

# ルールベース翻訳を前処理に用いた階層型統計翻訳

岡崎響 村上仁一 徳久雅人 村田真樹

鳥取大学工学部知能情報工学科

{s092013,murakami,tokuhisa,murata}@ike.tottori-u.ac.jp

## 1 はじめに

現在、機械翻訳の分野において、ルールベース翻訳と句に基づく統計翻訳を組み合わせるハイブリッド翻訳が注目されている [1]。日英ハイブリッド翻訳は、まずルールベース翻訳で、入力文の日本語文を英語文に翻訳し、文法構造を出力文に近づける。以降、この操作を前処理と表記する。次に、その英語文に対し、句に基づく統計翻訳で英英統計翻訳を行うことで、目的の出力文を得る。福田ら [2] の研究では、ハイブリッド翻訳は日本語と英語のような文法構造が大きく異なる言語間での翻訳において、高い翻訳精度を出力することを報告した。

一方、Chiang[3] は階層型統計翻訳を提案した。階層型統計翻訳は文脈自由文法をモデルとして翻訳を行うため、正しい文法構造を持った文に翻訳される傾向がある。久保田ら [4] は階層型統計翻訳は句に基づく統計翻訳と比較して、自動評価、人手評価ともに翻訳精度が高いことを報告した。

そこで、本研究では、ルールベース翻訳と階層型統計翻訳を組み合わせ、日英翻訳を行い、翻訳精度の向上を目指す。なお、本論文では、ルールベース翻訳を RMT、句に基づく統計翻訳を PSMT、階層型統計翻訳を HSMT、ルールベース翻訳を前処理に用いた句に基づく統計翻訳 (従来のハイブリッド翻訳) を RMT+PSMT、ルールベース翻訳を前処理に用いた階層型統計翻訳 (提案手法) を RMT+HSMT と表記する。

## 2 ベースライン (RMT+PSMT)

RMT+PSMT における日英翻訳の手順を図 1 に示す。

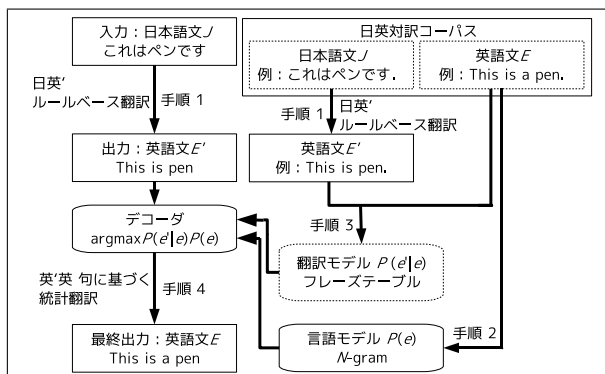


図 1 ハイブリッド翻訳の手順

手順 1 前処理として、日英対訳コーパス (学習データ、テストデータ、ディベロップメントデータ) の日本語文に対して、ルールベース翻訳でそれぞれ日英翻訳を行う。以降、日英対訳コーパスの日本語文と英語文をそれぞれ J と E、ルールベース翻訳の出力する英語文を E' (英') と表記する。

日本語文 J の例、英語文 E' の例を以下に示す。

日本語文 J の例

免許をとった。  
私は映画を見に行く。

英語文 E' の例

License was taken.  
I go to the movie.

手順 2 日英対訳コーパスの英語文を用いて、言語モデルを作成する。

手順 3 手順 1 で作成した英語文 E' と日英対訳コーパスの英語文を用いて、英英翻訳モデルを作成する。以降、この翻訳モデルを英'英'翻訳モデルと表記する。

手順 4 手順 2 で作成した言語モデルと、手順 3 で作成した翻訳モデルを用いて、統計翻訳で英'英'翻訳を行なう。

## 3 階層型統計翻訳

階層型統計翻訳では翻訳モデルにルールテーブルを用いる。ルールテーブルは日英翻訳の場合、日本語パターンから英語パターンへの対応と、翻訳確率を保持する。入力文を句の中に句が含まれる階層にした後、デコーダによって出力文を決定し、翻訳を行う。図 2 に例を示す。階層型統計翻訳を行うツールとして moses[6] や joshua[7] がある。

## 4 提案手法 (RMT+HSMT)

提案手法ではルールベース翻訳と階層型統計翻訳を組み合わせる。手順を図 3 に示す。

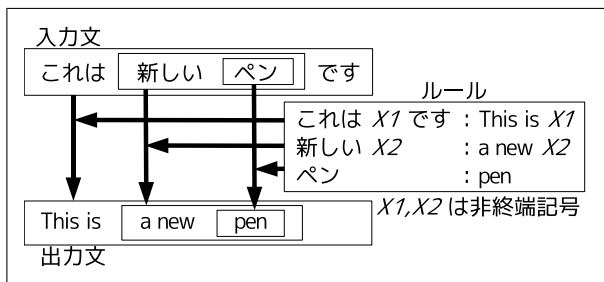


図 2 階層ルールによる翻訳

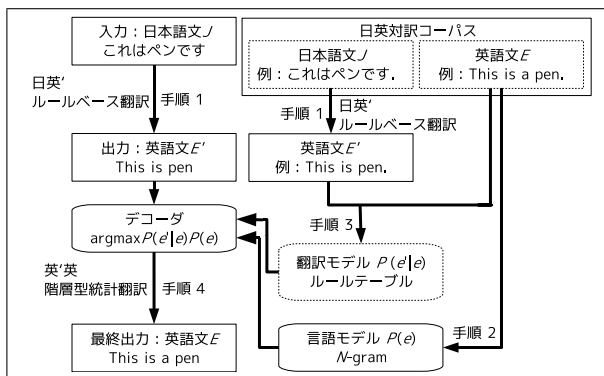


図 3 提案手法の手順

- 手順 1 前処理として、日英対訳コーパス (学習データ、テストデータ、ディベロップメントデータ) の日本語文に対して、ルールベース翻訳でそれぞれ日英' 翻訳を行なう。
- 手順 2 日英対訳コーパスの英語文を用いて、言語モデルを作成する。
- 手順 3 前処理を行なった学習データの英語文 (英) と日英対訳コーパスの英語文 (英') を用いて、英' 英翻訳モデルを作成する。英' 英ルールテーブルの例を以下の表 1 に示す。

表 1 英' 英ルールテーブルの例

[X]     pen     pen     0.727
[X]     pen     brush     0.058
[X]     pen [X,1][X,2] of     pen [X,1][X,2] of     1

- 手順 4 手順 2 で作成した言語モデルと手順 3 で作成した翻訳モデルを用いて、階層型統計翻訳で英' 英翻訳を行なう。

## 5 実験データ

本実験で用いる実験データには、統計翻訳の前処理として、各コーパスの日本語文に対して、“chasen[5]”を用いて形態素解析を行なう。また英語文に対して、“tokenizer.perl[6]”を用いて、わかち書きを行なう。

### 5.1 単文コーパス

辞書の例文から抽出した単文コーパス 182,899 文 [8] より、学習データとして 100,000 文、テストデータとして 10,000 文、ディベロップメントデータとして 1,000 文を用いる。

### 5.2 重文複文コーパス

辞書の例文から抽出した重文複文コーパス 122,719 文 [8] より、学習データとして 100,000 文、テストデータとして 10,000 文、ディベロップメントデータとして 1,000 文を用いる。

—— 単文コーパスの例 ——

彼は大声で泣いた。  
He cried loudly.

—— 重文コーパスの例 ——

空に目を向けたが何も見えなかった。  
Looking up to the sky, I saw nothing.

## 6 実験環境

### 6.1 ルールベース翻訳 (RMT)

本研究では、ルールベース翻訳として、東芝の TAURAS[9] を使用する。

### 6.2 デコーダ

本研究では PSMT のデコーダとして、“moses[6]”を用いる。また、HSMT のデコーダとしても“moses”を用いる。なお、PSMT においてはパラメータチューニング [10] を行う。

## 7 評価方法

本研究では、ハイブリッド翻訳 (RMT+PSMT) をベースラインとする。

### 7.1 自動評価

出力文の評価として自動評価法である BLEU[11]、METEOR[12]、RIBES[13] を使用する。

### 7.2 人手評価

人手評価として、ベースラインの翻訳結果と提案手法の翻訳結果のそれぞれをランダムに 100 文ずつ抽出し、対比較評価を行う。判断基準を表 2 に示す。

表 2 判断基準

ベースライン (RMT+PSMT)	ベースラインの翻訳結果が提案手法の 翻訳結果より優れている場合
提案手法 (RMT+HSMT)	提案手法の翻訳結果がベースラインの 翻訳結果より優れている場合
差なし	ベースラインの翻訳結果と提案手法の 翻訳結果に差がない場合
同一	ベースラインの翻訳結果と提案手法の 翻訳結果が同じ場合

## 8 実験結果

### 8.1 自動評価結果

ベースライン (RMT+PSMT)、提案手法 (RMT+HSMT) の自動評価結果を表 3、表 4 に示す。

表 3 単文における自動評価

	BLEU	METEOR	RIBES
RMT+PSMT	0.1727	0.4979	0.7455
RMT+HSMT	0.1698	0.4979	0.7479

表 4 重文複文における自動評価

	BLEU	METEOR	RIBES
RMT+PSMT	0.1440	0.4458	0.7012
RMT+HSMT	0.1435	0.4444	0.7059

結果より，ベースラインと提案手法を比較すると，単文，重文複文のどちらにおいても翻訳精度にほとんど差がない．

## 8.2 人手評価結果

ベースライン (RMT+PSMT)，提案手法 (RMT + HSMT) の人手評価結果を表 5 と表 6 に示す．

表 5 単文における対比較評価

RMT+PSMT	RMT+HSMT	差なし	同一
11	8	49	32

表 6 重文複文における対比較評価

RMT+PSMT	RMT+HSMT	差なし	同一
10	8	61	21

結果より，ベースラインと提案手法を比較すると，単文，重文複文のどちらにおいても翻訳精度にほとんど差がない．

## 8.3 提案手法の翻訳例

表 7～9 に単文における翻訳例および対比較評価の判断例を，表 10～12 に重文複文における翻訳例および対比較評価の判断例を示す．また，中間言語とはルールベース翻訳の出力である．

表 7 単文におけるベースライン の例

日本語文	これはベティーがかいた絵です。
正解文	This is a picture that Betty painted .
中間言語	This is the picture which Betty drew .
RMT+PSMT	This is a picture that Betty drew .
RMT+HSMT	This is a picture which Betty .

表 8 単文における提案手法 の例

日本語文	陪審の評決が出た。
正解文	The jury has reached a verdict .
中間言語	A jury's verdict came out .
RMT+PSMT	The jury's was guilty verdict .
RMT+HSMT	A jury's guilty verdict came out .

表 9 単文における差なしの例

日本語文	彼女はまだ口紅をつける年ではない。
正解文	She is not old enough to use lipstick .
中間言語	She is not a year which still attaches a lipstick .
RMT+PSMT	She is not a year is still on in on lipstick .
RMT+HSMT	She is not a year still on lipstick is out .

表 10 重文複文におけるベースライン の例

日本語文	彼はあまりにもひどい人つきなので、もはやだれも彼を信用していない。
正解文	He is such a liar that nobody trusts him anymore .
中間言語	Since he is a too much severe liar , nobody already trusts him .
RMT+PSMT	He is a terrible liar, nobody already believes him .
RMT+HSMT	He is too poor liar, Nobody believes him .

表 11 重文複文における提案手法 の例

日本語文	K 商業は手ごわい相手だ。
正解文	K Commercial High School is a formidable opponent .
中間言語	K commerce is a strong partner .
RMT+PSMT	The K commerce is a .
RMT+HSMT	The K commercial is a strong rival .

表 12 重文複文における差なしの例

日本語文	彼が協力してくれると心強い。
正解文	We would feel reassured if he collaborated .
中間言語	I am secure when he cooperates .
RMT+PSMT	His cooperation would reassure us .
RMT+HSMT	We would feel emboldened if he collaborated .

## 9 考察

### 9.1 階層型統計翻訳の効果

提案手法では，ルールベース翻訳によって文法的に誤った文を出力されることがある．したがって，階層型統計翻訳によって正しい文法の文が出力されれば，翻訳精度の向上が期待できる．よって，表 13 に示す判断条件で比較を行った．なお，本節での文法的な正しさとは，文の構造の正確さを指し，単語選択の正確さは考慮していない．単文と重文複文でそれぞれランダムに 100 文ずつ抽出し，比較を行った結果を表 14 に示す．

表 13 判断条件

RMT 文法×	ルールベース翻訳で文法的に誤った文を出力している文数
RMT+HSMT 文法	“RMT 文法×”かつ RMT+HSMT で文法的に正しい文を出力している文数

表 14 判断条件で比較した結果

	単文	重文複文
RMT 文法×	3	5
RMT+HSMT 文法	0	0

RMT 文法×の例を表 15 に示す．

表 15 RMT 文法×の例

日本語文	この国々には今も男女間に社会的な差が存在する。
RMT 文法×	A difference still social among men and women exists in these countries .
RMT+HSMT	The difference still exists between men and women in these countries of society .

表 14 より，ルールベース翻訳によって誤った文法が出力された文は単文 100 文中 3 文，重文複文 100 文中 5 文と非常に少なかった．よって，ルールベース翻訳による前処理で，ほとんどの文が文法的に正しく翻訳されていたことが確認できる．

また，文法的に誤った出力文のうち，階層型統計翻訳によって正しい文法へと翻訳された文は単文 100 文中 0 文，重文複文 100 文中 0 文となった．よって，ルール

ベース翻訳で文法が崩れた文は、修復することが困難であることが分かった。したがって、階層型統計翻訳は有効ではない。以上が、RMT+HSMT が RMT+PSMT の実験結果とほとんど差がない原因だと考えられる。

## 9.2 階層型統計翻訳 (HSMT) との比較

同じ実験データを用いて、提案手法 (RMT+HSMT) と階層型統計翻訳 (HSMT) の比較を行った。日英階層型統計翻訳の出力文の自動評価結果を表 16 に示す。

表 16 HSMT の自動評価

	BLEU	METEOR	RIBES
単文	0.1417	0.4573	0.7198
重文複文	0.1238	0.4233	0.6779

表 3 や表 4 の提案手法 (RMT+HSMT) と比較すると、自動評価結果では提案手法の方がスコアが高い。

また、提案手法と階層型統計翻訳の対比較評価も行った。ランダムで 100 文ずつ抽出して対比較評価した結果を表 17 に示す。

表 17 RMT+HSMT 対 HSMT 対比較評価

	RMT+HSMT	HSMT	差なし	同一
単文	33	5	58	4
重文複文	24	4	72	0

人手評価においても、単文、重文複文のどちらにおいても提案手法 (RMT+HSMT) が優れていた。

## 9.3 ルールベース翻訳 (RMT) との比較

同じ実験データを用いて、提案手法 (RMT+HSMT) とルールベース翻訳 (RMT) の比較を行った。日英ルールベース翻訳の出力文の自動評価結果を表 18 に示す。

表 18 RMT の自動評価

	BLEU	METEOR	RIBES
単文	0.1296	0.4695	0.7253
重文複文	0.0909	0.4030	0.6699

表 3 や表 4 の提案手法 (RMT+HSMT) と比較すると、自動評価結果では提案手法の方がスコアが高い。

また、提案手法とルールベース翻訳の対比較評価も行った。ランダムで 100 文ずつ抽出して対比較評価した結果を表 19 に、ルールベース翻訳の出力が正しいと評価した翻訳例を表 20 に示す。

表 19 RMT+HSMT 対 RMT 対比較評価

	RMT+HSMT	RMT	差なし	同一
単文	2	17	68	13
重文複文	1	50	48	1

表 20 ルールベース翻訳 の翻訳例

日本語文	ここでは彼の父が権力を持っている。
正解文	His father is in authority here .
RMT	Here , his father has power .
RMT+HSMT	Here are his father 's power .

人手評価においては、単文、重文複文のどちらにおいてもルールベース翻訳が優れていた。しかし、自動評価

においては、提案手法が良いスコアを示しているため、自動評価と人手評価の結果に矛盾が生じている。この矛盾は自動評価の問題点を示していると考えている。

## 10 おわりに

本研究では、従来のハイブリッド翻訳に用いられる句に基づく統計翻訳の代わりに階層型統計翻訳を用いる手法を提案した。しかし、提案手法は従来のハイブリッド翻訳と比較して、翻訳精度に差がなかった。提案手法では、ルールベース翻訳による前処理で既に日英間の文の構造を近付けている。そして、ハイブリッド翻訳の翻訳結果は前処理に大きく依存する。そのため、後の統計翻訳の手法を変えても、同様な翻訳結果が得られたのだと考えている。また、ルールベース翻訳と提案手法を比較した結果、ルールベース翻訳の方が明らかに優れていた。機械翻訳の分野において、統計翻訳の研究が盛んに行われているが、日英ルールベース翻訳は未だに優れた翻訳手法である。今後は、より翻訳精度の高い統計翻訳の手法を考えていく。

## 参考文献

- [1] Terumasa Ehara, "Rule Based Machine Translation Combined with Statistical Post Editor for Japanese to English Patent Translation", Proceedings of Machine Translation Summit XI, Workshop on Patent Translation, pp.13-18, 2007.
- [2] 福田智大, "ルールベース翻訳を前処理に用いた統計翻訳", 鳥取大学 平成 21 年度 卒業論文, 2010.
- [3] Chiang David, "A Hierarchical Phrase-Based Model for Statistical Machine Translation.", Proceedings of the ACL-2005, pp.263-270, 2005.
- [4] 久保田裕介, 村上仁一, 徳久雅人, 村田真樹, "階層型統計翻訳の調査", 言語処理学会第 18 回年次大会, pp.259-262, 2012.
- [5] ChaSen: <http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>
- [6] Moses: Open source toolkit for Statistical Machine Translation, Proceedings of ACL-2007, pp.177-180, 2007.
- [7] Joshua: <http://cs.jhu.edu/~ccb/joshua/>
- [8] 村上仁一, 藤波進 "日本語と英語の対訳文対の収集と著作権の考察", 第一回コーパス日本語学ワークショップ, pp.119-130, Mar. 2012.
- [9] 東芝ルールベース翻訳システム "Taurus": <http://www.mt-archive.info/MTS-1987-Amano.pdf>
- [10] Franz Josef Och, "Minimum Error Rate Training for Statistical Machine Translation", Proceedings of ACL, 2003.
- [11] BLEU: a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation, Proceeding of ACL, pp.311-318, 2002.
- [12] METEOR: An Automatic Metric for MT Evaluation with High Levels of Correlation with Human Judgments, Proceeding of ACL-2005, pp.65-72, 2005.
- [13] RIBES: Rank-based Intuitive Bilingual Evaluation Measure <http://www.kecl.ntt.co.jp/icl/lirg/ribes>