

特許情報を対象とした機械翻訳

— 共通基盤による評価タスクを目指して —

内山 将夫[†] 山本 幹雄^{††} 藤井 敦^{††} 宇津呂武仁^{††}

[†] 情報通信研究機構 〒 619-0289 京都府相楽郡精華町光台 3-5

^{††} 筑波大学 〒 305-8577 つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [†]mutiyama@nict.go.jp, ^{††}{myama,fujii,utsuro}@{cs,slis,iit}.tsukuba.ac.jp

あらまし 本稿では、特許の機械翻訳が、以下の観点から、日英・英日の機械翻訳の対象として好適なことを述べた。すなわち、(1) 特許の翻訳は社会的にも重要なこと、(2) 大規模な日英対訳コーパスが存在すること、(3) オープンソースの機械翻訳システムが存在すること、(4) NTCIR-7 において特許翻訳タスクが企画されていること。そして、特許翻訳タスクが有望なことを、NTCIR-7 において提供される対訳データおよびオープンソースの統計的機械翻訳システムを利用して、特許の機械翻訳の実験をすることにより、確かめた。

キーワード 特許の機械翻訳、対訳コーパス、NTCIR

Machine Translation for Patent Information

— Towards the establishment of shared evaluation tasks —

Masao UTIYAMA[†], Mikio YAMAMOTO^{††}, Atsushi FUJII^{††}, and Takehito UTSURO^{††}

[†] NICT 3-5 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto, 619-0289, Japan

^{††} University of Tsukuba 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-8577, Japan

E-mail: [†]mutiyama@nict.go.jp, ^{††}{myama,fujii,utsuro}@{cs,slis,iit}.tsukuba.ac.jp

Abstract We claim that machine translation (MT) for patent information is promising because (1) patent translation is important in society, (2) there is a large-scale Japanese-English patent parallel corpus, (3) there is open-source MT software, and (4) a patent translation task will be organized in the NTCIR-7. We have confirmed that the patent translation task is promising by conducting machine translation experiments on that parallel corpus with open-source MT software.

Key words Machine translation for patent information, parallel corpus, NTCIR

1. はじめに

特許情報の機械翻訳は、研究対象として興味深い。まず、特許情報を日英・英日・中日・日中などに翻訳するサービスは、産業として成立しているため、特許情報の機械翻訳の研究は、その研究成果を、社会に還元することができる可能性が高い。実際、特許翻訳に限らず、一般的な特許情報への情報アクセスという観点からは、NTCIR-3,4,5,6 において、評価型ワークショップの観点から、特許検索タスクが実施されていて [1]^(注1)、多数の参加を得ている。これらのことから、特許の機械翻訳についても、研究上および産業上の観点からの関心があると考え

られる。

次に、特許の機械翻訳は、日英・英日についていえば、その他の一般の分野を対象とした機械翻訳に比べて、以下の観点から研究対象としやすい。

- 大規模な日英対訳コーパスが存在する [2]
- NTCIR-7 において特許翻訳タスクが企画されている

まず、「大規模な日英対訳コーパスが存在する」ことは、機械翻訳の研究をするにあたって、好都合である。なぜなら、最近の機械翻訳の研究は、コーパスベースの機械翻訳 [3], [4] の研究が主流であるため、これらの研究成果を取り込みつつ、新しくかつ有用な研究をするためには、大規模な対訳コーパスが必要だからである。

また、オープンソースの統計的機械翻訳システムもいくつか

(注1): <http://research.nii.ac.jp/ntcir/>

存在するため、大規模な対訳コーパスがあれば、それらオープンソースを利用することにより、比較的容易に機械翻訳の研究をすることができるという利点もある。たとえば、ACL-2007での統計的機械翻訳ワークショップでは、統計的機械翻訳システム Moscs [5] などからなるベースラインシステムを準備することにより、共通タスク [6] への参加が容易になるように努力している。

これらの背景、すなわち、

- 特許の翻訳は社会的にも重要なこと
- NTCIR-3,4,5,6 において特許タスクが実施されたこと
- 大規模な日英対訳コーパスが存在すること
- オープンソースの機械翻訳システムが存在すること

から、我々は、NTCIR-7 において、特許翻訳タスクを実施することは、時期を得たものであると考え、2006 年 12 月ごろから特許翻訳タスクについて検討を始めた。同時に、日英・英日の機械翻訳に関する研究をしている人たちに、参加の可能性についての打診をした結果、タスクが実施できる規模の参加が期待できることが確認できた。そのため、NTCIR-7 の特許タスクの一つとして特許翻訳タスクを実施することを提案し、それが 2007 年 5 月に承認された。

本稿では、まず、NTCIR-7 における特許翻訳タスクの概要を述べる。次に、特許翻訳タスクに利用する対訳データの作り方や性質を述べ、そのデータに対して、統計的機械翻訳システムを適用した結果を述べる。

2. NTCIR-7 特許翻訳タスクの概要

2.1 特許翻訳タスクの背景

NTCIR-3 から NTCIR-6 の特許タスクにおいては、特許情報の検索に焦点を当てたタスクが実施され、それらの結果として、日本と米国の特許についての、一般に研究利用可能な大規模な特許データが作成された。

我々は、これらの特許データのうちで、同じ発明について日本と米国に共に出願された特許 (パテントファミリー) に注目し、そこから、3. 節で述べる方法により、大規模な日英対訳コーパスを作成した^(注2)。この対訳コーパスは、日米の特許の文対応がとれたコーパスとして、一般に研究利用可能なものとしては、最初のコーパスである。また、その規模は、その他の大規模なコーパス、たとえば、Linguistic Data Consortium から配布されている中国語-英語やアラビア語-英語のコーパスに匹敵する。そのため、この対訳コーパスを利用することにより、特許情報の世界的な流通に必須な特許翻訳について、大規模な研究をすることが可能となると考えられる。

2.2 特許翻訳タスクの目標

これらの背景より、我々は、NTCIR-7 において、特許翻訳タスクを企画した。このタスクの目標は、以下のものである。

- 現状の機械翻訳の特許翻訳への適用可能性を調べること
- 大規模な対訳コーパスが利用できるという状況下での現状のコーパスベースの機械翻訳の性能を調べるとともに、でき

れば、規則に基づく機械翻訳システムやハイブリッドな機械翻訳システムとの性能比較をすること

- BLEU [8] などの自動評価尺度と人手による評価結果との比較をすること
- 特許翻訳や特許情報アクセスの研究に利用できる対訳コーパスを構築すること

これらの目標は、要約すると、「特許情報を対象とした機械翻訳における共通基盤となるような対訳コーパスや評価セットを提供することにより、機械翻訳の研究が盛んになるような評価タスク」としたいということである。

2.3 特許翻訳タスクの流れ

特許翻訳タスクでは、まず、訓練データとして、日英文対応が付いた特許コーパスが配られ、その後で、ドライランおよびフォーマルラン用のテストデータが順次配られる予定である。翻訳の方向は、日英でも英日でも両方でも、参加者が任意に選択できる。

訓練データとしては、文データと文書データの 2 セットを配布する予定である。文データとしては、3. 節で述べる、TRAIN, DEV, DEVTEST, TEST の 4 つの対訳文集合が配られるので、これらを利用して、機械翻訳システムの研究開発をすることができる。これらの文データは、自動的に対応付けられた文対応から、対応の精度が良さそうな 1 対 1 対応のみを自動抽出したものである。なお、それぞれ約 1000 文からなる DEV, DEVTEST, TEST は、人手により対応が正しいと判定されているもののみからなる。

一方、文書データとしては、文データを抽出するもとなったアラインメント情報を全て含んだもの (対応付けられた文書における文対応全て) が配られる。したがって、文書データを利用することにより、文データよりも多くの対訳文を訓練に利用することが可能であるし、また、翻訳対象の文の文脈を考慮した翻訳をすることもできる。

ドライランやフォーマルランにおいては、翻訳対象の文は、その文脈とともに提示されるので、文脈を考慮した機械翻訳をすることが可能である。更に、提出された翻訳結果は、BLEU および人手により評価される。

2.4 特許翻訳タスクのスケジュール

特許翻訳タスクのスケジュールは以下である。

- 2007.8: 参加受付の締切 (これ以後も随時受け付け予定)
- 2007.9-2008.3: ドライラン
 - 2007.9: 訓練データの配布
 - 2007.12: ドライラン用のテストデータの配布
 - 2007.12: 翻訳結果の提出メチ
 - 2008.1-2008.3: 翻訳結果の評価
- 2008.3: 評価結果の発表
- 2008.4-2008.8: フォーマルラン
 - 2008.4: フォーマルラン用のテストデータの配布
 - 2008.5: 翻訳結果の提出メチ
 - 2008.5-2008.8: 翻訳結果の評価
 - 2008.8: 評価結果の発表
- 2008.10: NTCIR-7 ワークショップへの報告書提出

(注2): 文献 [7] では、パテントファミリーから対訳辞書を作成している。

- 2008.12: NTCIR-7 成果報告会

3. 特許の対訳データ

本節では、特許翻訳タスクに利用する日英対訳コーパスについて述べる [9].

3.1 対訳コーパスの作成に利用したデータ

特許の対訳コーパスを作成する元データとしては、NTCIR-6の特許検索タスクに利用された次のデータを用いた。

- 日本公開特許公報全文 1993-2002 年発行分 (約 350 万件)
- 米国特許全文 1993-2000 年発行分 (約 100 万件)

これらの特許データから、日本と米国に同時出願された特許を、米国特許に記述されている優先権番号により同定した結果として、84677 件の特許の対応を得た。これらを観察した結果として、特許の「実施例」と「背景」の記述が、日米について、比較的直訳されていることが分かったので、これらの部分を利用して対訳データを作成することにした。そのために、簡単なパターンマッチングにより、これらの対応を抽出したところ、「実施例」については 77014 件、「背景」については 72589 件の対応を得た。以下では、これら 149603 件から文対応データを作成したときの方法について述べる。なお、以下では、「実施例」と「背景」を共に「文書」と呼ぶ。

3.2 文対応スコア

我々は、内山・井佐原 [9] の方法を用いて、文対応のスコア付けをし、そのスコアによりソートした上位の文対応を利用して、対訳コーパスを作成した。その方法は以下の通りである。

まず、各文書における文対応を DP マッチングにより求めた [10]。ただし、文対応を求めるときには、1 対 n 、 n 対 1 ($0 \leq n \leq 5$)、2 対 2 の対応のみを考慮した。DP マッチングにおける対応する文間の類似度としては、以下に述べる SIM を用いた^(注3)。

まず、 i 番目の文対応における日本語文および英語文に含まれる単語 (トークン) の集合を J_i 、 E_i とする。すると、 J_i と E_i の類似度 $\text{SIM}(J_i, E_i)$ は、

$$\text{SIM}(J_i, E_i) = \frac{2 \times \sum_{j \in J_i} \sum_{e \in E_i} \frac{\delta(j, e)}{\text{deg}(j) \text{deg}(e)}}{|J_i| + |E_i|}$$

である。ただし、 j と e は、トークンとしての単語であり、 $|J_i| = J_i$ のトークン数、 $|E_i| = E_i$ のトークン数、 $\delta(j, e) = j$ と e が対訳となりうるなら 1 そうでないなら 0、 $\text{deg}(j) = \sum_{e \in E_i} \delta(j, e)$ 、 $\text{deg}(e) = \sum_{j \in J_i} \delta(j, e)$ 、である。ただし、 J_i と E_i は以下のようにして得た。まず、 J_i については、日本語文を茶釜^(注4)により形態素解析し、内容語を抽出した。 E_i については、最大エントロピー法を利用した POS タグ^(注5)を利用し、内容語を抽出したあとで、WordNet のライブラリ^(注6)を利用して、基本形を得た。また、 $\delta(j, e)$ の判定

(注3): ただし、0 対 n や n 対 0 の対応にペナルティを与えるために、それらの対応については、 $\text{SIM} = -1$ とした。

(注4): <http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>

(注5): <http://www2.nict.go.jp/x/x161/members/mutiyama/maxent-misc.html>

(注6): <http://wordnet.princeton.edu/>

には、EDR 日英対訳辞書、EDR 英日対訳辞書、EDR 日英専門用語対訳辞書、EDR 英日専門用語対訳辞書を統合して作成した約 45 万項目の辞書を利用した。

DP マッチングにより、文対応を得たあとで、その文対応を含む日本語文書 J と英語文書 E との類似度 $\text{AVSIM}(J, E)$ を計算した [9].

$$\text{AVSIM}(J, E) = \frac{\sum_{i=1}^m \text{SIM}(J_i, E_i)}{m}$$

ただし、 $(J_1, E_1), (J_2, E_2), \dots, (J_m, E_m)$ は、DP マッチングにより得られた文対応である。 $\text{AVSIM}(J, E)$ は、これら文対応が高い類似度をとるときに、大きな値となる。したがって、 $\text{AVSIM}(J, E)$ は文書 J と E との類似度を求めていると考えることができる。

文書の類似度としては、 J と E の文数の比 R も利用した。

$$R(J, E) = \min\left(\frac{|J|}{|E|}, \frac{|E|}{|J|}\right)$$

ただし、 $|J|$ と $|E|$ は、文書 J と E の文数である。 R が高い値となるのは、両者の文数が近い場合であるので、 R により、直訳の度合を測定することができると考えた。

これらの類似度を利用することにより、 i 番目の文対応のスコア Score を以下のように定義した。

$$\text{Score}(J_i, E_i) = \text{SIM}(J_i, E_i) \times \text{AVSIM}(J, E) \times R(J, E)$$

$\text{Score}(J_i, E_i)$ が高くなるのは、以下の場合である。

- 文 J_i と E_i が似ているとき
- 文書 J と E が似ているとき
- 文数 $|J|$ と $|E|$ が近いとき

$\text{Score}(J_i, E_i)$ は、文の類似度と文書の類似度を共に考慮することにより、対応関係が良さそうな文書の中から、対応関係が良さそうな文対応を選ぶために、利用することができる。

3.3 文対応の抽出

上述の文対応のスコア付けを、149603 件の全文書に対して適用した結果、約 700 万の文対応を得た。これらの文対応から、1 対 1 の文対応のみを抜き出すと、約 420 万である。これら 1 対 1 の文対応から、ノイズを低減するために、日本語文が句点で終わっていないものを除去した。また、重複する文対応は一つを除き除去した (日英文が共に同じ場合に重複とした)。この結果として、約 390 万の 1 対 1 文対応が得られた。

これらの文対応をスコアの降順にソートした。次に、これらの上位を利用して対訳コーパスを作成したのだが、このときに、どの程度の順位までの文をコーパスに採用するかを決めるために、まず、1999981~2000000 位の 20 文における文対応の品質を調査した。その結果は、17 文が日英がほぼ直訳の対応しており、2 文が 50% 以上の内容の重複があった。次に、2499981~2500000 位の 20 文を調べたところ、13 文が互いに直訳の関係にあり、6 文が 50% 以上の重複があった。この結果より、我々は、上位の 200 万文を対訳コーパスに採用した。更に、これらから、日本語文か英語文のどちらかが 100 単語を越えているものと、 $\frac{\text{長い文の単語数}}{\text{短い文の単語数}} > 5$ であるような文対応を除去した。その結

表 1 マッチングと対訳の評価

	マッチング			対訳			
	A	B	C	A	B	C	X
DEV の元集合	974	23	3	916	57	24	3
DEVTEST の元集合	983	16	1	927	56	16	1
TEST の元集合	973	24	3	899	72	26	3

果として、1988732 文が得られた。

これらの約 200 万の文から訓練、開発、開発テストおよびテストデータを作成した。その方法は以下の通りである。まず、特許文には重複が多いことから、同一特許に含まれている文が、訓練とテストに出現することは避ける必要がある。そのために、この約 200 万の文対応を、同一の特許に属するものは一つのグループにした。そして、このグループを単位として、全体を、91%を訓練、3%を開発、3%を開発テスト、3%をテストに無作為に分割した。

特許翻訳タスクの訓練データとしては、文書データについては、これらの訓練、開発、開発テスト、テストの文対応を抽出した元となる文書に含まれる文対応全体を提供する予定である。また、文データとしては、TRAIN としては、訓練に含まれる文対応全体である 1799692 文を選んだ。次に、開発、開発テスト、テストのそれぞれから、1000 文ずつを無作為に抽出し、後述する対訳評価が A 判定のものを選び、それぞれを DEV、DEVTEST、TEST とした。それぞれの文数は、DEV が 916、DEVTEST が 927、TEST が 899 である。

これらの DEV、DEVTEST、TEST を選択するために、翻訳業者に、2 段階からなる判定作業を依頼した。第 1 段階では、マッチングの評価として

- A: 文全体としてマッチ
- B: 半分くらいマッチ
- C: 文は、ほとんどもしくは全く対応していない

を評価した。次に、対訳評価として、英語文が日本語文の内容を正しく反映しているかを次のように評価した。

- A: (ほぼ) 完璧
- B: 8 割程度は正しい
- C: 精度は B 未満
- X: A,B,C 以外

これらの評価結果を表 1 に示す。表の「マッチング」の列より、97~98%の文対応が、文全体として一致していることがわかる。また、「対訳」の列より、90~93%の文対応が英語文が日本語文の内容をほぼ完璧に反映していることがわかる。これらより、抽出した文対応データは、機械翻訳のデータとして、十分使える品質であると考えられる。

4. 翻訳実験

特許翻訳タスクのベースラインとしての機械翻訳の性能を評価するために、第 1 回および第 2 回の統計的機械翻訳ワークショップ [6], [11] で用いられたベースラインシステムに利用されたデコーダである Pharaoh [12] と Moscs [5] を利用し、上述の TRAIN を学習データ、DEV を最小誤り学習用データとし、DE-

表 2 Pharaoh と Moscs による翻訳実験

	条件			%BLEU	
	システム	LM	RM	devtest	test
EJ	Pharaoh	3gram	なし	24.72	25.99
	Moscs	3gram	なし	26.37	26.95
	Moscs	5gram	なし	27.87	29.02
JE	Pharaoh	3gram	あり	30.54	31.25
	Pharaoh	3gram	なし	24.49	25.76
	Moscs	3gram	なし	26.06	27.98
	Moscs	5gram	なし	27.01	28.30
	Moscs	5gram	あり	28.84	30.04

LM = 言語モデル, RM = 並び替えモデル

EJ = 英日翻訳, JE = 日英翻訳

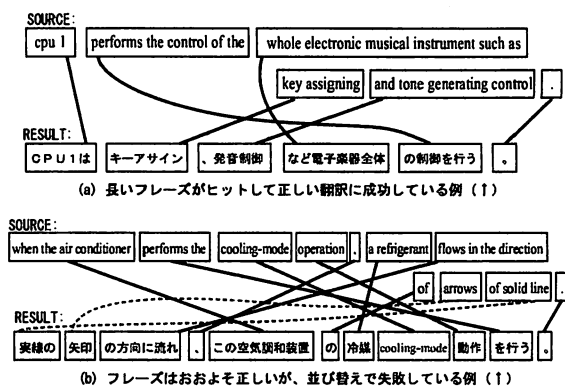


図 1 翻訳例のフレーズ対応

VTEST と TEST に対しての翻訳性能を測定した (DEVTEST も TEST もオープンテストとなる)。なお、ベースラインシステムには、デコーダだけでなく、モデルを訓練するためのスクリプトなども含まれているので、それらを利用して、翻訳モデル等を構築した。なお、ベースラインシステムは、SRILM [13], GIZA++ [14], mkcls [15] なども利用している。また、翻訳結果の評価尺度には %BLEU 値を用いた。%BLEU の計算においては、日本語文は茶釜で分割し、英語文は、字句解析の結果を小文字に変換したものを利用した。

実験条件としては、システムの違いの他、言語モデルの履歴の長さ (3gram と 5gram)、および並び替えモデルを使う場合と使わない場合の 4 通りの組合せをそれぞれ英日・日英両方向に対して行った。翻訳モデル (フレーズテーブル) の学習は Pharaoh と Moscs に付属するスクリプトを default のまま動作させている。Moscs の並び替えモデルは Lexicalized Reordering Model を用い、句の相対位置を monotone, swap, discontinuous の 3 種 (MSD) のクラスに分け英日・日英両方向 (Bidirectional) でモデル化している。言語モデルは TRAIN の片側言語のデータを学習データとし、SRILM の Interporated-KN で 3gram および 5gram のバックオフモデルを作成した。デコーダの設定としては、ビーム幅を 100, distortion-limit はかけないとした。以上の条件で行った実験結果を表 2 に示す。

3gram よりも 5gram、並び替えモデルなしよりもありの方が

それぞれ1%~2%ほど性能が向上している。Moscsの5gramで並び替えモデルありの場合、test データについて30%のBLEU値を超えており、あくまでBLEU値ではあるが欧米系言語間の翻訳レベルに近い値となっている。この条件で一番性能の高いEJ方向の翻訳例を図1と図2に示す。図1は翻訳結果のフレーズ対応を明示的に示している図で、特許翻訳で典型的にうまくいく例(a)と典型的な誤り例(b)を示している。うまくいく場合(a)は、特許に特長的な言い回しや専門用語がうまくフレーズとして捉えられていることが分かる。誤りの典型的なパターンは、部分的なフレーズの翻訳は正しくても並び替えで失敗している場合が多い。図2は、約900文の翻訳結果を文毎のBLEU値を強制的に計算し、大きい順に並べ替えたものからだいたい100位ごと(あまりに長い文は近くの文に入替えた)に取り出して並べた10文である。上の文ほどよい結果であり、下にいけばいくほど悪い結果である(最後の文は例外である)。この例からも句レベルではかなり正しい訳が得られていることが分かる。

5. 特許翻訳タスクにおける課題

3. 節および4. 節の結果から、特許翻訳タスクに使うデータが、コーパススペースの機械翻訳の研究対象として、対訳データの規模という観点からも、難易度の観点からも、ちょうど適していることが分かった。このことは、第1回目の特許翻訳タスクにとって、朗報である。

本節では、特許翻訳タスクを、NTCIR-7以降も続けていくために解決すべき課題を述べる。それらは「ロードマップの設定」と「特許の機械翻訳の評価」という互いに関係する課題である。

ロードマップについては、まず、特許の機械翻訳の目的は、外国の特許情報に対する情報アクセスであるという観点から設定する必要がある。そのようなロードマップを設定したあとで、そのロードマップに対する進捗を測定するのに役に立つような機械翻訳の評価を考えることができる。

一つの可能性としては、特許検索における適合判定タスクにおける機械翻訳の効果を評価することが考えられる。これは、テキスト要約のタスクベースの評価と同じ発想である。すなわち、原文と翻訳結果を読んだときに適合判定がどれくらい保持できるか(保持できるほど良い機械翻訳)ということである。しかし、「現状の機械翻訳システムで翻訳された文章が、適合判定できるほどに意味が通るのか?」という疑問がある。

これらの課題については、今後の議論や調査が必要である。

6. おわりに

本稿では、特許の機械翻訳が、(1)特許の翻訳は社会的にも重要なこと、(2)大規模な日英対訳コーパスが存在すること、(3)オープンソースの機械翻訳システムが存在すること、(4)NTCIR-7において特許翻訳タスクが企画されていること、という観点から、日英・英日の機械翻訳の対象として、好適なことを述べた。

そして、特許翻訳タスクが有望なことを確かめるために、

NTCIR-7において提供される対訳データおよびオープンソースの統計的機械翻訳システムを利用して、特許の機械翻訳の実験をした。その結果、フレーズ単位の翻訳については、比較的上手く捉えられていることが多いが、フレーズの並び替えで失敗していることが多いことが分かった。

ところで、フレーズの並び替えは、現在、世界的に研究が進められているトピックである。そのため、この特許翻訳タスクは、そのトピックを追及するために、ちょうど良い機会であると考えられるし、その他の課題も自由に追及できるものである。機械翻訳のフロンティアを拡大させたいと思っている方々には、ぜひ参加していただきたい。

謝辞

4. 節の実験は、筑波大学の乗松潤矢君と西尾拓君に手伝っていただきました。また、NTCIR-7の特許翻訳タスクに関する2度の予備打合せに参加し、コメントしていただいた諸氏に感謝いたします。この研究の一部は、平成19年度国立情報学研究所共同研究「特許文書における統計的機械翻訳技術の評価と協調的研究基盤資源の構築」に基づいています。

文 献

- [1] A. Fujii, M. Iwayama and N. Kando: "Overview of the patent retrieval task at the NTCIR-6 workshop", NTCIR-6, pp. 359-365 (2007).
- [2] M. Utiyama and H. Isahara: "A Japanese-English patent parallel corpus", MT Summit (to appear) (2007).
- [3] M. Nagao: "A framework of a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle", the International NATO Symposium on Artificial and Human Intelligence (1981). (appeared in Sergei Nirenburg, Harold Somers and Yorick Wilks (eds.) *Readings in Machine Translation*, pp. 351-354, published by the MIT Press in 2003).
- [4] P. F. Brown, S. A. D. Pietra, V. J. D. Pietra and R. L. Mercer: "The mathematics of statistical machine translation: Parameter estimation", *Computational Linguistics*, **19**, 2, pp. 263-311 (1993).
- [5] P. Koehn, H. Hoang, A. Birch, C. Callison-Burch, M. Federico, N. Bertoldi, B. Cowan, W. Shen, C. Moran, R. Zens, C. Dyer, O. Bojar, A. Constantin and E. Herbst: "Moscs: Open source toolkit for statistical machine translation", ACL 2007 demonstration session, pp. 177-180 (2007).
- [6] C. Callison-Burch, C. Fordyce, P. Koehn, C. Monz and J. Schroeder: "(Meta-) evaluation of machine translation", ACL Workshop on Statistical Machine Translation, pp. 136-158 (2007).
- [7] S. Higuchi, M. Fukui, A. Fujii and T. Ishikawa: "PRIME: A system for multi-lingual patent retrieval", MT Summit VIII, pp. 163-167 (2001).
- [8] K. Papineni, S. Roukos, T. Ward and W.-J. Zhu: "BLEU: a method for automatic evaluation of machine translation", ACL, pp. 311-318 (2002).
- [9] M. Utiyama and H. Isahara: "Reliable measures for aligning Japanese-English news articles and sentences", ACL, pp. 72-79 (2003).
- [10] W. A. Gale and K. W. Church: "A program for aligning sentences in bilingual corpora", *Computational Linguistics*, **19**, 1, pp. 75-102 (1993).
- [11] P. Koehn and C. Monz: "Manual and automatic evaluation of machine translation between european languages", Proceedings on the Workshop on Statistical Machine Translation, New York City, Association for Computational Linguistics, pp. 102-121 (2006).
- [12] P. Koehn: "Pharaoh: a beam search decoder for phrase-

SOURCE: consequently , the potential of internal data transmitting line io becomes higher than the potential of internal data transmitting line / io .

REFERENCE: この結果、内部データ伝達線 I O の電位が内部データ伝達線 / I O の電位よりも高くなる。

RESULT: これにより、内部データ伝達線 I O の電位が内部データ伝達線 I O の電位よりも高くなる。

SOURCE: (first embodiment) referring first to figs. 1 to 7 , a first embodiment according to the present invention will be described .

REFERENCE: (第 1 実施例) まず、図 1 ~ 図 7 を用いて、この発明の第 1 の実施例について説明する。

RESULT: (第 1 の実施の形態) 本発明の第 1 の実施例を、図 1 ~ 図 7 を参照して説明する。

SOURCE: widely used among the methods of depositing silicon or silicon compound thin films is an evaporation method using a cvd process .

REFERENCE: シリコンまたはシリコン化合物薄膜を成膜する方法として、CVD法を用いた蒸着方法が広く用いられている。

RESULT: 珪素膜または珪素化合物薄膜の堆積方法のうち、CVD法を用いて、蒸着法が広く用いられている。

SOURCE: a permanent magnet 34 is incorporated in the center of the fixed axis 33 of the tension roller 24 , and both end portions of the fixed axis are supported by frames 35 of the belt module .

REFERENCE: 張架ロール 2 4 の固定軸 3 3 には、その中央部に永久磁石 3 4 が挿入されており、両端部はベルトモジュールのフレーム 3 5 に支持されている。

RESULT: テンションローラ 2 4 の両端部が支持され、固定軸の軸 3 3 の中央には永久磁石 3 4 が内蔵されており、ベルトのフレーム 3 5 が固定されている。

SOURCE: it is necessary to select the first and second magnetic layers 1 and 2 in order to obtain a large gmr effect .

REFERENCE: 第 1 及び第 2 磁性層 1 , 2 は高い GMR 効果のために選ばれる必要がある。

RESULT: 第 1 及び第 2 の磁性層 1 と 2 を得るために、大きな GMR 効果を選択する必要がある。

SOURCE: source / drain regions 26 were formed by implanting impurity ions and then activating the implanted impurities by irradiating an energy beam such as a laser radiation or by heat treatment .

REFERENCE: 次に、不純物イオン注入、及びレーザー等のエネルギー照射処理や熱処理による不純物活性化処理を行い、ソース・ドレイン領域 2 6 を形成した。

RESULT: 熱処理により不純物をイオン注入することによってソース・ドレイン領域 2 6 を形成した後、レーザー光またはなどのエネルギービームを照射することによって不純物の活性化を行う。

SOURCE: " free " means that the location is undecided .

REFERENCE: フリーとは所在が未定であることを意味する。

RESULT: 「 F R E E 」が未確定位置を意味する。

SOURCE: a node contact hole 142 formed penetrating through the interlayer insulating films 141 and 131 are reaching to the extraction pad 122ab .

REFERENCE: 層間絶縁膜 1 4 1 および層間絶縁膜 1 3 1 を貫通して設けられたノードコンタクト孔 1 4 2 は、引き出しパッド 1 2 2 a b に達している。

RESULT: ノード・コンタクト孔 1 4 2 を貫通するように形成され、層間絶縁膜 1 4 1 と 1 3 1 は、抽出パッド 122ab に達する。

SOURCE: when the air conditioner performs the cooling-mode operation , a refrigerant flows in the direction of arrows of solid line .

REFERENCE: 空調機が冷房運転する場合、冷媒は実線矢印の向きに流れる。

RESULT: 実線の矢印の方向に流れ、この空調機装置の冷媒 cooling-mode 動作を行う。

SOURCE: (1) first data and second data are transferred to the buffer 31 and the buffer 41 , respectively .

REFERENCE: (1) 1 番目のデータをバッファ 3 1 に、2 番目のデータをバッファ 4 1 に転送する。

RESULT: (1) データバッファ 3 1 及びバッファ 4 1 にそれぞれ第 1 および第 2 のデータが転送される。

図 2 Moses による翻訳例

based statistical machine translation models", AMTA, pp. 115-124 (2004).

[13] A. Stolcke: "SRILM - an extensible language modeling toolkit", ICSLP, pp. 901-904 (2002).

[14] F. J. Och and H. Ney: "A systematic comparison of various

statistical alignment models", Computational Linguistics, 29, 1, pp. 19-51 (2003).

[15] F. J. Och: "An efficient method for determining bilingual word classes", EACL, pp. 71-76 (1999).