We left him gazing at the picture .	He was enraptured by the picture that had been breached by the picture .	He made a dent in the picture .	X	X
79	彼は出かけて、間もなく帰ってきた。	He went out , and returned after a short while .	He left and came back soon .	He went out soon after he went out .	c9	c9
80	品が違うから価値も違う。	The articles are different in quality , and ought to be different in price .	The articles are different , and the price is different .	The articles are different , but the value is different .	c9	X
81	ABC社を去るのは、まことになごり惜しいことです。	It is with considerable sorrow that I leave ABC .	It is a great regret to leave ABC .	It is a pity that we leave ABC to leave .	c9	X
82	この事件は近所で知らない者はない。	There is not anybody in the neighborhood who does not know about this incident .	There is no one in this case who does not know the neighborhood .	This case is not known in the neighborhood .	X	X
83	その職に100人を超える申し込みがきている。	We have had over one hundred applications for the post .	More than one hundred to application the job .	There have been more than one hundred .	c9+s16	c9
84	らっばが鳴り響いて国王を迎えた。	A blare of trumpets uprose to salute the king .	The bugle was postponed and king .	The bugle sounded to welcome the King .	c9+s16	c9+s16
85	俺の目の黒いうちはお前たちに不自由はさせぬ。	You shall not want for anything as long as I am alive .	You shall want for nothing as long as I live .	You shall not want to want for anything as long as I live .	c9	c9
86	犬がいなくなったので子供たちはすっかりしよげている。	The children are eating their hearts out over their lost dog .	The children are completely disheartened by the absence of their dog .	The children are completely disheartened by their absence .	c9	c9
87	私は針のむしろに座る心地がした。	I felt as if sitting on thorns .	I felt as if I felt right about a pin .	I felt as if I had been sitting on a needle .	c9+s16	c9+s16
88	水素は酸素と化合して水となる。	Hydrogen combines with oxygen to form water .	Hydrogen combines with oxygen to form water .	Hydrogen combines with oxygen into water .	O	X
89	当行の保証状に基づき、添付の保証状に、貴行の正式な署名をお願いいたします。	Kindly add your official signature to the attached Security Bond on the strength of our L/G .	We wish to make your outstanding signature on our guarantee , based on our guarantee .	Based on our Letter of Guarantee , we would like to have your formal Letter of Guarantee signed .	c9+s16	c9+s16
90	彼はとても情に脆いからだ。	He is quite a susceptible type .	He is highly flattered .	He is very weak .	c9+s16	X
91	彼女の1作目の小説は実におもしろかったが、2作目も同様におもしろい。	Her first novel was very interesting , and her second is every bit as good .	Her a novel is truly interesting , but even as it is as interesting as the second .	Her first novel is very entertaining , but the second novel is as interesting as it was .	c9+s16	c9+s16
92	矢印に従えば出口に出られます。	Follow the arrows and you will find the exit .	Fossils come to the exit if there is gliding .	If you follow the arrows , you will come to the exit .	c9+s16	c9+s16
93	お目にかかれてうれしいです。	I am very glad to meet you .	I am happy to see you .	I am glad to see you .	O	X
94	そう考えるのはまったく大間違いだ。	It is a gross mistake for you to think so .	The thought is quite a catastrophe .	It is quite a different difference of opinion .	X	c9+s16
95	できるだけ早くご返事頂ければ大変好都合でございます。	It would be a great convenience if you could answer as soon as possible .	Your prompt reply would be greatly appreciated .	It would be very good of you to reply as soon as possible .	X	X
96	ベンチにひじを突き合わせて座っていた。	They were packed elbow to elbow on the benches .	He sat hunched on the bench .	He sat on the bench with his elbow folded .	X	c9+s16
97	丘の頂上からのながめはなんとも言えないほど美しい。	The view from the hilltop is indescribably beautiful .	The view from the top of the hill is beyond description .	The view from the hilltop is indescribably beautiful .	O	c9+s16
98	姉はピアノのコンクールで優勝して新聞に載った。	My sister 's winning the piano competition was in the paper .	My sister won the piano contest in royal expectation .	My sister won the piano contest and appeared in the newspapers .	c9+s16	c9+s16
99	女性用トイレから出て来ざま私にドシンとぶつかった。	She whammed into me coming out of the ladies ' room .	She ran from a woman 's toilet with an utter thump .	She hit me with a slap from the kitchen toilet .	X	X
100	大統領は2期目に不出馬しないだろうと推測されている。	There has been speculation that the president will not run for a second term .	It is presumed that the president will not run for two years .	The President is conjecture not to run in his second term .	c9+s16	c9+s16

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] Rui Wang, Masao Utiyama, Andrew Finch, Lemaoy Liu, Kehai Chen, and Eiichiro Sumita. Sentence selection and weighting for neural machine translation domain adaptation. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, Vol. 26, No. 10, pp. 1727–1741, 2018.
- [2] 北村美穂子, 松本裕治ほか. 対訳コーパスを利用した対訳表現の自動抽出. *情報処理学会論文誌*, Vol. 38, No. 4, pp. 727–736, 1997.
- [3] Philipp Koehn, Vishrav Chaudhary, Ahmed El-Kishky, Naman Goyal, Peng-Jen Chen, and Francisco Guzmán. Findings of the wmt 2020 shared task on parallel corpus filtering and alignment. In *Proceedings of the Fifth Conference on Machine Translation*, pp. 726–742, 2020.
- [4] Jinyi Zhang and Tadahiro Matsumoto. Corpus augmentation for neural machine translation with chinese-japanese parallel corpora. *Applied sciences*, Vol. 9, No. 10, p. 2036, 2019.
- [5] Safae Berrichi and Azzeddine Mazroui. Addressing limited vocabulary and long sentences constraints in english–arabic neural machine translation. *Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol. 46, No. 9, pp. 8245–8259, 2021.
- [6] 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.
- [7] 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.

- [8] Minh-Thang Luong, Hieu Pham, and Christopher D Manning. Effective approaches to attention-based neural machine translation. *arXiv preprint arXiv:1508.04025*, 2015.
- [9] Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber. Long short-term memory. *Neural computation*, Vol. 9, No. 8, pp. 1735–1780, 1997.
- [10] Yequan Wang, Minlie Huang, Xiaoyan Zhu, and Li Zhao. Attention-based lstm for aspect-level sentiment classification. In *Proceedings of the 2016 conference on empirical methods in natural language processing*, pp. 606–615, 2016.
- [11] Opennmt - open-source neural machine translation, 2017. <https://opennmt.net/>.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Satanjeev 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.
- [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.