TR-IT-0226

変換主導型翻訳システム第2回評価報告

Report on the second performance evaluation of Transfer-Driven Machine Translation

古瀬 蔵 山本 和英 Osamu FURUSE and Kazuhide YAMAMOTO

1997年6月30日

概要

本稿では、変換主導型翻訳 (TDMT) システムの多言語話し言葉翻訳に対する性能と問題点を把握するために、1997年2月に行なった、第2回 TDMT 評価とその結果について報告する。各言語ペアの翻訳で、異なり1000 文以上に対してオープンテストおよびクローズドテストを行ない、翻訳品質、原言語構造解析、翻訳時間について評価した。また、対訳用例学習量や翻訳言語ペアによる翻訳性能の違いなどに触れながら、今後取り組むべき多言語話し言葉翻訳の問題点について検討した。

エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所 ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories ⓒ(株) エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所 1997 ⓒ1997 by ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories

目次

1	はじ	めに	1
2	TD	MT システム	2
	2.1	変換知識の利用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
	2.2	システムデータ	2
3	評価	方法	4
	3.1	評価項目	4
	3.2	翻訳品質の評価値	5
	3.3	評価者	5
	3.4	評価例文	5
	3.5	評価の前提条件	6
4	評価	結里	8
1	4.1	翻訳品質オープンテスト	8
	4.2	翻訳品質クローズドテスト	8
	4.3	原言語構造解析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	ç
	4.4	翻訳時間	
	4.4	新知句(トトーサート 日 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	č
5	おわ	りに	L1
A	諸デ	ータ 1	13
	A.1	●基礎データ	13
	A.2	●日英 open 評価結果	16
	A.3	●日英 closed 評価結果	17
		●日韓 open 評価結果	
		●日独 open 評価結果	
		●英日 open 評価結果	
		●韓日 open 評価結果	
			22

В	TDMT 要約	38
	A.12 ●入力形態素数と翻訳実行時間の相関	36
	A.11 ●分割翻訳ルールパタン適用数と原言語構造評価の相関	34
	A.10 ●分割翻訳ルールパタンの適用数と翻訳出力品質評価との相関	31
	A.9 ●入力形態素数と原言語構造評価の相関	29

第1章

はじめに

多言語話し言葉翻訳では、多様ないい回しに対して、受け手が理解可能な翻訳結果をできるだけ速く出力する汎用的な枠組が必要である。筆者らは、多言語話し言葉翻訳の手法として変換主導翻訳 (Transfer-Driven Machine Translation, 以下、TDMTと呼ぶ)[2]を提案し、現在、旅行会話文を翻訳対象として、日英、日韓、日独、英日、韓日の話し言葉翻訳システムを構築している。

本稿では、TDMTシステムの多言語話し言葉翻訳に対する性能と問題点を把握するために、1997年2月に行なった第2回TDMT評価とその結果について報告する。なお、1996年8月に行なったTDMTの翻訳および形態素解析の第1回評価結果については、[8][9][10][11]を参照のこと。各言語ペアの翻訳で、異なり1000文以上に対してオープンテストおよびクローズドテストを行ない、翻訳品質、原言語構造解析、翻訳時間について評価した。また、対訳用例学習量や翻訳言語ペアによる翻訳性能の違いなどに触れながら、今後取り組むべき多言語話し言葉翻訳の問題点について検討した。

第 2 章

TDMT システム

2.1 変換知識の利用

TDMT システムは、変換知識を用いて原言語構造および目的言語構造を導出する変換処理が翻訳処理の中心であり、多言語翻訳において原言語と目的言語のどのペアについても変換モジュールは共通の処理を行なう。形態素処理と生成処理については、各言語固有のモジュールを用意している。変換知識は原言語表現と目的言語表現の対応関係を意味的にまとまった単位でパタンによって記述し、原言語表現パタンごとに対訳用例を収集、編集することにより作られる。例えば、「ホテルの住所」 \rightarrow "the address of the hotel" や「英語のパンフレット」 \rightarrow "the pamphlet in English" などの対訳用例を収集し、日本語表現パタン「X の Y 」についての日英の変換知識を作る。

TDMT は、最尤目的言語表現および最尤構造を決定するのに、用例に基づく手法を利用する。変換知識の中から入力に最も意味的に類似する対訳用例を意味距離計算により求め、その対訳用例を模倣することにより翻訳結果を得る [6]。例えば、翻訳の入力が「日本語のパンフレット」とする。「Xの Y」に関する変換知識の中で「英語のパンフレット」が意味的に最も近ければ、Y' in X' を使って"the pamphlet in Japanese"という翻訳結果を得る。対訳用例の学習量を増やすことは、訳し分け条件の精度向上につながり、高い構造解析成功率や翻訳率を達成するために欠かせない。

2.2 システムデータ

TDMTシステムの翻訳対象は、音声翻訳を使用する場面を想定した旅行会話である。ATRでは、通訳を介したバイリンガル模擬会話 [1] を収録したり、基本表現を網羅するための対訳つき基本表現集を作成して、言語データベースを構築している。言語データベースのトピックは、ホテルの予約、ホテルの紹介、ホテルでのサービス、乗物の切符購入、道案内、交通手段問い合わせ、観光ツアーの案内など旅行会話全般に渡っている。TDMTシステムが広範囲に旅行会話文を翻訳できるように、この言語データベースを使って形態素辞書データや変換知識などのTDMTシステムデータを構築して

いる。

言語データベースはテキストデータや Tagged データなどから構成される。テキストデータからは、その文をシステムが翻訳ができるように対訳用例を追加し変換知識の更新を行なう(この作業を以下、翻訳訓練と呼ぶ)。翻訳訓練は、ホテルの予約に重点をおいて、さまざまなトピックの会話文や基本表現について行なっている。 Tagged データからは、翻訳対象の語彙となる形態素辞書データなどを学習する。表 2.1は、1997年2月時点におけるシステム規模を示す。

表 2.1: システム規模

	日英	日韓	日独	英日	韓日
辞書の語彙数(概算)		10000		6000	3000
翻訳訓練文数 (異なり)	2602	1195	1553	2431	493
翻訳訓練文の平均語数 (異なり)	10.1	9.0	9.3	8.4	7.5
変換知識のパタンの種類	887	624	787	1194	320

第 3 章

評価方法

3.1 評価項目

今回の TDMT システムの評価項目は以下の通りである。

- 翻訳品質 オープンテスト文、クローズドテスト文で評価
- 原言語構造解析 オープンテスト文で評価
- 翻訳時間 オープンテスト文で評価

翻訳品質に関してはさまざまな評価手法が提案されており、翻訳結果の品質をいくつかの尺度で採点する方法 [4] や、いろいろな言語現象を含む評価用例文に対する翻訳結果から評価項目をクリアしているかどうかを調べ、システム改良の参考データを求める方法 [3] などがある。ただし、これらはほとんど日英間の書き言葉翻訳を対象としており、多言語話し言葉翻訳についての評価手法は提案されていない。

われわれは、翻訳対象である旅行会話でのTDMTシステムの性能を把握するために、ATRの言語データベースから評価例文を選定し、翻訳結果の品質を採点する方法を採った。また、システム改良の参考データとするために、翻訳結果に問題がある場合について、問題点や模範出力を評価者に記入させた。

原言語構造解析評価は、変換知識の原言語パタンを組合せた原言語構造を、システムが正しく導くことができるか評価した。入力全体の構造を正しく解析できていれば成功、部分的にでも誤った構造になっていれば失敗と判定する。

3.2 翻訳品質の評価値

それぞれの会話場面で翻訳結果が話者の発話内容を正しく相手に伝えられるか、という単一の尺度で翻訳品質を採点することにし、以下の4段階の評価値を設定した。

評価値 A:

問題なし。

評価値 B:

小さい問題はあるが、内容が容易に正しく理解できる。

評価値 C:

くずれた出力であるが、何とか内容が正しく理解できる。

評価値 D:

内容が理解できない。または、誤った内容を伝えている。

これらの評価値から、以下の二つのレベルの翻訳率を設定した。

(1) 評価値 A の割合

翻訳結果として全く問題がない。

(2) 評価値 C 以上の割合

最低、相手に自分の言ったことが伝わる。

翻訳システムとしては (1) の数値を高くすることも重要であるが、できるだけ汎用 的に、異なる言語を使う話者の間の意思疎通を可能にするという観点から、われわれは TDMT システムの改良に関して (2) の数値を重視している。

3.3 評価者

翻訳品質を評価値で採点する方法は、評価結果に個人差が出ることが予想されるため、各翻訳での評価者を複数にした。評価者数は、日英で3名、日韓、日独、英日、韓日それぞれ2名である。また、翻訳品質の評価では、入力文の意味が出力に反映されているかを判断する必要があるので、原言語にも堪能な、目的言語のネイティブを評価者とした。

原言語構造解析評価では、TDMTの言語構造表現に習熟した1名を評価者とした。

3.4 評価例文

バイリンガル会話では、異なる言語を使う話者が通訳を介して対話を行なっているが、通訳者の発話は評価対象から除外し、オリジナルの発話部分のみを評価の対象とし

た。すなわち、日英翻訳の評価では日本語話者の発話のみを、英日翻訳の評価では英語 話者の発話のみを評価対象とした。

評価例文は、話し言葉では状況に依存する表現が多いことが予想されるため、評価 文が存在する文脈が分かるよう、相手話者の発話内容も文脈情報として含めて、会話単 位で評価例文を評価者に示した。

翻訳品質のオープンテスト文は、できるだけ多くの基本語彙やさまざまな言語表現を含むように、異なりの文数が1000 文以上となることを目安として、TDMT システムが翻訳訓練していないバイリンガル会話から無作為抽出した。日本語を入力とする日英、日韓、日独翻訳については、比較検討のため、同じ文を評価に使用した。表 3.1に、オープンテスト用に選定した会話と文の数を示す。

	日英、日韓、日独	英日	韓日
会話数	69	77	87
のべ文数	1247(9.4 語 / 文)	1323 (7.1)	1169 (8.0)
異なり文数	1021(11.0 語 / 文)	1002 (8.8)	997 (9.0)

表 3.1: オープンテスト文

		日英	日韓	日独	英日	韓日
評価 A	(のべ/異なり、%)	30.1 / 19.4	46.6 / 35.5	27.6 / 17.5	23.7 / 17.4	34.4 / 28.4
評価 C 以上	(のべ/異なり、%)	68.8 / 62.4	90.1 / 88.0	49.6 / 40.2	59.5 / 52.7	73.1 / 69.4

翻訳訓練による翻訳品質向上の見込みや TDMT の処理機能の問題点を把握するため、日英についてはクローズドデータに対する翻訳品質の評価も行なった。日英翻訳で翻訳訓練を行なった日英間バイリンガル 97 会話の日本人話者の発話 (のべ 1410 文、異なり 1144 文) を評価対象とした。オープンテスト同様、文脈が分かるよう会話単位で評価者に翻訳結果を示した。

3.5 評価の前提条件

本評価における主な前提条件を示す。.

1. 本評価では、形態素解析以降の構造解析、変換、生成などの問題点を明らかにすることを目的とし、翻訳評価の入力はすべて正解形態素解析列とした。すなわち、形態素解析の誤りは排除して評価を行なった。形態素解析の性能は別途、評

価を行なっている $[7]^1$ 。

- 2. 話し言葉翻訳という前提を考慮して、音声として現れない句点やコンマなどは入力形態素に含めなかった。また、音声的に曖昧なアラビア数字は入力、出力いずれにも使用しなかった。例えば、12は、日本語では「一二」または「十二」、英語では"one two" または"twelve" と発声された音声により形態素を区別する。また、出力文の翻訳品質は会話中に音声で聞いた話し言葉として評価した。例えば、大文字と小文字、ハイフンなど、話し言葉に関係ない問題は無視した。
- 3. 最尤原言語構造解析結果や最尤翻訳結果が複数ある場合、システムが最初に提示する1個の解のみを評価対象とした。これは、音声対話で複数の翻訳結果を提示する状況は実際的でなく、複数の最尤解をできるだけ出さない方がシステムとして望ましいからである。

 $^{^1}$ 現在、 1-best で形態素解析の文正解率は、日本語約 93%、英語約 81%、韓国語約 74%、処理時間は 10 形態素入力の文であれば、SPARCstation10 を使ってほぼ 0.2 秒以内である。

第 4 章

評価結果

4.1 翻訳品質オープンテスト

表 3.2に、オープンテスト文についての翻訳率を、複数評価者の平均値で示す。 類似した言語を扱う日韓、韓日翻訳は翻訳率が高く、原言語と目的言語が言語的に 遠い日英、英日、日独翻訳はより多くの翻訳訓練を行なう必要があることが示された。 ただし、平均翻訳率をシステム性能の指標とするには評価者のばらつきの問題がある。 図 4.1は、評価者の翻訳率のばらつきを翻訳訓練量とともに示す。翻訳率はのべで計算 した値である。

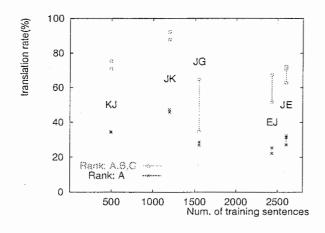


図 4.1: 評価者ごとの翻訳率

英日と日独で評価値C以上の翻訳率は評価者による差が大きかった。これは、言語的な遠さのため、原言語の表現に引きずられた目的言語表現が多く、これらの文に対する評価が分かれたのが主な原因である。英日と日独については、より客観的な翻訳率を得るために評価者数を増やす必要があると思われる。

4.2 翻訳品質クローズドテスト

表 4.1に、日英翻訳に関するクローズドテスト文の翻訳品質の評価結果を示す。

	評価者	#1	#2	#3	平均
評価 A	のべ (%)	54.4	34.8	40.4	43.2
	異なり (%)	46.8	24.4	32.8	34.6
評価 C	のべ (%)	96.2	89.3	91.7	92.4
以上	異なり(%)	95.5	87.3	90.1	91.0

表 4.1: クローズドテスト文に対する日英の翻訳率

クローズドテスト文の翻訳品質が悪い原因として、出現した状況で表現が不適切、 表現がこなれていない、などの指摘が多かった。この問題に対処するために生成の改良 や文脈処理の導入を行なう必要がある。

4.3 原言語構造解析

表 4.2に、オープンテスト文に対する原言語構造解析の成功率を示す。

日英日韓日独英日韓日のべ(%)76.267.466.172.651.2異なり(%)70.960.258.763.943.3

表 4.2: 原言語構造解析成功率

成功率は、翻訳訓練量が最大の日英が最も高く、最小の韓日が最も低い。いずれの 言語ペアの翻訳も、並列句などを含む長文は構造解析が困難になっている。

日英、英日、日独については、原言語構造解析で失敗すると、翻訳品質で良い結果を得ることは難しい。これらの翻訳は、訓練量をさらに増やして、原言語構造解析の精度と翻訳率を向上させる必要がある。一方、言語的に類似した日韓間の翻訳は、語順がほぼ同じで、同様の省略表現が出現することなどから、誤った構造解析結果でも理解可能な翻訳結果を得られることが多い。しかし、日韓での「かかる」、韓日での「swuda」(対訳は、書く、使う等)」、日韓双方向での助詞などでは、正しい訳し分けを行なうために正しい依存関係を構造解析により求める必要がある。

4.4 翻訳時間

翻訳品質評価で使ったオープンテスト文について翻訳時間を計測した。翻訳時間の計測には 256 MB メモリを持つ SPARC station 10 を使用した。システムは Common Lisp で記述されている。図 4.2は、各翻訳における入力形態素数と翻訳に要した CPU time の関係を示す。 CPU time は、異なりのクローズド文に対して、各形態素数ごとに計算した平均値である。ただし、形態素解析の時間は含めていない。

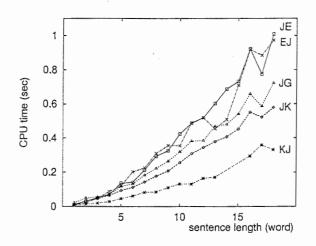


図 4.2: 入力形態素数と翻訳時間

いずれの言語ペアの翻訳でも高速な翻訳処理を実現している。翻訳訓練量が多い日 英、英日は他の翻訳に比べて処理時間が長い。また、原言語構造解析を失敗すると、成 功した場合に比べてやや処理時間が長くなる傾向が見られた。

第 5 章

おわりに

多言語話し言葉翻訳を行なう TDMT システムの評価とその結果について述べた。評価結果により、現在、TDMT システムは多くの旅行会話文を、相手の意図が理解可能な文に短時間で翻訳していることを確認した。また、原言語と目的言語が言語的に遠い日英、英日、日独翻訳はより多くの翻訳訓練を行なう必要があること、生成モジュールの改善や文脈処理の導入が今後の翻訳品質向上には必要であること、などの問題点も示された。

今後も約半年ごとに翻訳評価を行ないながら、システムの性能や問題点を明らかにし、翻訳処理機能の改良、および効率的な翻訳訓練を行なうことにより、 TDMT システムの性能を向上させていく予定である。次回の評価は97年8~9月ごろの予定であり、既に現在のシステムは、本稿に示す評価結果を上回り、変換知識の記述の改良などにより変換知識はより整理され、パタンの種類は減少している。

参考文献

- [1] Furuse, et al.: "Bilingual Corpus for Speech Translation", Proc. of AAAI'94
 Workshop 'Integration of Natural Language and Speech Processing (1994).
- [2] Furuse, et al.: "Incremental Translation Utilizing Constituent Boundary Patterns", Proc. of Coling '96 (1996).
- [3] 井佐原 他: "開発者の視点からの機械翻訳システムの技術的評価 テストセットを 用いた品質評価法 -" 自然言語処理, Vol.3, No.3 (1996).
- [4] 長尾 他: "Mu プロジェクトにおける日英翻訳結果の評価" 情報処理学会研究報告 NL47-11 (1985).
- [5] 日本電子工業振興協会: "機械翻訳評価基準 品質評価用テストセット -" 日本電子工業振興協会 95- 計 -17 (1995).
- [6] Sumita, et al. "Example-based transfer of Japanese adnominal particles into English" IEICE Transactions on Information and Systems, E75-D, No.4,(1992).
- [7] 山本 他: "単語と品詞の混合 n-gram を用いた形態素解析"情報処理学会第 54 回全 国大会講演論文集(1997).
- [8] 美馬、古瀬: "日英間変換主導翻訳の中間時評価" TR-IT-0189 (1996).
- [9] 山本、古瀬: "日韓間変換主導翻訳の中間時評価" TR-IT-0190 (1996).
- [10] Paul、伝、古瀬: "日独変換主導翻訳の中間時評価" TR-IT-0190 (1996).
- [11] 山本、隅田: "TDMT 用形態素解析プログラム(日本語 / 英語 / 韓国語) 性能 評価報告 - " TR-IT-0192 (1996).

付録 A

諸データ

評価データの共通のディレクトリは /usr/local/TDMT/eval/syuukei-data

A.1 ●基礎データ

◎日英

項目	数
dictionary-size	10048
training-sentences-nobe	3066
training-morphs/sentences-nobe	8.932812
training-sentences-kotonari	2602
training-morphs/sentences-kotonari	10.068025
bilingual-evaluation-sentences-nobe	1247
bilingual-evaluation-morphs/sentences-nobe	9.621491
bilingual-evaluation-sentences-kotonari	1021
bilingual-evaluation-morphs/sentences-kotonari	11.273261
glossary-evaluation-sentences-nobe	504
glossary-evaluation-morphs/sentences-nobe	7.426587
glossary-evaluation-sentences-kotonari	500
glossary-evaluation-morphs/sentences-kotonari	7.43
p-data-pattern-number	887
p-data-example-number	11429
a-data-pattern-number	643

以上出典データ JE.Basic Info.970207.data

◎日韓

項目	数
dictionary-size	10048
training-sentences-nobe	1308
training-morphs/sentences-nobe	8.48318
training-sentences-kotonari	1195
training-morphs/sentences-kotonari	9.044352
bilingual-evaluation-sentences-nobe	1247
bilingual-evaluation-morphs/sentences-nobe	0.47072974
bilingual-evaluation-sentences-kotonari	1021
bilingual-evaluation-morphs/sentences-kotonari	0.16748285
glossary-evaluation-sentences-nobe	504
glossary-evaluation-morphs/sentences-nobe	3.4702382
glossary-evaluation-sentences-kotonari	500
glossary-evaluation-morphs/sentences-kotonari	3.466
p-data-pattern-number	624
p-data-example-number	4460
a-data-pattern-number	201

以上出典データ JK.Basic_Info.970207.data

◎日独

項目	数
dictionary-size	10048
training-sentences-nobe	1677
training-morphs/sentences-nobe	8.751938
training-sentences-kotonari	1553
training-morphs/sentences-kotonari	9.255634
bilingual-evaluation-sentences-nobe	1247
bilingual-evaluation-morphs/sentences-nobe	0.521251
bilingual-evaluation-sentences-kotonari	1021
bilingual-evaluation-morphs/sentences-kotonari	0.2144956
glossary-evaluation-sentences-nobe	504
glossary-evaluation-morphs/sentences-nobe	4.910714
glossary-evaluation-sentences-kotonari	500
glossary-evaluation-morphs/sentences-kotonari	4.918
p-data-pattern-number	787
p-data-example-number	5039
a-data-pattern-number	598

以上出典データ JG.Basic_Info.970207.data

◎英日

項目	数
dictionary-size	6051
training-sentences-nobe	2945
training-morphs/sentences-nobe	7.2614603
training-sentences-kotonari	2431
training-morphs/sentences-kotonari	8.4348
bilingual-evaluation-sentences-nobe	1323
bilingual-evaluation-morphs/sentences-nobe	7.1300077
bilingual-evaluation-sentences-kotonari	1002
bilingual-evaluation-morphs/sentences-kotonari	8.816367
p-data-pattern-number	1194
p-data-example-number	7995
a-data-pattern-number	381

以上出典データ EJ.Basic_Info.970207.data

◎韓日

項目	数
dictionary-size	3005
training-sentences-nobe	506
training-morphs/sentences-nobe	5.952569
training-sentences-kotonari	493
training-morphs/sentences-kotonari	6.1095333
bilingual-evaluation-sentences-nobe	1169
bilingual-evaluation-morphs/sentences-nobe	8.965783
bilingual-evaluation-sentences-kotonari	997
bilingual-evaluation-morphs/sentences-kotonari	10.044132
p-data-pattern-number	320
p-data-example-number	1743
a-data-pattern-number	124

以上出典データ

KJ.Basic_Info.970207.data

A.2 ●日英 open 評価結果

表 A.1: 日英 open (バイリンガル会話・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数 (%)	402 (32.237375)	335 (26.864485)	389 (31.194875)
В	文数 (%)	153 (12.269455)	300 (24.057745)	223 (17.882925)
С	文数 (%)	330 (26.463515)	268 (21.491585)	172 (13.79315)
D	文数 (%)	362 (29.029675)	344 (27.586215)	463 (37.129115)
合計	文数 (%)	1247	1247	1247

表 A.2: 日英 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数(%)	222 (21.743395402)	161 (15.768855)	211 (20.666015)
В	文数 (%)	121 (11.851135153)	263 (25.759065)	179 (17.531835)
С	文数 (%)	324 (31.733595330)	258 (25.269345)	171 (16.748295)
D	文数 (%)	354 (34.671895362)	339 (33.202745)	460 (45.053875)
合計	文数 (%)	1021	1021	1021

以上出典データ

- JE.Rank.open-bilingual-970207_960730-Dunn.data
- JE.Rank.open-bilingual-970207_960730-Ferry.data
- JE.Rank.open-bilingual-970207_960730-Savoie.data

表 A.3: 日英 open (基本表現集・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数 (%)	89 (17.658735)	52 (10.317465)	73 (14.484135)
В	文数 (%)	46 (9.1269855)	105 (20.833335)	90 (17.857145)
$^{\mathrm{C}}$	文数 (%)	166 (32.936515)	154 (30.555565)	89 (17.658735)
D	文数 (%)	203 (40.277785).	193 (38.293655)	252 (50.05)
合計	文数 (%)	504	504	504

表 A.4: 日英 open (基本表現集・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数 (%)	89 (17.85)	52 (10.45)	73 (14.65)
В	文数 (%)	46 (9.25)	104 (20.85)	89 (17.85)
$^{\mathrm{C}}$	文数 (%)	164 (32.85)	153 (30.65)	88 (17.65)
D	文数 (%)	201 (40.25)	191 (38.25)	250 (50.05)
合計	文数 (%)	500	500	500

以上出典データ

- JE.Rank.open-glossary-970207_960730-Dunn.data
- JE.Rank.open-glossary-970207_960730-Ferry.data
- JE.Rank.open-glossary-970207-Savoie.data

A.3 ●日英 closed 評価結果

表 A.5: 日英 closed (バイリンガル会話・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数 (%)	768 (54.468085)	490 (34.751775) 34.8	570 (40.425535)
В	文数 (%)	254 (18.014185)	428 (30.354615)	533 (37.801425)
С	文数 (%)	335 (23.758875)	341 (24.18445)	190 (13.475185)
D	文数 (%)	53 (3.7588655)	151 (10.709225)	117 (8.2978735)
合計	文数 (%)	1410	1410	1410

表 A.6: 日英 closed (バイリンガル会話・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2	#3
A	文数 (%)	535 (46.765745)	279 (24.388115)	375 (32.779725)
В	文数 (%)	238 (20.80425)	384 (33.566435)	466 (40.734265)
С	文数 (%)	319 (27.884615)	336 (29.370635)	190 (16.608395)
D	文数 (%)	52 (4.5454555)	145 (12.674825)	113 (9.8776235)
合計	文数 (%)	1144	1144	1144

以上出典データ

- ${\tt JE.Rank.closed-bilingual-970207_960730-Dunn.data}$
- ${\tt JE.Rank.closed-bilingual-970207_960730-Ferry.data}$
- $\rm JE. Rank. closed-bilingual-970207_960730-Savoie. data$

A.4 ●日韓 open 評価結果

表 A.7: 日韓 open (バイリンガル会話・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数(%)	590 (47.313555402)	571 (45.789895335)
В	文数 (%)	326 (26.142745153)	401 (32.157185300)
C	文数 (%)	235 (18.845235330)	124 (9.9438655268)
D	文数 (%)	94 (7.5380915362)	149 (11.948685344)
NIL	文数 (%)	2 (.1603849594)	2 (.1603849594)
合計	文数 (%)	1247	1247

表 A.8: 日韓 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	370 (36.238985222)	355 (34.769835)
В	文数 (%)	321 (31.439775121)	392 (38.393735)
C	文数 (%)	235 (23.016655324)	124 (12.144965)
D	文数 (%)	93 (9.1087175354)	148 (14.495595)
NIL	文数 (%)	2 (.19588645)	2 (.19588645)
合計	文数 (%)	1021	1021

以上出典データ

 $JK. Rank. open-bilingual-970207_960730-Kim. data$

 $JK. Rank. open-bilingual-970207_960730-Sugiyama. data$

表 A.9: 日韓 open (基本表現集・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	236 (46.82545)	235 (46.626985)
В	文数 (%)	120 (23.80952)	153 (30.357145)
C	文数 (%)	86 (17.063495)	50 (9.9206355)
D	文数 (%)	60 (11.904765)	64 (12.698415)
NIL	文数 (%)	2 (.39682545)	2(.39682545)
合計	文数 (%)	504	504

表 A.10: 日韓 open (基本表現集・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	235 (47.00)	234 (46.80)
В	文数 (%)	120 (24.00)	153 (30.60)
С	文数 (%)	86 (17.20)	50 (10.00)
D	文数 (%)	57 (11.40)	61 (12.20)
NIL	文数 (%)	2 (0.40)	2 (0.40)
合計	文数 (%)	500	500

以上出典データ

JK.Rank.open-glossary-970207-Kim.data

JK.Rank.open-glossary-970207-Sugiyama.data

A.5 ●日独 open 評価結果

表 A.11: 日独 open (バイリンガル会話・のべ計算)

-	Rank	評価者	#1	#2
_	A	文数 (%)	355 (28.468325)	333 (26.704095)
	В	文数 (%)	44 (3.5284685)	241 (19.326385)
	$^{\mathrm{C}}$	文数 (%)	32 (2.5661595)	232 (18.604655)
	\cdot D	文数 (%)	816 (65.437055)	440 (35.284685)
	NIL	文数 (%)		1 (.08019255)
-	合計	文数 (%)	1247	1247

表 A.12: 日独 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	169 (16.552453)	189 (18.511265)
В	文数 (%)	35 (3.4280125)	177 (17.335955)
$^{\mathrm{C}}$	文数 (%)	29 (2.8403535)	222 (21.743395)
D	文数 (%)	788 (77.179245)	$432\ (42.311465)$
NIL	文数 (%)		1 (.09794325)
合計	文数 (%)	1021	1021

以上出典データ

JG.Rank.open-bilingual-970207-Goesch.data

JG.Rank.open-bilingual-970207_960730-Tatsui.data

表 A.13: 日独 open (基本表現集・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数(%)	52 (10.317465)	88 (17.460325)
В	文数 (%)	64 (12.698415)	134 (26.58735)
$^{\rm C}$	文数 (%)	62 (12.301595)	122 (24.20635)
D	文数 (%)	326 (64.682545)	160 (31.746035)
合計	文数(%)	504	504

表 A.14: 日独 open (基本表現集・異なり計算)

	Rank	評価者	#1	#2
	A	文数 (%)	52 (10.40)	88 (17.60)
	В	文数(%)	64 (12.80)	134 (26.80)
	С	文数 (%)	62 (12.40)	121 (24.20)
	D	文数 (%)	322 (64.40)	157 (31.40)
_	合計	文数(%)	500	500

以上出典データ

 ${\tt JG.Rank.open-glossary-970207-Goesch.data}$

JG.Rank.open-glossary-970207-Tatsui.data

A.6 ●英日 open 評価結果

表 A.15: 英日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	293 (22.146645)	335 (25.321245)
В	文数 (%)	185 (13.983375)	271 (20.483755)
$^{\mathrm{C}}$	文数 (%)	205 (15.495095)	285 (21.541955)
D	文数 (%)	640 (48.37495)	432 (32.653065)
合計	文数 (%)	1323	1323

表 A.16: 英日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

-	Rank	評価者	#1	#2
-	A	文数 (%)	183 (18.263475)	166 (16.566875)
	В	文数 (%)	133 (13.273455)	203 (20.259485)
	C	文数(%)	164 (16.367275)	208 (20.758485)
	D	文数 (%)	522 (52.095815)	425 (42.415175)
~	合計	文数 (%)	1002	1002

以上出典データ

EJ.Rank.open-bilingual-970207-Fukumoto.data

EJ.Rank.open-bilingual-970207_960730-Ikuta.data

A.7 ●韓日 open 評価結果

表 A.17: 韓日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	404 (34.559455)	400 (34.217285)
В	文数 (%)	149 (12.745945)	261 (22.326775)
С	文数 (%)	329 (28.143715)	167 (14.285725)
D	文数 (%)	287 (24.55095)	341 (29.170235)
合計	文数 (%)	1169	1169

表 A.18: 韓日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Rank	評価者	#1	#2
A	文数 (%)	284 (28.485465)	282 (28.284855)
В	文数 (%)	109 (10.93285)	220 (22.06625)
С	文数 (%)	323 (32.397195)	166 (16.649955)
D	文数 (%)	281 (28.184555)	329 (32.9995)
合計	文数 (%)	997	997

以上出典データ

KJ.Rank.open-bilingual-970207_960730-Kotani.data

 $KJ. Rank. open-bilingual-970207_960730-Nagaoka. data$

A.8 ●原言語構造評価と翻訳出力品質評価との相関

◎日英 open (バイリンガル会話・のべ計算)

~ opc	.11 (>	. , , .	
ranks	0	х	NIL
AAA	253	0	0
AAB	15	1	0
AAC	6	0	0
AAD	1	0	0
ABA	42	1	0
ABB	21	0	0
ABC	15	0	0
ABD	4	0	0
ACA	4	0	0
ACB	7	0	0
ACC	2	0	0
ACD	9	0	0
ADA	2	0	0
ADD	3	3	0
BAA	40	1	0
BAB	10	0	0
BAC	1	0	0
BBA	37	2	0
BBB	53	1	0
BBC	38	2	0
BBD	3	0	0
BCA	7	0	0
BCB	4	0	0
BCC	16	0	0
BCD	2	2	0
BDA	1	0	0
BDC	1		0
BDD		0	0
	1	1	0
CAA	0	1	
CAB	3	0	0
CAC	2	0	0
CBA	3	0	0
CBB	16	2	0
CBC	24	7	0
CCA	4	. 0	0
CCB	8	2	0
CCC	36	9	0
CCD	15	11	0
CDC	14	4	0
CDD	5	6	0
DAC	0	1	0
DBA	1	0	0
DBB	5	1	0
DBC	11	2	0
DBD	7	2	. 0
DCA	2	0	0
DCB	1	3	0
DCC	48	19	0
DCD	29	28	0
DDA	1	0	0
DDC	39	33	0
DDD	78	152	0
total	950	297	0

以上出典データ JE.Structure_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data

◎日英 open (バイリンガル会話・異なり計算)

1 × 0 p 0			
ranks	0	х	NIL
AAA	120	0	0
AAB	11	1	0
AAC	6	0	0
AAD	1	0	0
ABA	36	1	0
ABB	21	0	0
ABC	13	0	0
ABD	4	0	0
ACA	. 4	0	0
ACB	5	0	0
ACC	2	0	0
ACD	8	0	0
ADA	2	0	0
ADD	3	3	0
BAA	29	1	0
BAB	7	0	0
BAC	1	0	0
BBA	36	2	0
BBB	53	1	0
BBC	38	2	0
BBD	3	0	0
BCA	7	. 0	0
BCB	4	0	0
BCC	16	0	0
BCD	2	2	0
BDA	1	0	0
BDC	1	0	0
BDD	1	1	0
CAA	0	1	0
CAB	3	0	0
CAC	2	0	0
CBA	3	0	0
CBB	16	2	0
CBC	24	7	0
CCA	4	0	0
CCB	7	2	0
CCC	36	9	0
CCD	15	11	0
CDC	14	4	0
CDD	5	6	0
DAC	0	1	0
DBA	1	0	0
DBB	5	1	0
DBC	11	$\overset{\cdot}{2}$	0
DBD	7	2	0
DCA	2	0	0
DCB	1	3	0
DCC	48	19	0.
DCD	29	28	0
DDA	1	0	0
DDC	39	33	0
DDD	39 77	152	0
			0
total	785	297	U

以上出典データ

 $\label{lem:condition} JE.Structure_X_Rank_kotonari.open-bilingual-970207.data$

◎日韓 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	х	NIL
AA	474	28	0
AB	52	11	0
AC	6	0	0
BA	59	25	0
BB	127	81	0
$_{\mathrm{BC}}$	50	45	0
$_{ m BD}$	9	5	0
CA	2	1	0
$^{\mathrm{CB}}$	15	14	0
CC	23	43	0
$^{\mathrm{CD}}$	10	16	0
DA	1	0	0
DB	1	25	0
DC	3	65	0
DD	8	46	0
NIL	0	2°	0
total	840	407	0

以上出典データ

 $JK. Structure_X_Rank_nobe. open-bilingual-970207. data$

◎日韓 open (バイリンガル会話・異なり計算)

ranks	0	х	NIL
AA	263	28	0
AB	50	11	0
AC	6	0	0
BA	57	25	0
BB	127	81	0
$_{\mathrm{BC}}$	50	45	0
BD	9	5	0
CA	2	1	0
$^{\mathrm{CB}}$	15	14	0
CC	23	43	0
CD	10	16	0
DA	1	0	0
DB	1	25	0
DC	3	65	0
DD	8	46	0
NIL	0	2	. 0
total	625	407	0

以上出典データ

JK.Structure_X_Rank_kotonari.open-bilingual-970207.data

◎日独 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	х	NIL
AA	252	5	0
AB	73	2	0
AC	16	1	0
AD	3	2	0
BA	32	1	0
BB	8	1	0
BC	1	0	0
BD	1	0	0
CA	10	1	0
CB	16	1	0
CC	2	0	0
CD	2	0	. 0
DA	29	3	0
DB	107	33	0
DC	125	87	0
DD	146	286	0
ANIL	1	0	0
total	824	423	0

以上出典データ

 ${\tt JG.Structure_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data}$

◎日独 open (バイリンガル会話・異なり計算)

ranks	0	х	NIL
AA	130	5	0
AB	31	2	0
AC	9	1	0
AD	3	2	0
BA	28	1	0
BB	8	1	0
BC	1	0	0
BD	1	0	0
CA	10	1	0
CB	16	1	0
CC	2	0	0
CD	2	0	0
DA	25	3	0
DB	100	33	0
DC	122	87	0
DD	143	286	0
ANIL	1	0	0
total	632	423	0

以上出典データ

 $\label{local_condition} JG. Structure_X_Rank_kotonari.open-bilingual-970207.data$

◎英日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	Х	NIL
AA	208	3	0
AB	55	5	0
AC	12	4	0
AD	3	3	0
BA	59	1	0
BB	74	5	0
BC	29	9	0
BD	4	4	0
CA	48	0	0
$^{\mathrm{CB}}$	58	4	0
CC	54	17	0
$^{\mathrm{CD}}$	7	17	0
DA	16	0	0
DB	64	6	0
DC	141	19	0
DD	129	265	0
total	961	362	0

以上出典データ

EJ.Structure_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data

、 ◎英日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

ranks	0	x	NIL
AA	119	3	0
AB	53	5	0
AC	12	4	0
AD	3	3	0
BA	42	1	0
BB	68	5	0
BC	28	9	0
BD	4	4	0
CA	28	0	0
$^{\mathrm{CB}}$	54	4	0
CC	49	17	0
$^{\rm CD}$	7	17	0
DA	14	. 0	0
DB	35	6	0
DC	85	19	0
DD	122	265	0
total	723	362	0

以上出典データ

EJ.Structure_X_Rank_kotonari.open-bilingual-970207.data

◎韓日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	х	NIL
AA	310	48	0
AB	23	11	0
AC	4	4	0
BA	26	13	0
BB	63	24	0
$_{\mathrm{BC}}$	50	72	0
BD	1	12	0
CA	1	0	0
CB	6	6	0
CC	32	83	0
$^{\mathrm{CD}}$	8	31	0
DA	6	0	0
DB	11	5	0
DC	26	58	0
DD	32	203	0
total	599	570	0

以上出典データ

 $KJ. Structure_X_Rank_nobe. open-bilingual-970207. data$

◎韓日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

ranks	0	х	NIL
AA	201	48	0
AB	22	11	0
AC	4	4	0
BA	23	13	0
BB	40	24	0
BC	45	72	0
BD	1	12	0
CA	1	0	0
$^{\mathrm{CB}}$	6	6	0
CC	32	83	. 0
CD	7	31	0
DA	3	0	0
DB	11	3	0
DC	26	58	0
DD	30	201	0
total	452	566	0

以上出典データ

KJ.Structure_X_Rank_kotonari.open-bilingual-970207.data

A.9 ●入力形態素数と原言語構造評価の相関

◎日英 open (バイリンガル会話・異なり計算)

_			
Length	1(right)	2(wrong)	NIL
1	17	0	0
2	19	1	0
3	60	0	0
4	52	2	0
5	64	4	0
6	53	1	0
7	50	6	0
8	50	11	0
9	60	16	0
10	56	17	0
11	65	15	0
12	24	15	0
13	35	27	0
14	22	21	0
15	19	17	0
16	14	28	0
17	12	14	0
18	13	21	0
19	9	6	0
20	3	16	0
21	9	8	0
22	2	7	0
23	5	11	0
24	2	6	0
25	. 3	8	0
26	1	2	0
27	2	3	0
28	1	2	0
29	1	0	0
30	0	2	0
31	0	3	0
32	0	2	0
33	1	1	0
34	0	2	0
35	0	1	0
38	0	1	0
:sum	724	297	0

以上出典データ

 $\label{lem:condition} JE. Sentence Length_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi.data$

◎英日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
1	43	0	0
2	43	0	0
3	62	1	0
4	61	6	0
5	64	12	0
6	61	11	0
7	58	27	0
8	49	27	0
9	49	29	0
10	37	31	0
11	21	34	. 0
12	30	35	0
13	21	33	0
14	16	20	0
15	13	16	0
16	5	13	0
17	2	19	0
18	0	13	0
19	0	8	0
20	0	7	0
21	3	4	0
22	1	8	0
24	1	1	0
25	0	2	0
26	0	3	0
27	0	2	0
:sum	640	362	0

以上出典データ

 $EJ. Sentence Length_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Furuse. data$

A.10 ●分割翻訳ルールパタンの適用数と翻訳出力品質評価との相関

◎日英 open (バイリンガル会話・のべ計算)

, X open	. (,							
ranks	0	1	2	3	4	5	6	7
AAA	252	1	0	0	0	0	0	0
AAB	16	0	0	0	0	0	0	0
AAC	5	0	1	0	0	0	0	0
AAD	1	0	0	0	0	0	0	0
ABA	42	0	0	1	0	0	0	0
ABB	21	0	0	0	0	0	0	0
ABC	15	0	0	0	0	0	0	0
ABD	4	0	0	0	0	0	0	0
ACA	4	0	0	0	0	0	0	0
ACB	6	1	0	0	0	0	0	0
ACC	2	0	0	0	0	0	0	0
ACD	9	0	0	0	0	0	0	0
ADA	2	0	0	0	0	0	0	0
ADD	5	0	0	1	0	0	0	0
BAA	40	0	1	0	0	0	0	0
BAB	10	0	0	0	0	0	0	0
BAC	1	0	0	0	0	0	0	0
BBA	37	1	0	1	0	0	0	0
BBB	53	0	1	0	0	0	0	0
BBC	39	0	1	0	0	0	0	0
BBD	3	0	0	0	0	0	0	0
BCA	7	0	0	0	0	0	. 0	0
BCB	4	0	0	0	0	0	0	0
BCC	15	1	0	0	0	0	0	0
BCD	4	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0
BDA BDC	1	0	0	0	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0	0	0	0
BDD	0		0	0	0	0	0	0
CAA		1		0	0	0	0	0
CAB	3	0	0					
CAC	2	0	0	0	0	0	0	0
CBA	3	0	0	0	0	0	0	0
CBB	17	1	0	0	0	0	0	0
CBC	28	2	0	1	0	0	0	0
CCA:	4	0	0	0	0	0	0	0
CCB	8	0	1	0	0	1	0	0
CCC	39	4	2	0	0	0	0	0
CCD	20	1	2	1	2	0	0	0
CDC	15	2	1	0	0	0	0	0
CDD	9	1	0	1	0	0	0	0
DAC	0	1	0	0	0	0	0	0
DBA	1	0	0	0	0	0	0	0
DBB	6	0	0	0	0	0	0	0
DBC	12	0	1	0	0	0	0	0
DBD	8	1	0	0	0	0	0	0
DCA	2	0	0	0	0	0	0	0
DCB	3	0	1	0	0	0	0	0
DCC	62	3	0	2	0	0	0	0
DCD	45	5	3	3	1	0	0	0
DDA	1	0	0	0	0	0	0	0
DDC	62	4	2	2	1	0	1	0
DDD	151	25	21	21	7	3	0	2
	1102	55	38	34	11	4	1	2

以上出典データ JE.Separate_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data

◎日韓 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
AA	478	18	3	0	0	2	0	1	0	0	0	0
AB	56	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	71	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	. 0
BB	159	29	11	5	3	0	0	1	0	0	0	0
$_{\mathrm{BC}}$	69	19	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0
BD	12	. 2	0	0	0	0	0	0 .	0	0	0	0
CA	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CB	21	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
CC ·	37	13	10	3	2	0	1	0	0	0	0	0
$^{\mathrm{CD}}$	14	5	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0
DA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DB	2	1	7	8	6	2	0	0	0	0	0	0
DC	7	8	16	14	10	9	2	0	1	0	1	0
DD	18	7	7	9	4	3	2	2	0	1	0	1
NIL	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	954	123	61	50	29	17	5	4	1	1	1	1

以上出典データ

JK.Separate_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data

◎日独 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks 0 1 2 3 4 5 6 7 8 AA 257 0<	9 0 0 0	10 0 0 0	0 0 0
AB 73 2 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
	0	-	
AC 16 1 0 0 0 0 0 0 0		0	0
	0		0
AD 4 0 0 0 1 0 0 0 0		0	0
BA 32 1 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
BB 8 0 0 1 0 0 0 0	0	0	0
BC 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
BD 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
CA 11 0 0 0 0 0 0 0 0	0 .	0	0
CB 16 0 0 1 0 0 0 0	0	0	0
CC 2 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
CD 2 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
DA 30 2 0 0 0 0 0 0	0	. 0	0
DB 116 13 8 2 1 0 0 0 0	0	0	0
DC 152 27 14 11 4 4 0 0 0	0	0	0
DD 244 63 52 34 12 10 9 1 2	2	2	1
ANIL 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0	0
total 966 109 74 49 18 14 9 1 2	2	2	1

以上出典データ

 $\label{local_condition} JG. Separate_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data$

◎英日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

ranks	0	1	2	3	4	5	6	8
AA	209	1	0	1	0	0	0	0
AΒ	60	0	0	0	0	0	0	0
AC	15	0	1	0	0	0	0	0
AD	5	1	0	0	0	0	0	0
BA	59	1	0	0	0	0	0	0
BB	75	3	1	0	0	0	0	0
$^{\circ}\mathrm{BC}$	38	0	0	0	0	0	0	0
BD	8	0	0	0	0	0	0	0
CA	48	0	0	0	0	0	0	0
CB	61	0	1	0	0	0	0	0
CC	66	3	2	0	0	0	0	0
CD	19	2	2	1	0	0	0	0
DA	16	0	0	0	0	0	0	0 .
DB	69	0	1	0	0	0	0	0
DC	153	2	5	0	0	0	0	0
DD	297	36	32	14	11	2	1	1
total	1198	49	45	16	11	2	1	1
	AA AB AC AD BA BB BC BD CA CB CC CD DA DB DC DD	AA 209 AB 60 AC 15 AD 5 BA 59 BB 75 BC 38 BD 8 CA 48 CB 61 CC 66 CD 19 DA 16 DB 69 DC 153 DD 297	AA 209 1 AB 60 0 AC 15 0 AD 5 1 BA 59 1 BB 75 3 BC 38 0 BD 8 0 CA 48 0 CB 61 0 CC 66 3 CD 19 2 DA 16 0 DB 69 0 DC 153 2 DD 297 36	AA 209 1 0 AB 60 0 0 AC 15 0 1 AD 5 1 0 BA 59 1 0 BB 75 3 1 BC 38 0 0 BD 8 0 0 CA 48 0 0 CB 61 0 1 CC 66 3 2 CD 19 2 2 DA 16 0 0 DB 69 0 1 DC 153 2 5 DD 297 36 32	AA 209 1 0 1 AB 60 0 0 0 0 AC 15 0 1 0 AD 5 1 0 0 BA 59 1 0 0 BB 75 3 1 0 BC 38 0 0 0 CA 48 0 0 0 CB 61 0 1 0 CC 66 3 2 0 CD 19 2 2 1 DA 16 0 0 0 DB 69 0 1 0 DC 153 2 5 0 DD 297 36 32 14	AA 209 1 0 1 0 AB 60 0 0 0 0 0 AC 15 0 1 0 0 AD 5 1 0 0 0 BA 59 1 0 0 0 BC 38 0 0 0 0 0 BD 8 0 0 0 0 CA 48 0 0 0 0 CC 66 3 2 0 0 CC 66 3 2 0 0 CD 19 2 2 1 0 DA 16 0 0 0 0 DB 69 0 1 0 0 DC 153 2 5 0 0 DD 297 36 32 14 11	AA 209 1 0 1 0 0 AB 60 0 0 0 0 0 0 AC 15 0 1 0 0 0 AD 5 1 0 0 0 0 BA 59 1 0 0 0 0 BB 75 3 1 0 0 0 0 BC 38 0 0 0 0 0 0 BD 8 0 0 0 0 0 CA 48 0 0 0 0 0 CC 66 3 2 0 0 0 CC 66 3 2 0 0 0 CD 19 2 2 1 0 0 DA 16 0 0 0 0 0 DB 69 0 1 0 0 0 DC 153 2 5 0 0 0 DD 297 36 32 14 11 2	AA 209 1 0 1 0 0 0 AB 60 0 0 0 0 0 0 0 AC 15 0 1 0 0 0 0 0 AD 5 1 0 0 0 0 0 0 BA 59 1 0 0 0 0 0 0 BB 75 3 1 0 0 0 0 0 BC 38 0 0 0 0 0 0 0 BD 8 0 0 0 0 0 0 0 CA 48 0 0 0 0 0 0 0 CB 61 0 1 0 0 0 0 0 CC 66 3 2 0 0 0 0 CC 66 3 2 0 0 0 0 CD 19 2 2 1 0 0 0 CD 19 2 2 1 0 0 0 DA 16 0 0 0 0 0 0 DB 69 0 1 0 0 0 0 DC 153 2 5 0 0 0 0 DD 297 36 32 14 11 2 1

以上出典データ

EJ.Separate_X_Rank_nobe.open-bilingual-970207.data

◎韓日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

-	•			_,											
ranks	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
AA	323	20	12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AΒ	25	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	30	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BB	72	3	8	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BC	70	6	8	17	10	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
BD	3	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$^{\mathrm{CB}}$	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	45	8	11	24	10	6	3	4	3	0	0	1	0	0	0
CD	15	0	3	8	6	3	0	1	1	2	0	0	0	0	0
DA	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DB	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC	31	9	9	15	4	6	3	3	0	4	0	0	0	0	0
DD	50	10	34	39	32	24	18	9	5	4	2	2	5	0	1
total	697	67	103	114	64	47	29	17	9	10	2	3	5	1	1

以上出典データ

 $KJ. Separate_X_Rank_nobe. open-bilingual-970207. data$

A.11 ●分割翻訳ルールパタン適用数と原言語構造評価の相関

◎日英 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
0	708	168	0
1.	12	43	0
2	3	35	0
3	1	33	0
4	0	11	0
5	0	4	0
6	0	1	0
7	0	2	0
:sum	724	297	0

以上出典データ

 $\label{lem:connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi.data} \end{subarray} \begin{subarray}{ll} {\tt JE.Connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi.data} \end{subarray}$

◎日韓 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
0	580	149	0
1	22	100	0
2	10	51	0
3	2	48	0
4	1	28	0
5	0	17	0
6	0	5	0
7	0	4	0
8	0	1	0
9	0	1	0
10	0	1	0
12	0	1	0
:sum	615	406	0

以上出典データ

JE.Connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi.data

◎日独 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
0	559	181	0
1	32	77	0
2	8	66	0
3	0	49	0
4	0	18	0
5	0	14	0
6	. 0	9	0
. 7	0	1	0
8	0	2	0
9	0	2	0
10	0	2	0
11	0	1	0
:sum	599	422	0

以上出典データ

 ${\tt JG.Connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi.data}$

◎英日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
0	616	262	0
1	14	35	0
2	9	35	0
3	1	15	0
4	0	11	. 0
5	0	2	0
6	0	1	0
8	0	1	0
:sum	640	362	0

以上出典データ

 $EJ. Connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Furuse. data$

◎韓日 open (バイリンガル会話・異なり計算)

Length	1(right)	2(wrong)	NIL
0	403	127	0
1	26	41	0
2	3	98	0
3	0	113	0
4	0	62	0
5	0	47	0
6	0	29	0
7	0	17	0
8	0	9	0
9	0	10	0
10	0	2	0
11	0	3	0
12	0	5	0
14	0	1	0
15	0	1	0
:sum	432	565	0

以上出典データ

KJ.Connection_X_Structure_kotonari.open-bilingual-970207_960730-Kotani.data

Α.12 ●入力形態素数と翻訳実行時間の相関

◎日英 open (バイリンガル会話・のべ計算)

	•			
形態素数	平均	最長	最短	文数
1	0.0099	0.0330	0.0000	17
2	0.0309	0.0670	0.0160	20
3	0.0520	0.1500	0.0160	60
4	0.0706	0.1830	0.0160	54
5	0.1355	0.6170	0.0160	68
6	0.1410	0.6340	0.0160	54
7	0.2130	0.6160	0.0330	56
8	0.2921	1.1500	0.0330	61
9	0.3246	0.9670	0.0500	76
10	0.4231	1.1500	0.0500	73
11	0.4858	2.3670	0.1330	80
12	0.5187	1.9840	0.0670	39
13	0.6017	1.4990	0.0830	62
14	0.6869	1.9670	0.0670	43
15	0.7311	1.5000	0.1830	36
16	0.9219	3.0000	0.2000	42
17	0.7743	1.8670	0.1830	26
18	1.0088	2.3340	0.1670	34
19	0.8845	1.4830	0.3830	15
20	1.0456	2.4670	0.2500	19
21	0.9999	2.4340	0.4670	17
22	1.3296	2.0340	0.7500	9
23	1.3763	3.3330	0.6670	16
24	1.3186	2.2660	0.6500	8
25	1.3834	2.2000	0.4330	11
26	3.3607	4.3990	2.3830	3
27	1.5430	2.3000	0.5670	5
28	2.1000	3.2000	0.7670	3
29	1.7830	1.7830	1.7830	. 1
30	1.1835	1.2840	1.0830	2
31	1.8943	3.7000	0.9660	3
32	2.1830	3.0830	1.2830	2
33	1.8740	1.8990	1.8490	2
34	1.6585	1.7670	1.5500	2
35	1.7830	1.7830	1.7830	1
38	1.8340	1.8340	1.8340	1

以上出典データ

 $\label{lem:jeneral} JE. Sentence Length_X_Time_whole. open-bilingual-970207_960730-Tokuhashi. data$

◎英日 open (バイリンガル会話・のべ計算)

形態素数	平均	最長	最短	文数
1	0.0082	0.0170	0.0000	43
2	0.0217	0.0500	0.0000	43
3	0.0483	0.2000	0.0160	63
4	0.0884	0.2500	0.0170	67
5	0.1204	0.4330	0.0170	76
6	0.2018	0.7670	0.0330	72
7	0.2249	1.6160	0.0500	85
8	0.3081	1.5840	0.0340	76
9	0.3554	1.2170	0.0500	78
10	0.3539	1.1840	0.1000	68
11	0.4899	2.5170	0.0500	55
12	0.5174	2.2830	0.0670	65
13	0.4540	1.7990	0.0670	54
14	0.5075	1.2000	0.0670	36
15	0.7085	2.3830	0.0670	29
16	0.9177	3.3330	0.2000	18
17	0.8840	1.4990	0.2000	21
18	0.9732	2.0340	0.4340	13
19	0.7189	1.4660	0.3330	8
20	1.3403	1.9500	0.7330	7
21	1.1450	2.6330	0.4000	7
22	1.3482	2.5830	0.5500	. 9
24	0.8920	1.5340	0.2500	2
25	1.7500	1.8830	1.6170	2
26	1.4833	2.3500	1.0340	3
27	1.3165	1.4670	1.1660	2

以上出典データ

 $EJ. Sentence Length_X_Time_whole. open-biling ual-970207_960730-Furuse. data$

付録 ${f B}$

TDMT 要約

用例と規則の融合翻訳

古瀬 蔵

E-mail: furuse@itl.atr.co.jp ATR 音声翻訳通信研究所

1 はじめに

用例に基づく翻訳方式 (EBMT) は、規則を用いた完全照合 (exact match) により解を導くことが困難な問題を、入力と用例の最適照合 (best match) により解を導き、単純で頑健な処理を実現できる。しかし、用例を使う処理で正しい結果を求めるには大量のデータが必要である場合や、規則を使えば簡単に正しい解を求められる場合もあり、必ずしも用例を使うことが規則より有効なわけではない。

また、生データに近い状態の用例を翻訳システムの 知識として使うと、類似用例を検索し翻訳結果をつくり あげる翻訳エンジンに高度な処理を強いることになる。 用例を何らかの構文構造や意味構造に加工すれば、翻訳 エンジンのメカニズムを単純にできる。そのためには、 規則を使った構文構造を作るなどの処理が必要となる。 すなわち、用例と規則の両方の利点を生かしてそれぞれ を使い分ける方式により翻訳システムを構築するのが現 実的である。

ATRでは、用例と規則の協調融合翻訳方式として、変換主導翻訳 (Transfer-Driven Machine Translation,以下、TDMTと呼ぶ) [1] の研究を進めており、多言語話し言葉翻訳への適用を試みている。話し言葉の翻訳では、実時間でのコミュニケーションのための効率的な処理、文法から逸脱した表現などの多様ないい回しを扱える頑健な処理を実現することが不可欠であり、用例を使うことの意義は大きい。

2 変換知識における用例と規則

TDMTは、EBMTの手法を利用して、入力に最も意味的に類似する対訳用例を意味距離計算により求め、その対訳用例を模倣することにより翻訳結果を得る。しかし、あらゆる入力文に対し類似する文をすべて用意することは不可能であるため、いろいろな構造単位の部分表現についての用例を組み合わせることにより翻訳を行なう。そのため、原言語の部分表現に分解する構文解析や、目的言語の部分構造を組み合わせる生成などにおいて、規則に基づく手法を使う。

TDMTでは、対訳用例を、システムが翻訳ができるようなデータ形式に加工し、変換知識を作成する (この作業を以下、翻訳訓練と呼ぶ)。例えば、「京都に来る」 \rightarrow "come to Kyoto" という対訳用例から、原言語パタン「Xに Y」に対して、X、Yの具体的な語が(京都、来る)であれば、目的言語表現は"Y' to X'"になるという知識を与え、以下のような日英の変換知識を

作る。

X に Y => Y' to X' ((京都, 来る),(空港, 行く)...), Y' at X' ((三時, 来る), ...),

X' は X の対訳を示す。この変換知識は、「空港に行く」 \rightarrow "go to the airport" や「三時に来る」 \rightarrow "come at three o'clock" などの対訳用例の翻訳訓練結果も含んでいる。

TDMTでは、変換知識に用例以外の情報も付与し、規則を使った処理で利用する。変換知識のそれぞれのパタンに対して、動詞句や名詞句などの構文構造単位の情報を付与することにより、ありえないパタンの組み合わせを排除し効率的に構文解析を行なう。目的言語パタンにも、"Y' at X'"の"at X'"は時間格であるというような情報を付与することにより、生成規則に基づいて適切な語順の英語表現を出力することが可能になる。

変換知識を用いた変換がTDMTの翻訳処理の中心であり、変換知識は用例を含んだ規則と言える。

3 TDMTの翻訳処理

TDMTでは、constituent boundary parsing [2] という構文解析の手法により、変換知識の原言語パタンを組み合わせて入力文に適合する原言語構造を作る。例えば、「東京に来てください」という入力文の原言語構造は、「X てください」と「X に Y」というパタンの組み合わせになる。変換知識の原言語パタンは、非終端部分と constituent boundary により表わす。 constituent boundary は、助詞などの機能語を中心とした表層語句、あるいは、原言語構造解析の前処理で挿入されるマーカによって表わす。原言語パタンが必ず constituent boundary という終端記号を含むので、作られる構造は階層が少なく、効率的な構文解析が可能である。

また、入力文を left-to-right に解析し、部分表現に対して最尤の構文構造を確定させながら翻訳処理を進める [3]。これにより、構造の曖昧性の数を抑制することができ、高速な翻訳処理を可能にしている。現在、TDMT システムでは 20 語程度の入力文に対しても、ほぼ 2 秒以内で翻訳処理を行なっている。

原言語構造の各パタンは、入力と用例の意味距離計算の結果に基づいて、最尤の目的言語パタンに写像される。例えば、「XにY」について、「東京に来る」に意味的に最も近い用例が「京都に来る」であれば、

		日英	日韓	日独	英日	韓日
形態素辞書の語彙数	概算		10000		6000	3000
翻訳訓練文数	異なり	2602	1195	1553	2431	493
変換知識のパタン数		887	624	787	1194	320
翻訳正解率	のべ	68.8 %	90.1 %	49.6 %	59.5 %	73.1 %
(理解可能)	異なり	62.4 %	88.0 %	40.2 %	52.7 %	69.4 %
翻訳正解率	のべ	30.1 %	46.6 %	27.6 %	23.7 %	34.4 %
(完璧)	異なり	19.4 %	35.5 %	17.5 %	17.4 %	28.4 %
構造解析正解率	のべ	76.2 %	67.4 %	66.1 %	72.6 %	51.2 %
	異なり	70.9 %	60.2 %	58.7 %	63.9 %	43.3 %

表 1: TDMT システムの概要 (1997年2月)

"Yto X'"を最尤の目的言語構造とする。また、構文解析で曖昧性が生じた場合にも、意味距離計算の結果に基づいて最尤の構文構造を決定する。多くの用例を翻訳訓練することは、訳し分け条件や構文解析の精度向上につながり、高い翻訳正解率を達成するために必要である。

入力文全体の構文解析が終了すれば、最尤の目的言語構造から生成の規則を適用して出力文を生成する。例えば、" $please\ X$ " と"Y to X" を組み合わせた「東京に来てください」の目的言語構造から、" $Please\ come\ to\ Tokyo." という英文を生成する。$

4 TDMT システム

TDMTシステムは、音声翻訳を使用する場面を想定した旅行会話を翻訳対象として、日英、日韓、日独、英日、韓日の話し言葉翻訳を実装している。多言語翻訳に対応するため、形態素解析と生成について各言語固有のモジュールを用意しているが、constituent boundary parsing や意味距離計算など変換知識を用いた処理はどの翻訳でも共通である。図 1に、TDMTシステムによる日英、日韓、日独翻訳の実行例を示す。

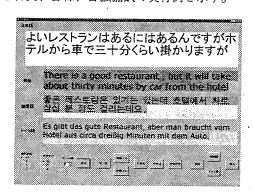


図 1: TDMT システムによる多言語翻訳

ATRでは、通訳を介したバイリンガル模擬会話を収録したり、基本表現を網羅するための対訳つき基本表現集を作成して、翻訳対象である旅行会話全般をトピックとした言語データベースを構築している。TDMTシステムが広範囲に旅行会話文を翻訳できるように、この言語データベースを使って形態素辞書や変換知識な

どの TDMT システムデータを構築している。表 1に、1997年2月時点におけるシステム規模、および、異なり 1000以上の文について行なったオープンテストの結果を示す [4]。翻訳正解率は、原言語に堪能な目的言語のネイティブ2~3名による評価結果の平均値を示している。言語的に類似した日韓間の翻訳は、特に高い翻訳正解率を示している。

5 今後の課題

TDMTシステムは、用例と規則の協調融合翻訳によって、多くの旅行会話文を、相手の意図が理解可能な文に短時間で翻訳することができる。しかし、特に、原言語と目的言語が言語的に遠い日英、英日、日独などの翻訳では、まだ多くの翻訳訓練が必要であり、効率的な翻訳訓練、用例をより有効に活用するための規則の記述の改良などが、システムの性能向上の重要な課題である。生成処理の改良や文脈処理の導入など、規則に基づく手法を用例に基づく手法とさらに密に協調融合させることも、翻訳品質向上には必要である。また、TDMTと音声処理との統合、長文入力を漸進的に翻訳する同時通訳的な処理なども、高度な話し言葉翻訳技術の構築のために、今後取り組むべき課題である。

参考文献

- [1] 古瀬、隅田、飯田: "経験的知識を活用する変換主 導型機械翻訳"情報処理学会論文誌、Vol.35, No.3, (1994).
- [2] Furuse and Iida: "Constituent Boundary Parsing for Example-Based Machine Translation", *Proc. of Coling* '94, (1994).
- [3] Furuse and Iida: "Incremental Translation Utilizing Constituent Boundary Patterns", *Proc. of Coling '96* (1996).
- [4] 古瀬、美馬、山本、Paul、飯田: "多言語話し言葉 翻訳に関する変換主導翻訳システムの評価", 言語処 理学会第3回年次大会発表論文集、(1997).