

機械翻訳を用いた英作文・英会話学習支援システム

宮崎 正弘^{†‡} 武本 裕[‡] 五百川 明[‡]

† 新潟大学工学部 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050

‡ 株式会社ラングテック 〒157-0073 東京都世田谷区砧3-19-5

E-mail: † miyazaki@ie.niigata-u.ac.jp, ‡ {miyazaki, takemoto, iyokawa}@languetech.co.jp

あらまし 英作文や英会話の基礎となる中学英語の文を、既存の翻訳ソフトより高い品質で翻訳が可能である規則・用例融合型の日英翻訳エンジン Laurel(Ver.1)に翻訳過程を透明化・可視化する機能やインタラクティブなユーザインターフェースなどを組み込んで、インターネット上で英語学習者が英作文や英会話を学習するのを支援する英作文・英会話学習支援システム(Ver.1)を開発した。本システムは、インターネットを利用した手軽な英作文・英会話学習支援ツールとして幅広く利用されることが期待される。

キーワード 機械翻訳、学習支援、ユーザインターフェース、英作文、英会話

Learning Support System for English Composition and Conversation Using Machine Translation

Masahiro MIYAZAKI^{†‡} Yutaka TAKEMOTO[‡] and Akira IYOKAWA[‡]

† Faculty of Engineering, Niigata University 8050 Ikarashi 2-nocho, Nishi-ku, Niigata-shi, Niigata, 950-2181 Japan

‡ LangueTech Corporation 3-19-5 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-0073 Japan

E-mail: † miyazaki@ie.niigata-u.ac.jp, ‡ {miyazaki, takemoto, iyokawa}@languetech.co.jp

Abstract We have developed a learning support system for English composition and conversation using Japanese to English machine translation engine Laurel(ver.1). Laurel is hybrid machine translation system combining rule-based and example-based translation method. It is capable of translating Japanese sentence written in English textbook for junior high school students into English sentence with high-quality. We realized this learning support system by developing the user-interface between human and computer, and the function to make machine translation process transparent. This system will make it possible to provide such new Internet services as convenient learning support tool for English composition and conversation using machine translation system.

Keyword Machine Translation, Learning Support, User-Interface, English Composition, English Conversation

1. はじめに

近年、経済活動をはじめとする諸活動の国際化・グローバル化に伴って、コミュニケーションにおける言語の壁をいかに克服するかが大きな課題となってきた。特に、事実上の国際語である英語によるコミュニケーションの重要性がますます認識されるようになってきている。一部の有名企業において社内の公用語を英語とする動きや、2011年4月から小学校5、6年生において英語が必修となることなどもその現れといえよう。小・中学校、高校、高専・短大・大学などの教育機関で英語を学んでいる生徒・学生だけでなく、英語を基礎から学び直したり、英会話を学習しようしたりする一般・社会人も含め、英語学習に関心をもち、取り組む人も増加してきている。使いやすく有効な英語学習支援ツールがインターネットなどで手軽に使えば、多くの人に幅広く利用されることが期待される。もちろん、小・中学校、高校、高専・短大・大学や塾・予備校での英語の授業での利用も期待

される。

本稿では、英語で情報発信する英作文や英会話の学習用に開発した、機械翻訳(日英翻訳)を積極的に利用した学習支援システムについて述べる。日英機械翻訳に関しては、既に多くの有料の翻訳ソフト、インターネット上で無料で使える翻訳ソフトがある。しかし、英作文・英会話学習支援のために利用するには、以下のようないくつかの問題点がある。

1) 既存の翻訳ソフトは、あらゆる分野に対応可能な汎用性を目指したものが多いが、実際は翻訳需要が多く、ビジネスとしても成り立つ技術文やニュース速報などの分野向きのものが多い。しかし、このような分野の文は複雑な構造をもつ長文が頻出するが、従来の日本語構文解析では係り受け単位の正解率が90%に達していても、係り受け数の多い長文では、文単位でみた構文解析の精度は30-40%台となってしまい、文構造の大域的な把握が十分でなく、また文構造は意味と整合性がよくないため、必ずしも良質な翻訳ができるわけではな

いという問題を抱えている。

2) 英作文や英会話の基礎となる中学英語の文は、構造が複雑な長文は少なく、構文解析上の困難さは回避できるにも関わらず、既存の翻訳ソフトでは案外うまく翻訳できない。これは、英語に翻訳しにくい、表現が多様で微妙なニュアンスをもつ文や日本語的発想で書かれ日英間で文構成要素間の対応がとれないこなれた日本語文が多いこと、および態、時制、相(アスペクト)、様相、特殊構文、仮定法、同形語・多義語、前置詞、冠詞、数、省略要素補完など文法的・意味的に細かな点にも配慮して翻訳する必要があるためと考えられる。

3) 既存の翻訳ソフトでは、日英間でこなれた表現同士を直接対応づける用例翻訳によって会話定型表現を翻訳しているとみられるが、用例翻訳ではカバーしきれない会話非定型表現は翻訳できないことが多い。

4) 既存の翻訳ソフトでは、入力である原文と出力である訳文だけしか外部から見えないブラックボックスと化しているため、なぜそのような訳文が出力されたのか、翻訳過程でどのような処理が行われ、どのような曖昧さが生じ、それをどのように解消したかなどがわからない。英語学習者に対して、翻訳過程を透明化・可視化し、翻訳過程で生ずる様々な曖昧性を保持し、選択肢を提示・再試行する機能が望まれる。

我々は、時枝誠記が提唱し、三浦つとむが発展的に継承した言語モデル[1-6]をベースに意味と親和性のある文構造を出力する高度な日本語解析技術[7-14]とそれを支える言語知識DB(文法、辞書、シソーラスなど)[15-25]などの自然言語処理の基盤技術の研究に長年取り組んできた。このような高度な日本語解析技術と日英間の発想の差を吸収する日本語書き換え技術を統合して、英作文や英会話の基礎となる中学英語の文がその典型である会話文を含む一般的分野の日本語文を対象にして、意味・ニュアンスの差を可能な限り正しく表現した自然な英語文に翻訳する、規則・用例融合型の日英翻訳エンジン Laurel を自ら研究開発することによって、上記の問題点を克服した。英作文・英会話学習支援システムのなかで日英翻訳エンジン Laurel をどのように利用しているのか、どのようなユーザインターフェースを備えることによって英語学習者にとって使いやすいシステムとしているのかなどについて述べ、今後、本システムをどのように発展させていくのかなどについてふれる。

2. 日英翻訳エンジン Laurel

2. 1 日英翻訳エンジン Laurel の研究開発状況

現在、規則・用例融合型の日英翻訳エンジン Laurel の研究開発を進めている。現時点で、単文・複文(埋め込み節を含む文)・重文(従属節・並列節を含む文)・名詞句・複合名詞の基本翻訳機能、会話基本表現の翻訳機能をもつVer.1が完成した。

今後、3つ以上の節をもつ重文、重複文(複文が重文化したもの)、複数の埋め込み節をもつ複文などの文構造が複雑な長文の翻訳機能、複雑な名詞句・複合名詞の翻訳機能などを本翻訳エンジンに、順次、組み込んでいく予定である。なお、現

在、高度な意味処理に必要な知識を効率的かつ正確に検索できる連想機能[22]と多くの分類観点をもった多次元シソーラス[21]を融合した新しいシソーラスである連想型多次元シソーラス[22]、および連想型多次元シソーラスと文脈を用いた新しい意味解析の研究を進めている。今後、その研究成果を本翻訳エンジンに組み込んで、より高度な多義解消、訳語選択などを実現していく予定である。

2. 2 日英翻訳エンジン Laurel の特徴

1) 意味と親和性のある文構造を出力する高精度日本語解析

文構造の解析を行う構文解析は文の意味を正しく把握するために行うものであるから、構文解析には、解析結果に則って意味がうまく説明できることが要求される。複雑な構造をもつ日本語長文を文の意味解釈を容易にする、意味と整合性のある構造に高精度に解析する構文解析が必要である。従来の日本語構文解析では、構文解析の精度は係り受け単位で90%前後に達しているが[26]、長文では文単位で30-40%台にとどまっており、文構造の大域的な把握が十分でないだけでなく、文構造は意味と整合性がよくないため、良質な翻訳ができない。意味と親和性のある文構造を出力する高精度な構文解析によって長文の文単位でみた構文解析の精度は75%前後(係り受け単位で98%前後)となり、より良質な翻訳が期待できる[7,8]。

本システムでは、文構造が意味と整合性が良いことで定評のある時枝・三浦の言語モデルとそれに基づく文法体系[5]をベースとした意味と親和性のある文構造を出力する高精度な日本語構文解析[7,8]を、一般的な構文解析の手法であるチャート法を拡張した構造化チャートパーザ(Schart)[9]上に実現している。また、入力文を単語の組み合わせに分割してその品詞を決定する形態素解析は、構造化チャートパーザを用い、構文解析の枠組みで動作する新方式[10,11]で、未知語(辞書にない語)や複合語に強い頑健で高精度な日本語形態素解析を実現し、構文解析の前処理の役割を演じている。

2) 日英間の発想の差を吸収する枠組みとしての日本語書き換え機構

英語的発想で書かれた直訳調日本語文は、英語に翻訳し易いのに対して、日本語的発想で書かれたこなれた日本語表現は英語に翻訳しにくい。多くの機械翻訳では、こなれた日本語表現を直訳調の日本語文に人間が書き換える前編集を必要とするものが多い。このような前編集を自動化し、こなれた日本語表現を直訳調の日本語文に自動書き換える日本語書き換えにより、良質な翻訳が期待できる。

本システムでは、構文解析により日本語文の大域的構造を把握し、日英間で文構成要素間の対応がとれないこなれた日本語表現を意味的に等価な英語に翻訳しやすい規格化された日本語表現に自動変換する日本語書き換え機構を備えている。

3) 規則・用例融合型のハイブリッド翻訳方式

会話定型表現、ことわざなどには日英間で文構成要素間の対応がとれない非線形表現が頻出し、かつ日本語文も英語文もこなれた表現となっていることが多い。名詞句、複合名詞、

単文にもこのようなものがある。このような場合、日本語書き換え機構を用いるよりも、こなれた表現同士を日英間で直接対応づける用例翻訳[27]が有効である。

本エンジンは、パターンベースの規則翻訳と用例ベースの用例翻訳を融合したハイブリッド翻訳方式となっており、これにより用例翻訳ではカバーしきれない会話非定型表現にも Laurel の規則翻訳機能を利用した高品質な会話文翻訳が可能となっている。

4) 原文の意味・ニュアンスを可能な限り正しく表現した自然な英語文に翻訳

技術文など特定の分野は別として、ネイティブは基本語を駆使して、文を書いたり、話をしたりする。最新の言語学の成果である認知言語学的な考えによれば、どの言語でも基本語は、幅広い語義・用法をもつ多義語であるが、多義語にはコアとなる基本的な語義があり、認知のしかた、すなわち物事の捉え方が異なることによって、基本的な語義から様々な語義が派生する[23,28]。入力文中の多義語の語義を判別し、語義を介して日英間で基本語を対応づけることにより、ネイティブ的発想の自然な英語文に訳出する良質な翻訳が期待できる[24]。本エンジンでは、入力文中の多義動詞や多義名詞の語義ができるだけ正しく判別し、単文パターン、複文・重文パターン[25]などを介して日本語文を英語基本動詞や句動詞を駆使した英語文に翻訳すると共に、助詞・助動詞などの機能語によって表現される話者・書き手の認識(判断・感情など)を正しく把握し、それを目的言語である英語の基本語や前置詞、冠詞などに対応づけることにより原文の意味・ニュアンスを可能な限り正しく表現した自然な英語文に翻訳することを可能としている。

2. 3 日英翻訳エンジン Laurel(Ver.1)の翻訳品質

英作文学習支援用として収録されている対訳例文のなかから 50 の日本語文を Laurel(Ver.1)で翻訳した結果とインターネット上で無料で利用でき、品質に定評のある翻訳ソフト(A 社、B 社)で翻訳した結果との比較を付表に示す。

既存の翻訳ソフトでは、疑問文(疑問詞あり、付加疑問)、感嘆文、使役・受身、副助詞、は・が構文、比較構文、自由格要素、埋め込み節のある文、仮定法表現、従属節のある文、同形語・多義語などの翻訳に問題があることがわかる。

3. 英作文・英会話学習支援システム

3. 1 英作文学習支援システムのユーザインターフェース

英作文学習支援システムをどのように使って学習を行うのか、例を用いて以下に述べる。

1) システム使用開始時、以下のメニューが表示される。

英作文学習支援 | 英会話学習支援

2) 「英作文学習支援」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

基本単文翻訳 | 連体節を含む文の翻訳 | 従属節・並列節を含む文の翻訳 | 基本名詞句翻訳 | 基本複合名詞翻訳 | ことわざ

3) 「基本単文」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

基本文型 | 基本文種別 | 時制 | 相(アスペクト) | 態 | 様相 | 特殊構文翻訳 | 自由格要素の前置詞句への訳出 | 英文生成 | 同形語・多義語の訳し分け

4) 「態」をクリックすると、以下のメニューが表示される。使役 | 受身 | その他

5) 「受身」をクリックすると、以下のメニューが表示される。直接受動 | 間接受動 | 被役(使役+受身) | 能動受動

6) 「直接受動」をクリックすると、本項目に関連する以下のような対訳例文が表示される。

私が彼に叱られる。

I am scolded by him.

アメリカでは英語が話されている。

English is spoken in America.

その事実はみんなに知られている。

The fact is known to everybody.

山頂は雪で覆われている。

The mountaintop is covered with snow.

この机は木で作られている。

This desk is made of wood.

ワインはぶどうから作られる。

Wine is made from grapes.

7) 対訳例文の日本語文をそのまま翻訳(翻訳過程をみるため)、または一部語句を追加・修正のうえ翻訳する場合

そのまま、または一部語句を追加・修正のうえ翻訳してみたい日本語文をクリックして、日本語入力欄に選択した日本語文が入力されていることを確認のうえ、日本語入力欄中で必要に応じて一部語句などの編集を行ったうえで「翻訳開始」ボタンをクリックすると、翻訳が実行され訳文が翻訳結果欄に出力される。

8) 翻訳したい文(48 文字以内)を自由入力する場合

日本語入力欄に翻訳したい日本語文を入力し「翻訳開始」ボタンをクリックすると、翻訳が実行され訳文が翻訳結果欄に出力される。

9) 「翻訳過程出力」ボタンをクリックすると、新しいウインドウが開き、翻訳過程が出力される(詳細は 3. 3 参照)。ことわざ、会話定型表現など日英間でこなれた文表現同士を直接対応づけた対訳用例によって文全体が翻訳された場合、翻訳過程は出力されない。

10) 「DB への保存」ボタンをクリックすると、日本語入力文と訳文が My DB へ書き込まれる。

11) 「クリア」ボタンをクリックすると、日本語入力欄中の入力済みの情報がクリアされる。

12) メニュー中の文法用語の解説

マウスポインタがメニュー中の文法用語をポイントする際、用語解説用の小さなウインドウを開き、「単文」「連体節」「従属節」「並列節」「自由格要素」「態」「相(アスペクト)」「様相」「直接受動」「間接受動」「能動受動」のような文法用語の

解説が参照できる。

3. 2 英会話学習支援システムのユーザインタフェース

英会話学習支援システムをどのように使って学習を行うのか、例を用いて以下に述べる。

1) システム使用開始時、以下のメニューが表示される。

英作文学習支援 | 英会話学習支援

2) 「英会話学習支援」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

機能別会話表現 | 場面別会話表現

3) 「機能別会話表現」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

呼びかける | あいさつする | 紹介する |

相手への気持ちを表す | 自分の感情を表す | ——

4) 「あいさつをする」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

人に会う | 近況を尋ねる | 別れる

5) 「別れる」をクリックすると、以下のメニューが表示される。

いとまごいする | 人と別れる／當時 | 人と別れる／午後
(夜) | 相手の幸運を祈る | 近く会うことを確認する | 久しぶりに再会した人と別れる | 知り合った人と別れる | 伝言を伝える | 伝言を頼む | 出かける

6) 「伝言を頼む」をクリックすると、本項目に関連する以下のような対訳例文が表示される。

A: よろしくお伝えください。

Please say hello to them for me.

Please give them all my best. { F }

P(人名+敬称・役職)によろしく(お伝えください)。

Please say hello to P(人名+敬称・役職) for me.

Please give my best regards to P(人名+敬称・役職). { F }

N(人/お父さん)によろしく(お伝えください)。

Please say hello to N(人/your father) for me.

Please give my best regards to N(人/your father). { F }

B: はい、伝えておきます。

はい、伝えます。

Thank you, I will.

凡例 N(人/お父さん) : 「お父さん」のような「人」の意味をもつ一般名詞、P(人名+敬称・役職) : 人名(姓、名、姓+名)に敬称または役職がついた固有名詞、

{ F } : formal な表現、{ I } : informal な表現、

A, B は話者 A, 話者 B を表し、話者 A の発話に対して話者 B が応答することを表している。

7) 対訳例文の日本語文の一部語句を追加・修正、または N,

P などの変数部分に具体的な語句を代入し翻訳する場合

一部語句を追加・修正したり、N, P などの変数部分に具体的な語句を代入して翻訳してみたい日本語文をクリックして、日本語入力欄に選択した日本語文が入力されていることを確認のうえ、日本語入力欄中で必要に応じて一部語句を追加・修正したり代入したりするなどの編集を行ったうえで、

「翻訳開始」ボタンをクリックすると、翻訳が実行され訳文が翻訳結果欄に出力される。

8) 翻訳したい文(48 文字以内)を自由入力する場合

日本語入力欄に翻訳したい日本語文を入力し「翻訳開始」ボタンをクリックすると、翻訳が実行され訳文が翻訳結果欄に出力される。

9) 「DB への保存」ボタンをクリックすると、日本語入力文と訳文が My DB へ書き込まれる。

10) 「クリア」ボタンをクリックすると、日本語入力欄中の入力済み情報がクリアされる。

3. 3 翻訳過程の透明化・可視化

重文翻訳を例にして、翻訳過程の透明化・可視化のためにどのような情報を出力するのか、以下に述べる。

入力文「彼は風邪を引いたため、学校を休んだ。」が日本語入力欄に入力されているとする。

—翻訳過程出力開始—

・入力文の単語分割結果

彼/は | 風邪/を | 引いたため、学校/を | 休んだ/。

・入力文の日本語書き換え結果

彼/は | 風邪/を | 引いたため、

彼は | 学校/を | 休んだ/。

・入力文(日本語書き換え後)の基本構造

CL1 ため(CL1) CL2

・節の翻訳結果

CL1 : 彼/は | 風邪/を | 引いた。 { 時制:過去 }

He caught a cold.

CL2 : 彼/は | 学校/を | 休んだ。 { 時制:過去 }

He was absent from school.

・翻訳文の基本構造

CL2, because CL1.

—翻訳過程出力終了—

以上の翻訳過程を経て翻訳結果「He was absent from school, because he caught a cold.」が出力される。

3. 4 英作文・英会話学習支援システムの今後の展開

一般に翻訳では複数通りの訳出が可能であり、3. 3 の入力文例でも接続詞「since」「as」などを用いた訳文、無生物主語をたてて全体を单文化した訳文などが考えられる。このような変換・生成過程で生じる構文・訳語の曖昧性の他に、文解析過程では様々な統語的・意味的曖昧性が生じる。このような様々な曖昧性を保持し、必要に応じてその選択肢と選択基準を提示し、ユーザの選択により別な訳文を出力する機能も英語学習者にとって有益である。今後、このような機能も検討して、本システムに組み込んでいく予定である。また、英語文音声出力機能を組み込んで翻訳文を読み上げる機能を実現すること、英語学習者が犯しやすい翻訳誤り例を収集・データベース化して利用すること、英日機械翻訳の利用などについても検討していきたい。

なお、本システムのアドバンス版として、技術英語など理系英語やビジネス英語向きの英作文・英会話学習支援システ

ムにも取り組んでみたいと考えている。

4. おわりに

このたび開発した英作文・英会話学習支援システムを、小・中学校、高校、高専・短大・大学、塾・予備校などの英語の授業での英語学習支援ツールとしての利用だけでなく、英語を学んでいる生徒・学生、英語を基礎から学び直したり、英会話を学習しようとしたりする一般・社会人のような個人にも手軽で安価な英作文・英会話学習支援ツールとして幅広く利用してもらうため、個人・小規模機関向けにはラングテック社内に設置されるサーバによるインターネットサービスで、大規模機関向けには当該機関内に設置されるアプライアンスサーバを LAN やインターネットを介して利用する形態での提供とすることを考えている。

今後、本システムを多くの人に実際に使ってもらい、ユーザーの意見を集約して、ユーザインターフェースの改良、より使いやすい機能の導入などを進め、より良い英作文・英会話学習支援システムとしていきたい。

謝辞 日英翻訳エンジン Laurel とそれを用いた英作文・英会話学習支援システムの研究開発は、新潟大学工学部情報工学科宮崎研究室における自然言語処理に関する研究成果を活用して自然言語処理応用システムの製品開発を行う研究開発型の新潟大学発ベンチャー企業である(株)ラングテックにおいて行われたものである。本研究開発にご協力頂いた宮崎研究室の学生諸氏、(株)ラングテックの関係各位に感謝したい。

文 献

- [1] 時枝誠記：“日本文法 口語篇”，岩波全書，1950.
- [2] 三浦つとむ：“日本語とはどういう言語か”，講談社学術文庫，1976.
- [3] 池原悟、宮崎正弘、白井論、林良彦：“言語における話者の認識と多段翻訳方式”，情報処理学会論文誌，vol.28, no.12, pp.1269-1279, 1987.
- [4] 宮崎正弘、池原悟、白井論：“言語の過程的構造と自然言語処理”，日本ソフトウェア科学会・電子情報通信学会「自然言語処理の新しい応用」シンポジウム論文集, pp.60-69, 1992.
- [5] 宮崎正弘、白井論、池原悟：“言語過程説に基づく日本語品詞の体系化とその効用”，自然言語処理, vol.2, no.3, pp.3-25, 1995.
- [6] 沼崎浩明、宮崎正弘：“話者の対象認識過程に基づく日本語助詞「が」と「は」の意味分類とパーザへの実装”，自然言語処理, vol.2, no.4, pp.67-81, 1995.
- [7] 宮崎正弘、武本裕、五百川明、川辺諭、：“構造化チャートパーザを用いた日本語統語解析システム”，言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, pp.233-236, 2008.
- [8] 武本裕、宮崎正弘：“意味と親和性のある統語構造を出力する日本語文パーザ”，自然言語処理, vol.14, no.1, pp.727-730, 2007.
- [9] 川辺諭、宮崎正弘：“構造を含む生成規則を扱える拡張型チャートパーザ-Schart パーザの実装-”，言語処理学会第 11 回年次大会発表論文集, pp.911-914, 2005.
- [10] 宮崎正弘、川辺諭、武本裕：“構造化チャートパーザに基づく日本語形態素解析器 jampar”，言語処理学会第 13 回年次大会発表論文集, pp.1711-174, 2007.
- [11] 宮崎正弘、五百川明、川辺諭：“構造化チャートパーザを用いた日本語複合名詞構造解析器”，言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, pp.229-232, 2008.
- [12] 太田悟、前川忠嘉、宮崎正弘：“規則・用例融合型の日本語複合名詞構造解析法”，言語処理学会第 3 回年次大会発表論文集, pp.313-316, 1997.
- [13] 宮倉祐司、宮崎正弘：“構成要素の統語・意味的制約を利用した日本語名詞句解析”，信学技報, NLC94-49, pp.41-48, 1995.
- [14] 武本裕、宮崎正弘：“名詞間接続強度と用例の係り受け情報を用いた日本語「の」型名詞句解析”，言語処理学会第 10 回年次大会発表論文集, pp.596-599, 2004.
- [15] 宮崎正弘：“辞書の記述と利用—機械辞書の観点から—”，日本語学, vol.14, no.4, pp.52-61, 1995.
- [16] 宮崎正弘、池原悟、横尾昭男：“複合語の構造化に基づく対訳辞書の単語結合型辞書引き”，情報処理学会論文誌, vol.34, no.4, pp.743-753, 1993.
- [17] 池原悟、宮崎正弘、横尾昭男：“日英機械翻訳のための意味解析用の知識とその分解能”，情報処理学会論文誌, vol.34, no.8, pp.1692-1704, 1993.
- [18] 小倉健太郎、中岩浩己、横尾昭男、白井論、宮崎正弘、池原悟：“日英機械翻訳とシソーラス”，第 5 回国立国語研究所国際シンポジウム, 第 1 専門部会「言語研究とシソーラス」, pp.154-162, 1997
- [19] 宮崎正弘：“日英機械翻訳のための意味属性体系”，第 5 回国立国語研究所国際シンポジウム, 第 1 専門部会「言語研究とシソーラス」, pp.163-171, 1997
- [20] 池原悟、宮崎正弘、白井論、横尾昭男、中岩浩己、小倉健太郎、大山芳史、林良彦：“日本語語彙大系”，全 5 卷，岩波書店, 1997.
- [21] 川村和美、片桐康裕、宮崎正弘：“語を種々の観点から分類した多次元シソーラス”，信学技報, NLC94-48, pp.33-40, 1995.
- [22] 森田陽介、宮崎正弘：“連想型多次元シソーラスとその意味解析への適用性”，言語処理学会第 12 回年次大会発表論文集, pp.727-730, 2006.
- [23] K. Watanabe, and M. Miyazaki : “A Description of Core Concepts for Basic Verbs in Japanese and English based on their Recognition Primitives”, 自然言語処理, vol.11, no.4, pp.26-66, 2004.
- [24] K. Watanabe, and M. Miyazaki : “Machine Translation Methods for Basic Verbs with the Use of Core Concepts and Recognition Primitives”, Proc. of Fourth International Symposium on Human and Artificial Intelligence Systems, pp.545-548, 2004.
- [25] S. Ikebara, M. Tokuhisa, J. Murakami, M. Saraki, M. Miyazaki, and N. Ikeda : “Pattern Dictionary Development based on Non-Compositional Language Model for Japanese Compound and Complex Sentences”, International Journal of Computer Processing of Oriental languages, pp.151-163, 2007.
- [26] 野呂智哉、橋本泰一、徳永健伸、田中穂積：“大規模日本語文法の開発”，自然言語処理, vol.12, no.1, pp.3-32, 2005.
- [27] 宮崎正弘：“マルチ対訳コーパスを利用した多段用例翻訳方式”，(財)高柳記念電子科学技術振興財団, 平成 11 年度研究助成の成果論文, pp.1-6, 1999.
- [28] 国広哲也：“理想の国語辞典”，大修館書店, 1997.

	付表	翻訳結果の比較		
項目	試験文	Laurel	A社	B社
疑問詞あり 疑問文	彼はその3冊のうちどの本が好きですか。	Which of three books does he like?	Which book of three does he like?	Which book does he like among the three.
	このトンネルの長さはどれくらいありますか。	How long is this tunnel?	How much length of this tunnel is there?	How much length of this tunnel are there?
	このトンネルはどれくらいの長さがありますか。	How long is this tunnel?	How much length does this tunnel have ?	How much length does this tunnel have?
付加疑問文	その少年は犬が好きですよね。	The boy likes dogs, doesn't he?	The boy likes dogs.	The boy likes a dog.
	その少女は犬が好きでないですよね。	The girls doesn't like dogs, does she?	The girl doesn't like dogs.	The girls does not like a dog.
感嘆文	これはなんて大きいりんごなんだ。	What a big apple this is!	What large apple this is!	This is a very large apple.
	このりんごは何て大きいのだろう。	How big this apple is!	How large this apple is!	Probably, this apple will be very large.
使役	私が彼を走らせる。	I make him run.	I have him run.	I run him.
	私が彼に走らせる。	I let him run.	I have him run.	I run to him.
	私が彼に走ってもらう。	I get him to run.	He runs for me.	I get him to run.
受身	私が彼に叱られる。	I am scolded by him.	I am scolded by him.	I am scolded by him.
	私が彼に走られる。	I have him run.	He runs on me.	I can run to him.
	彼が私に走らせられる。	He is made to run by me.	He is made to run by me.	He is run by me.
副助詞	鳥は飛ぶ。	Birds fly.	The bird flies.	A bird flies.
	鳥が飛ぶ。	A bird flies.	The bird flies.	A bird flies.
は・が構文	彼女は髪が長い。	She has long hair.	She is long-haired.	Her hair is long.
	私はこの本が面白い。	This book is interesting to me.	This book of me is interesting.	This book of me is interesting.
存在構文	丘の上に家がある。	There is a house on the hill.	There is a house on the hill.	A house is on a hill.
	その家は丘の上有る。	The house is on the hill.	The house sits on a hill.	The house exists on a hill.
比較構文	彼は彼女と同じくらい背が高い。	He is as tall as she.	He is as tall as her.	He is tall like her.
	彼は彼女と同じくらい多くの本を持っている。	He has as many books as she.	He has the sight of books as much as her.	He has many books like her.
	彼は彼女の5倍多くの本を持っている。	He has five times as many books as she.	He has five time her sight of books.	him—her—it has many books 5 times.
	彼は彼女よりたくさん本を持っている。	He has more books than she.	He has a lot of books from her.	He has more books than she.
	彼は私達のクラスのほかのどの少年より背が高い。	He is taller than any other boy in our class.	He is taller than the boy with the throat besides our class.	He is taller than any of other boys of our class.
	知れば知るほど、私は彼が好きになる。	The better I know him, the more I like him.	The more it knows, I come to like him.	The more it gets to know, the more I take to him.
自由格要素	彼は日本からアメリカを行った。	He went from Japan to America.	He went from Japan to the United States.	He went to the United States from Japan.
	彼は駅から電車に乗った。	He got on a train at the station.	He took a streetcar from the station.	He took the train from the station.
	彼はドアから部屋に入った。	He entered the room through a door.	He entered the room from the door.	He went into the room from the door.
	ワインはぶどうから作られる。	Wine is made from grapes.	Wine is made from the grape.	Wine is made from a grape.
	この机は木で作られている。	This desk is made of wood.	This desk is made from the tree.	This desk is made from wood.
数量表現	この穴は深さ2メートルある。	This hole is 2m deep.	These two-meter in depth holes exist.	This hole exists a depth of 2m.
	この穴の深さは2メートルある。	This hole is 2m deep.	There is two-meter depth of this hole.	The depth of this hole is 2m.
埋め込み節のある文	どちらを選べばいいのかわからない。	I don't know which to choose.	Whether goodness is not understood. Which can be chosen.	Which can be chosen and it does not understand in that which buy and is.
	どんな本を選べばいいか教えてください。	Tell me what book to choose.	Please teach what kind of book only has to be chosen.	Please let me know what kind of book should be chosen.
	この人は私が名前を思い出せない男の人です。	This is the man whose name I can't remember.	For this person, I am a man who cannot recall the name.	This man is a man as whom I cannot remember a name.
	あなたが来る時間を教えて下さい。	Tell me the time when you will come.	Please teach the time of which you come.	Please let me know the time when you come.
	赤い服を着た少女は私の妹です。	The girl in a red dress is my sister.	The girl who put on red clothes is my younger sister.	The girl who wore red dress is my younger sister.
仮定法表現	鳥であればよいになあ。	I wish I were a bird.	It only has to be a bird.	What is necessary is just a bird.
	もし私がたくさんのお金を持っていれば、この家を買うことができるのに。	If I had much more money, I could buy this house.	If I have the slathers of money, this house can be bought.	You can buy this house, if I have much money.
	もし私がお金持ちだったら、この家を買うことができたのに。	If I had been rich, I could have bought this house.	The house were able to have been bought at that time if I were rich.	If I was rich, he was able to buy a house at that time.
従属節のある文	彼は風邪を引いたため、学校を休んだ。	He was absent from school, because he caught a cold.	It stopped away from school because he had caught a cold.	Since he caught a cold, he was absent from the school.
	彼は背広を脱ぎ、ハンガーに掛けた。	He took off a suit, and he hung a suit on a hanger.	He took off the suit, and multiplied by the suspender.	He removed the suit and hung on the hanger.
	彼が背広を脱ぎ、ハンガーに掛けた。	He took off a suit, and I hung a suit on a hanger.	He took off the suit, and multiplied by the suspender.	He removed the suit and hung on the hanger.
	彼はバスに乗って学校に行った。	He went to school by bus.	He went to the school by bus.	He took the bus and went to school.
同形語・多義語	彼は木の枝を折った。	He broke a branch.	He broke his tree branch.	He folded the wooden branch.
	彼は木の机を買った。	He bought a wooden desk.	He bought the desk made of wood.	He bought the wooden desk.
	彼は田中一君です。	He is Mr. Hajime Tanaka.	He is Herr Tanaka 1.	He is Mr. Tanaka 1.
	彼女は田中時代さんです。	She is Ms. Tokiyo Tanaka.	She is Mr. Tanaka age.	She is the Tanaka era.