概要

従来の翻訳方式として要素合成法を用いた手法が挙げられる．この方法では文全体の意味が失われ，適切な訳表現が得られない場合が生じる．そこで問題を解決する方法の一つとして意味類型を介してパターンを対応付ける方法が考えられる．この方法には表現候補が複数対応するため，選択範囲が広がる利点がある．しかし一方で，訳語候補が複数存在するので，最適な訳表現を見付けることができない問題も生じる．そのため意味類型を用いた翻訳方式を実現するには，複数の訳語候補から訳語を 1 つに絞る手法が必要である．

そこで本研究では，意味類型を用いた手法を実現することで，パターンがどの程度の曖昧性を持っているか調べる．また，これを手掛かりに最適な訳語を選ぶ一意決定手法を検討する．

この方法を因果関係構文の重文を対象に行った結果，日本語，英語に対して 1 つの原言語に対応する目的言語が一意に決定されないことが確認された．そこで，節に意味を付加することで，目的言語を絞り込む手法を検討した．

目 次

1 はじめに **1**

2 従来の研究と意味類型の必要性 **2**

2.1 研究の背景 2

2.2 意味類型を用いたパターンの対応付け 2

3 日英パターンの意味的対応関係の検討 **4**

3.1 研究対象 4

3.1.1 用語の定義 4

3.1.2 研究対象の説明 5

3.2 検討手順 6

3.3 パターン作成方法 7

3.4 パターンの対応表 10

4 作成したパターンの評価 **11**

4.1 パターンの総数 11

4.2 意味的対応関係の調査 11

4.3 構造上の分類 14

4.4 意味ごとの分類 15

5 オープンカバー率テストの結果と考察 **17**

5.1 オープンカバー率テスト 17

5.2 用例とパターンの関係 21

5.3 総パターン数 22

6 重文におけるパターンの絞り込み案 **23**

6.1 訳表現の多義性の原因 23

6.2 パターンを絞り込むための方法例 25

6.2.1 節に意味を与える手法例 25

6.2.2 絞り込み手法の適用例 25

7 おわりに **27**

7.1 結論 27

7.2 今後の課題 27

図 目 次

1 動詞「持つ」の結合価パターン 2
2 従来の対応例 3
3 意味類型を用いた方法 3
4 検討手順 6
5 日本語パターンに対応する英語パターンの数と度数 12
6 英語パターンに対応する日本語パターンの数と度数 13
7 英語におけるパターンを構造で分類した割合 14
8 オープンテストの実験手順 17
9 カバー率テストのグラフ表現 19
10 用例数とパターン数の関係 21
11 絞り込み手法の手順 26

表 目 次

1 日本語から英語への対応表の例 10
2 英語から日本語への対応表の例 10
3 パターンの内分け 11
4 パターンの対応関係 12
5 パターンの構造ごとの分類 14
6 意味ごとの分類 15
7 オープンカバー率テストの結果の例 18
8 新たに作成した日本語パターン 18
9 新たに作成した英語パターン 19
10 評価結果 19
11 総パターン数 22
12 最大対応数 17 パターンの対応関係表 24
13 付加意味とその判断例 25
14 節に意味を付加した表の一部 26

1　はじめに

従来の翻訳方式として要素合成法を用いた手法が挙げられる．この方法は，表現の意味と表現の構造を別々に扱うため，文全体の意味が失われ，適切な訳表現が得られない場合が生じる．そこで問題を解決する方法の一つとしてパターンを対応付ける方法 [1] が考えられる．この方法は，パターンを作成することで，文全体の意味を失うことを防ぐことができる．

しかしパターン同士が単一的な対応をしているため，最適な訳表現を見付けることができない問題がある．そこで意味類型を用い，$1:N$(複数) の対応を可能にする．意味類型を介した翻訳方式には，選択範囲が広がる利点がある．しかし訳表現候補が複数存在するため，最適な訳表現を選択する手法が必要となる．そこで，意味類型を介した手法を実現するためには，複数の訳語候補から訳語を 1 つに絞る手法を提案することが必要である．

この方法は既に比較の意味を持つ単文を中心に行われている [2]．一方，単文においては意味解析，ならびに構文解析が概ねできている状態である．しかし，意味解析，構文解析から見ても，動詞が複数ある場合 (例：重文) については，まだ解析技術が確立していない．また実際の文では，単文より複雑な文 (例：重文) が多いことからも，重文においても意味類型を用いた翻訳方式が可能であるかの検証が必要である．

そこで本研究では，意味類型を用いた手法を実現することで，因果関係構文の重文においてパターンがどの程度の曖昧性を持っているか調べる．また，パターンより生じる曖昧性を手掛かりに最適な訳語を選ぶ一意決定手法を検討する．

この方法を因果関係構文の重文を対象に行った結果，日本語，英語に対して 1 つの原言語に対応する目的言語が一意に決定されないことが確認された．そこで，節に意味を付加することで，目的言語を絞り込む手法を検討した．

2　従来の研究と意味類型の必要性

2.1　研究の背景

従来の翻訳方式の一つとして，表現の意味と表現の構造を分離して別々に扱う方法が挙げられる．これは，まず文を単語単位に分解して，単語ごとに訳語を決定する．その後，単語間の文法的関係より単語同士を組み合わせて訳語を合成する．しかし，実際の言語表現では，文を単語に分解すると，その過程で文全体の意味が失われるので，元の意味が再現されなくなることが多い．そのため，意味的に適切な翻訳結果が得られない場合がある．従来の機械翻訳システムにおいても，この問題を解決するために，連語や慣用表現などを単語に分解せずに，翻訳する方法などが試みられている．しかし，この方法は逆に柔軟性に欠ける問題がある．

この問題を解決する方法の一つとして，意味としてまとまりを持つ表現をパターンとしてとらえ，翻訳する方法が考えられる．パターンを用いた翻訳方式は，意味としてまとまりを持つ表現に注目しているため，文の構造が崩れることはないし，文全体の意味を失うこともない．

この方法により，両言語間でのパターン選択の自由度が増し，適切な対応関係が得られると期待される．

2.2　意味類型を用いたパターンの対応付け

パターンを用いて翻訳するために，日本語語彙大系がある．日本語語彙大系（構文大系）に示されている対応付けの具体例を図 1 に示す．対応付けは，結合価パターンを用いて行う．日本語表現において，結合価パターンは，名詞と動詞を組み合わせた形で登録している．同時に，それに対応する英語の文型パターンも登録している．

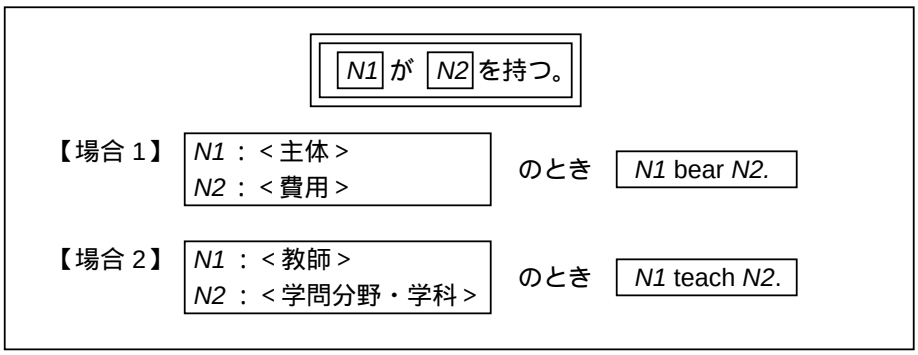

図 1: 動詞「持つ」の結合価パターン

日本語語彙大系において，パターンを用いて日英を対応付ける方法 [3] を図 2 に示す．

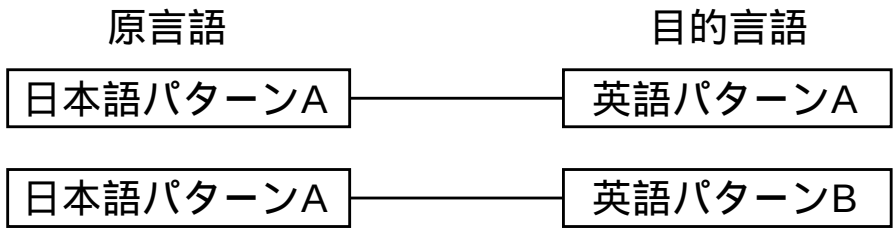

図 2: 従来の対応例

図 2 のように訳語が複数存在する場合でも，1 つの原言語に 1 つの目的言語と，単一的に対応している．この方法は単一的であるため，文脈に応じて最適な訳語が選択できない．これに対して，概念を対応付けるための表現形式を意味類型 (例：原因，結果) と定義し，意味類型を介して 2 つの言語パターンを対応付ける方法がある．この方法を図 3 に示す．

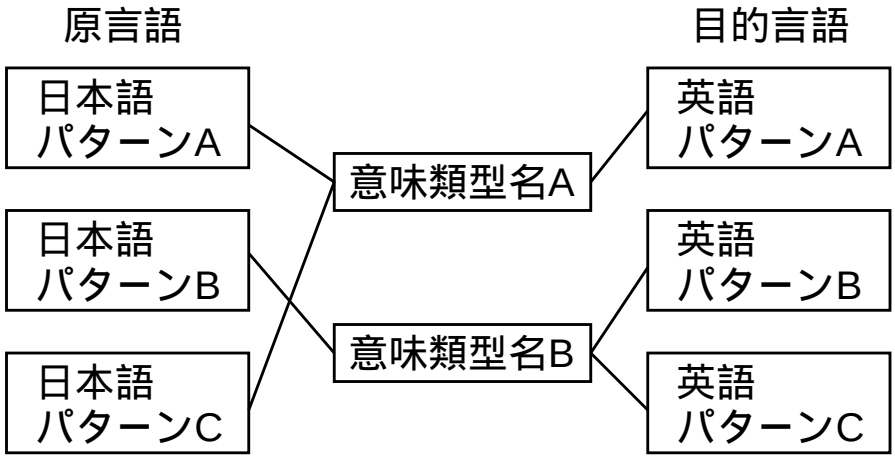

図 3: 意味類型を用いた方法

図 3 のように意味類型を用いると，パターンの対応関係は，原言語と目的言語の間に単一的なつながりではなく，M(複数)：N(複数) の対応となる．この対応関係により，訳語表現として複数の候補の中から，文脈に応じて最適な表現が決定できる可能性がある．ところが，複数の候補から 1 つに絞る必要がある．

そこで本研究では，パターンを作成し，因果関係構文の対応表を作成する．そして，作成した対応表から意味的対応関係を調べ，一意に選択する手法を考える．

3　日英パターンの意味的対応関係の検討

本研究の目的は，因果関係構文についての意味類型パターンによる翻訳方式の可能性を明らかにすることである．そのため，意味類型を用いた手法を実現することで，パターンがどの程度の曖昧性を持っているか調べる．また，これを手掛かりに最適な訳語を選ぶ一意決定手法を検討する．そこで，以下の手順に従い研究を行う．

3.1　研究対象

3.1.1　用語の定義

1. 因果関係構文... 原因とそれによって生じる結果との関係を表す文
   (例文 1) 私はひどいかぜをひいていたので，きのうは家にいた．

2. 重文 (⇔非重文：(例) 単文，埋め込み文)

   (a) 日本語の重文

      i. 等位関係，従位関係にある文を接続助詞「ので」等で結んだ文
      (例文 2) とても寒かった ので 私は上着を着た ．
      ...　例文 2 は「とても寒かった」と「私は上着を着た .」が従位関係にあり ,「ので」という因果を表す接続助詞で結ばれている．そのため重文である．

      ii. 連用中止の文
      (例文 3) その日は雨も降ったし，風も吹いた．
      ...　雨が降った後，風が吹いたのか，または雨が降ると同時に風が吹いたのか分からない．このように接続助詞がなくても連用中止でつながっている文は重文に含まれるため，例文 3 は重文である．

      iii. 体言止めの文
      (例文 4) 運輸省が計画，鉄建公団が建設．
      ...　「運輸省が計画」と「鉄建公団が建設」のそれぞれは「する」という動詞が省略され，体言で終っている．このように体言止めで文がつながっている文も重文に含まれ，例文 4 は重文である．

   (b) 英語の重文... 本動詞が複数存在して，埋め込み文ではない文
   (例文 5) I left early so I could get a good seat.

3. 原言語... 言語 A から言語 B を翻訳する際，基となる言語 A
   （例）本研究では日本語入力の形式をとるため，原言語は日本語となる．

4. 目的言語... 言語 A から言語 B を翻訳する際，言語 A に対応する言語 B
   （例）原言語 A を「($N1$ は) $V1$ するように $V2$ する .」としたとき，A に対する目的言語 B「$N1$ $V2$ so (that) $N1$ can/may $V1$.」

3.1.2 研究対象の説明

本研究では因果の意味を持つ重文を対象とする [4]．これを，構造と意味の面から見ると以下のようになる．

- 構造的な面... 日本語が重文であれば，英語は重文でも非重文でも構わない．対象（○），対象外（× ）の例文を以下に示す．

  ○:日本語が重文で，英語が重文の場合
  息子が病気になりはしないかと私は心配している．
  I am afraid lest my son should be taken ill.

  ○:日本語が重文で，英語が非重文 (例：単文) の場合
  私は雨が降ったために早めに帰宅した．
  I came back early because of the rain.

  × :日本語が非重文 (例：複文 [埋め込み文]) で，英語が重文の場合
  彼は怠け者であるという理由で首になった．
  He was dismissed on the grounds that he was lazy.

  × :日本語が非重文 (例：単文) で，英語が非重文 (例：単文) の場合
  大雪のため，私たちは出発できなかった．
  Owing to the heavy snowfall we could not leave.

- 意味的な面... 因果関係の意味を持つ文．対象（○），対象外（× ）の例文を以下に示す．

  ○:文の意味が「目的」の場合
  良い席がとれるように早く出た．
  I left early so I could get a good seat.

  × :文の意味が「時」の場合
  道路を走っているとき彼はつまずいてころんだ．
  Running down the road , he tripped and fell.

3.2　検討手順

検討の手順として，大きく 3 段階で構成する．本研究では，パターンを用いた翻訳方式を実現するために，まずパターンを作成することが必要である．そこで，用例を収集し，収集した用例からパターンを作成する．次に，意味的対応関係を調べるために，作成したパターンを用い，対応表を作成する．作成した対応表より，因果関係構文における意味的対応関係を調べる．この流れを図 4 に示す．

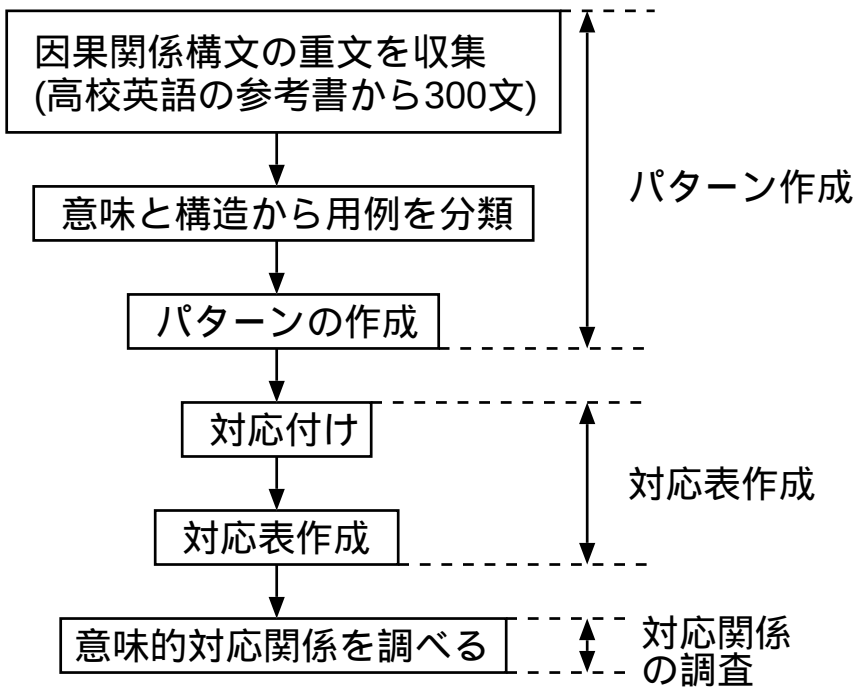

図 4: 検討手順

(注) 高校英語の参考書

(1) 松山正男，福井振一朗:「英語構文 160」，中央図書 (1992)

(2) 木戸一男，清水正雄，近藤久雄，安田良子:「総合英語」，中央図書 (1987)

(3) 飯塚茂:「総合英語」，文英堂 (1990)

(4) 高橋潔:「総合英語」，数研出版株式会社 (1984)

(5) 山口俊治:「高校総合英語」，桐原書店 (1989)

(6) 吉田久夫:「リード英語構文」，美誠社 (1992)

(7) 和田孫博:「英文法」，駸々堂出版 (1993)

(8) 斎藤秀三朗:「CD-NEW 斎藤和英大辞典 EPWING 版」，日外アソシエーツ株式会社 (1999)

3.3 パターン作成方法

本研究では，重文の因果関係構文におけるパターンを作成する．その際のパターン作成方法を以下に示す．

1. 高校の参考書より収集した用例から作成

   高校英語の参考書より用例 300 文を収集する．例として，「彼は家族を養うために一生懸命働く」について考える．意味 (例：目的) と構造 (例：同一主語) より分類した用例に対し，パターンの作成を行う．文の意味を表す表現 (例：ため) 以外を変数 (例：N，V) に置き換えたものをパターンとして登録する．この例の場合，「$N1$ は $V1$ するため $V2$ する」というパターンが作成できる．

   原文と，その原文より作成されるパターンの例を以下に示す．

   【日本語】

   - 原文：彼女はもっとよい仕事につけるように英語を練習しています．
     作成パターン：$N1$ は $V1$ するように $V2$ する．
   - 原文：彼は家族を養うために一生懸命働いた．
     作成パターン：($N1$ は) $V1$ するため (に) $V2$ する．
   - 原文：人々がお互いに意志を伝達しあうために言語が存在する．
     作成パターン：$N1$ が $V1$ するために $N2$ が $V2$ する．

   【英語】

   - 原文：She's practicing English so she can get a better job.
     作成パターン：$N1$ $V2$ so (that) $N1$ can $V1$.
   - 原文：He worked hard in order that he might support his family.
     作成パターン：$N1$ $V2$ in order that $N1$ (may) $V1$.
   - 原文:Language exists in order that people may communicate with one another.
     作成パターン：$N2$ $V2$ in order (that) $N1$ $V1$.

2. 人手で考えて作成

高校の参考書等だけではパターンの種類が不十分である．そこで人手でパターンを考え，追加する．追加方法としては，以下の方法が考えられる．

(a) 変数を増減させた作成方法

・用例よりパターンを作成する．作成したパターンの意味上の主語が同じ場合，このパターンをもとに，主語が違う場合のパターンを作成する．ただし，作成に使用する接続助詞は，もとにしたパターンと同じである．主語の関係が逆の場合も同様に行う．

(例 1) 原文：彼は家族を養うために一生懸命働く．

日本語パターン：$N1$ は $V1$ するため ($N1$ は) $V2$ する．(同一主語)

⇒作成パターン：$N1$ が $V1$ するため $N2$ は $V2$ する．(違う主語)

(例 2) 原文：トムが来さえすればパーティーを始められるのだが．

日本語パターン：$N1$ が $V1$ しさえすれば $N2$ は $V2$ するのだが．(違う主語)

⇒作成パターン：$N1$ が $V1$ しさえすれば $N1$ は $V2$ するのだが．(同じ主語)

(b) 日本語の接続助詞から，対応する英語パターンの作成方法

・日本語において，用例からパターンを作成し，パターン内の接続助詞 (例：ため) に着目する．そして，和英辞書を用い，日本語の接続助詞に対応する英語表現を検索する．これより，用例の対訳 (例：so that) 以外の英語表現 (例：with the intention of) を見付け，パターンを作成する．

(例 3) 原文：彼は家族を養うために一生懸命働く．

日本語パターン：$N1$ は $V1$ する ため($N1$ は) $V2$ する．

対訳：He works hard so that he may support his family.

対訳パターン：$N1$ $V2$ so that $N1$ $V1$.

⇒検索結果：with the intention of

作成パターン：$N1$ $V2$ with the intention of $N1$ $V1$ing.

(例 4) 原文：もし雨が降ったら，どうしましょうか．

日本語パターン：もし $N1$ が $V1$ し たら($N2$ は) どうする．

対訳：Suppose it rains , what shall we do ?

対訳パターン：Suppose $N1$ $V1$, what shall $N2$ do ?

⇒検索結果：provided

作成パターン：Provided $N1$ $V1$, what shall $N2$ do ?

(c) 辞書を用い，言い換えからパターンの作成方法 (日本語パターンを増やす方法)

・類義語辞典等を使い，用例より作成した日本語パターンの言い換え表現を考える．この場合，接続助詞を含む語 (例：恐れて) に着目する．言い換えができた場合は，言い換え表現を使ったパターンを作成する．

(例 5) 原文：発見されるのを 恐れて 息を殺していた．

日本語パターン：($N1$ は) $V1$ するのを恐れて $V2$ する．

⇒言い換え表現：心配して

作成パターン：($N1$ は) $V1$ するのを心配して $V2$ する．

(例 6) 原文：彼は働きに働い て，ついに 病気になった．

日本語パターン：$N1$ は $V1$ して，ついに $V2$ した．

⇒言い換え表現：て，とうとう

作成パターン：$N1$ は $V1$ して，とうとう $V2$ した．

(d) 作成したパターンより，辞書等を用いずに言い換えからパターンを作成する方法

・用例中の接続助詞を，辞書を使わずに言い換えてみる．このとき，意味が変わらないように注意する．言い換えができた場合は，言い換え表現を使ったパターンを作成する．

(例 7) 用例：川が増水した ため，橋は流された．

⇒言い換えた文：川が増水した せいで，橋は流された．

作成パターン：$N1$ が $V1$ するせいで $N2$ は $V2$ する．

(例 8) 用例：雨が降った ため 植物が育った．

⇒言い換えた文：雨が降った お蔭で 植物が育った．

作成パターン：$N1$ が $V1$ したお蔭で $N2$ は $V2$ した．

方法 (a) は変数に着目してパターンを作成する．一方，方法 (b)・(c)・(d) は接続助詞に着目してパターンを作成する方法である．

3.4　パターンの対応表

図 4 の手順より得られる日英表現の対応関係の全表を付録に示す．そして，対応表の一部を例として表 1 ・表 2 に示す．日本語番号とは日本語パターンの番号を，英語番号とは対応する英語パターンの番号を表す．

表 1: 日本語から英語への対応表の例

番号	日本語番号	日本語パターン	英語番号
1	1A	($N1$ は) $V1$ するように ($N1$ は) $V2$ する．	1a,1b,1c,...
	1B	($N1$ は) $V1$ するため (に)($N1$ は) $V2$ する．	
	1C	($N1$ は) $V1$ しようと ($N1$ は) $V2$ する．	
2	2A	$N1$ が $V1$ するように $N2$ は $V2$ する．	2a,2b,2c,...
	2B	$N1$ が $V1$ するために $N2$ が $V2$ する．	
	2C	$N1$ が $V1$ しようとして $N2$ が $V2$ する．	
3	3A	($N1$ は) $V1$ しないように ($N1$ は) $V2$ する．	3a,3b,3c,...
	3B	($N1$ は) $V1$ するといけないから ($N1$ は) $V2$ する．	
	3C	($N1$ は) $V1$ しないために ($N1$ は) $V2$ する．	

表 2: 英語から日本語への対応表の例

番号	英語番号	英語パターン	日本語番号
1	1a	$N1$ $V2$ so (that) $N1$ can/may $V1$.	1A,1B,1C,...
	1b	$N1$ $V2$ in order that $N1$ (may) $V1$.	
	1c	$N1$ $V2$ with the idea that $N1$ $V1$.	
2	2a	$N2$ $V2$ so that $N1$ may/can $V1$.	2A,2B,2C,...
	2b	$N2$ $V2$ in order (that) $N1$ (may) $V1$.	
	2c	$N2$ $V2$ with the idea that $N1$ $V1$.	
3	3a	$N1$ $V2$ lest $N1$ should $V1$.	3A,3B,3C,...
	3b	$N1$ V2 for fear (that) $N1$ should/would $V1$.	
	3c	$N1$ $V2$ for fear of $V1$ing/$N2$.	

(注) 名詞，及び名詞句をまとめて N と表記する．また，動詞，及び動詞句をまとめて V と表記する．

4　作成したパターンの評価

4.1　パターンの総数

パターンを作成し，総数を調べる．その結果とパターン作成方法に基づいた内分けを表 3 に示す．

表 3: パターンの内分け

	日本語	英語
用例より作成パターン数	133	184
人手で考え作成したパターン数	176	229
パターン総数	309	413

パターンを用例より作成した場合と，人手で作成した場合について，それぞれの例を以下に示す．

(例) 用例よりパターンを作成した場合

《日本語》

原文：彼は留学するために働いた．

パターン：$N1$ は $V1$ するため $V2$ する．

《英語》

原文：He worked with a view to studying abroad.

パターン：$N1$ $V2$ with a view to $V1$ing.

(例) 人手でパターンを作成した場合

《日本語》(3.3 節のパターン作成方法 2.(d) に基づき作成)

$N1$ は $V1$ するのに $V2$ する．

《英語》(3.3 節のパターン作成方法 2.(b) に基づき作成)

$N1$ $V2$ by the way of $V1$ing.

4.2　意味的対応関係の調査

意味的曖昧性を調べるため，対応表より日本語，英語それぞれについて 1 パターンに対応するパターンの最大数や平均数等を調べる．この結果を表 4 に示す．

ここで，最大対応数とは 1 つの原言語に対応する目的言語の最大数を表す．そして平均対応数とは 1 つの原言語に対応する目的言語の平均数を表す．これに対しては，N が 1 を含む場合と，N が 2 以上に限定した場合について調べる．また 1：N(複数) 対応の割合とは目的言語が一意に決定できない割合を示す．

表 4: パターンの対応関係

	日本語→英語	英語→日本語
最大対応数	17	6
平均対応数 ($N \geqq 1$)	4.1	3.1
平均対応数 ($N \geqq 2$)	5.7	3.4
1：N(複数) 対応の割合 (%)	66.3(205/309)	88.9(367/413)

表 4 より，N が 1 以上の場合の平均対応数は，日本語から英語で 4.1，英語から日本語で 3.1 である．N が 2 以上に限定した場合の平均対応数は，日本語から英語で 5.7，英語から日本語で 3.4 である．また，1：N(複数) 対応の割合が日本語から英語で 66.3%，英語から日本語で 88.9%の割合で，一意に決定できない場合が多いことが分かる．最大対応数が日本語から英語で 17 パターンと多いことも分かる．

表 1 ・2 より 1 つのパターンに対応する訳パターンの数を調べる．そして，その分布状況の結果を図 5・図 6 に示す．

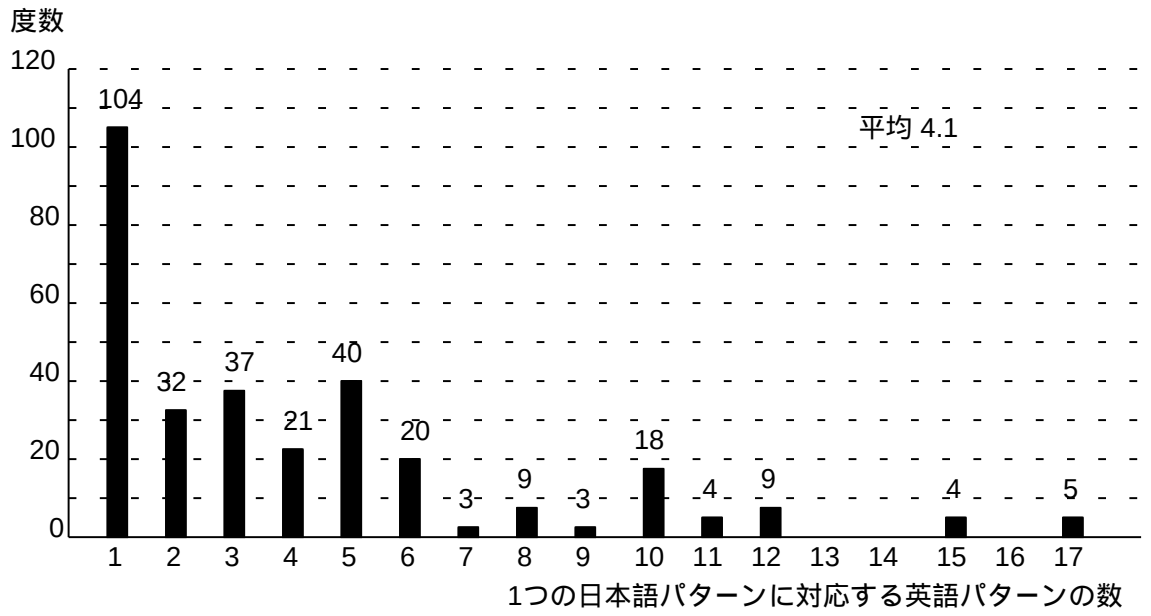

図 5: 日本語パターンに対応する英語パターンの数と度数

図 5 より，日本語パターンに対応する英語パターンにおいては，1 つの原言語に対応する目的言語の種類が多いことが分かる．しかし種類の数が増えるに従い，その度数は減っている．そのため，対応パターンの種類が多いのに反して，Nが 1 以上の場合の平均対応数は 4.1 と小さな値となる．

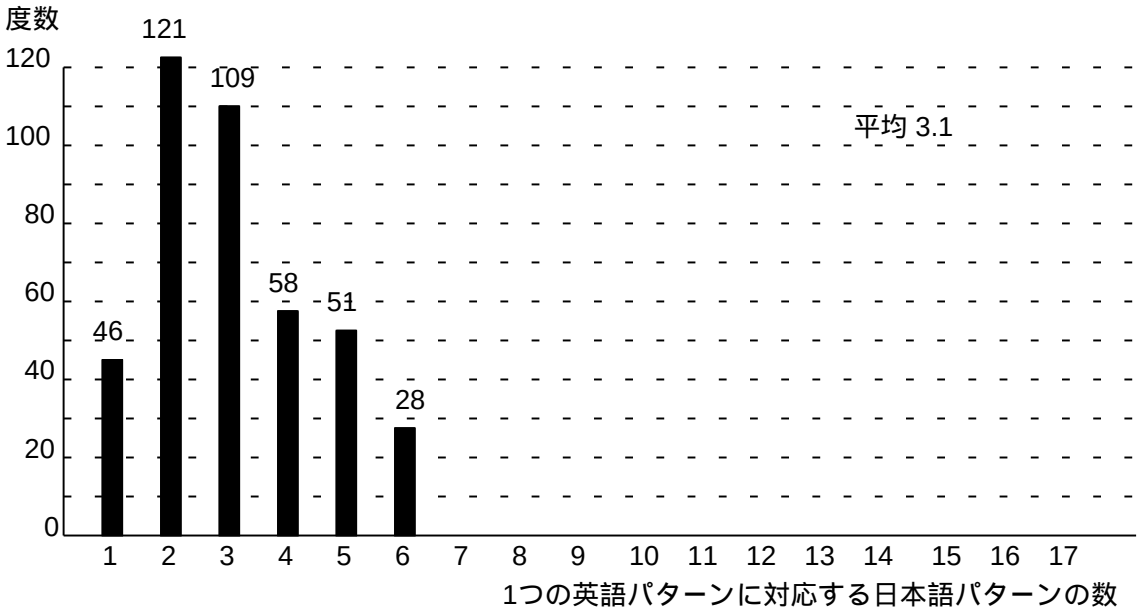

図 6: 英語パターンに対応する日本語パターンの数と度数

図 5 と図 6 を比較して，英語パターンに対応する日本語パターンにおいては，1 つの原言語に対応する目的言語の種類が少ないことが分かる．一意に決定する割合も低いことより，Nが 1 以上の場合の平均対応数は 3.1 と小さな値となる．

以上のことから，対応パターンが曖昧で一意に決定することが困難と言える．そこで対応パターンを一意に決定するために対応パターンを絞り込んでいく手法が必要である．

この問題については，6 章で考察する．

4.3 構造上の分類

パターンの構造ごとの分類を調べた．その結果を表 5 に示す．また，英語におけるパターンを構造で分類した割合を図 7 に示す．

表 5: パターンの構造ごとの分類

		重文	非重文		
			分詞構文	不定詞	単文
日本語	パターン数	309	0	0	0
	割合 (%)	100.0	0.0	0.0	0.0
英語	パターン数	243	62	28	80
	割合 (%)	58.8	15.0	6.8	19.4

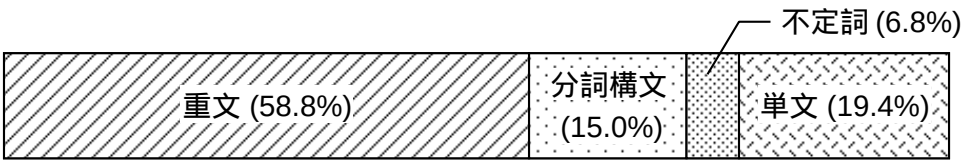

図 7: 英語におけるパターンを構造で分類した割合

英語においては重文・非重文 (分詞構文，不定詞，単文) を対象とした．そこで，それぞれのパターン例を以下に示す．原文は付録を参照する．

(例 1) 重文の場合

*N*1 *V*2 in order that *N*2 *V*1.

*N*1 *V*2 so that *N*1 *V*1.

(例 2) 分詞構文の場合 (非重文)

*V*1(現在分詞) , *N*1 *V*2.

Seeing that *N*1 *V*1 , *N*1 *V*2.

(例 3) 不定詞の場合 (非重文)

*N*1 *V*2 in order to *V*1.

*N*1 *V*2 so as to *V*1.

(例 4) 単文の場合 (非重文)

*N*1 *V*2 for the purpose of *V*1ing.

*N*1 *V*2 for the sake of *V*1ing.

日本語は重文を対象とするため，パターンは全て重文の形となる．これに対応する英語パターンは，約 6 割が重文表現となるが，残り 4 割が非重文表現となる．重文のパターン数は，日本語 309 パターンに対し，英語 243 パターンである．そこで，日本語の重文に対し英語も重文のみで対応していれば，日本語パターンの方が多くなる．しかし英語には，非重文表現も含めたため全体として英語パターンのほうが多くなるという結果を得た．この場合，対応する英語パターンの数が多いので，一意決定方法が確立すれば，表現方法が多様になるという利点をもつ．

図 7 より，英語パターンの約 4 割が非重文表現である．そこで，日本語の重文の多くは非重文への書き換えが可能なことも分かる．

4.4 意味ごとの分類

作成したパターンの意味的な分類を行い，それぞれのパターン数を調べる．その結果を表 6 に示す．

表 6: 意味ごとの分類

		目的	理由	原因	結果	条件	仮定
日本語	パターン数	37	152	4	5	44	67
	割合 (%)	12.0	49.2	1.3	1.6	14.2	21.7
英語	パターン数	88	161	2	6	62	94
	割合 (%)	21.3	39.0	0.5	1.5	15.0	22.8

意味ごとに分類したパターンの例を以下に示す．原文は付録を参照する．

(例)「目的」の場合

$N1$ は $V1$ するように $V2$ する．

$N1$ $V2$ so that $N1$ (can) $V1$.

(例)「理由」の場合

$N1$ は $V1$ するので $V2$ する．

$N1$ $V2$ because $N1$ $V1$.

(例)「原因」の場合

$N1$ はもう $V1$ だから $N2$ は $V2$ できる．

Now (that) $N1$ $V2$, $N2$ $V2$.

(例)「結果」の場合

$N1$ は $V1$ して，ついに $V2$ した．

$N1$ $V1$, until $N1$ $V2$.

(例)「条件」の場合

$V1$ すれば，$N1$ は $V2$ する．

If $N1$ $V1$, $N1$ $V2$.

(例)「仮定」の場合

もし $N1$ が $V1$ したら，$V2$ する．

In case $N1$ $V1$, $V2$.

表 6 より「理由」の意味を表すパターン数が多いことが分かる．この理由として，1 つの日本語に対応する英語パターンの数は少ないが，日本語パターンの種類が多いために，全体として「理由」を表すパターンの数が多くなったことが挙げられる．また，パターン数が多いことからは，「理由」の意味を持つ場合は多義性が高いことも分かる．その他に分かることとして，「目的」の日本語パターンが少ない一方で，「目的」の英語パターンが多いことが挙げられる．この理由としては，日本語パターンの種類は少ないのに，一つの日本語パターンに対応する英語パターンが多いことから，「目的」を表す英語パターンが全体として多くなったと考えられる．これより，意味と構造だけで訳パターンを一意に決定することは困難と思われる．そこで，訳パターンを選択するにはパターンの持つ意味以外の情報を考えることが今後必要となってくると言える．

5　オープンカバー率テストの結果と考察

5.1　オープンカバー率テスト

作成した対応表のパターンがどの程度適用できるかを知るために，オープンカバー率テストを行った．これは，規則 1 の評価規則に従い，機能試験文集より因果関係構文の用例 200 文を集めて実験した．実験手順を図 8 に示す．

< 規則 1 >

○ ：原文より抽出したパターンが対応表の日本語パターンかつ英語パターンに適合したもの
△ ：原文より抽出したパターンが対応表の日本語パターンに適合したが，英語パターンには適合しなかったもの
× ：原文より抽出したパターンが対応表の日本語パターンに適合しなかったもの (この場合，英語パターンは関係なし)

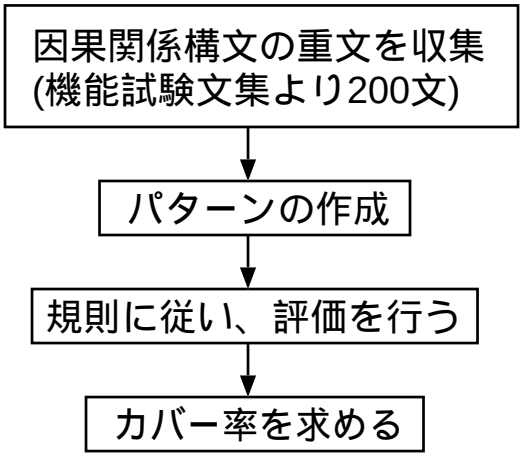

図 8: オープンテストの実験手順

オープンカバー率テストを行った結果を付録に示す．そして，その表の一部を表 7 に示す．ここで，日番とは日本語パターンを示し，英番とは対応する英語パターンを示す．日本語・英語において，対応表にパターンがあった場合は，そのパターン番号を記入する．一方，パターンがなかった場合は「-」を記入する．評価欄には，評価規則に従い，それぞれ「○ ・△ ・× 」を記入する．番号は付録を参照する．

表 7: オープンカバー率テストの結果の例

用例 (日本語)	日番	用例 (英語)	英番	評価
船がだんだん遠くなり，とうとう見えなくなった．	-	The ship went farther and farther, till it was lost to sight.	-	×
		The ship sailed further and further away until it went out of sight.	302a	
彼が無事と聞いてひとまず安心した．	101E	I was relieved to hear he was safe.	-	△
私は一生懸命勉強するように説得された．	1A	I was persuaded to study hard.	1o	○
できればすぐにそこを訪れたい．	-	If possible, I would like to call there immediately.	502a	×
率直に言いますと，私は彼が嫌いです．	-	Frankly, I dislike him.	-	×

実験を行った結果，対応表にないパターンを新たに作成した．その全パターンを表にして付録に示す．そして，日本語・英語について，その表の一部を表 8・表 9 に示す．

表 8: 新たに作成した日本語パターン

日本語番号	日本語パターン
1F	N1 は V1 しに V2 する．
1G	N1 は V1 するのに V2 する．
1H	(N1 は)V1 するには V2 する．
15A	(N1 は)N2 に向け V1 する．
16A	V1 するには V2 することが K1 だ．
16B	V2 することは V1 するのに K1 だ．

(注) 名詞，及び名詞句をまとめて N と表記する．また，動詞，及び動詞句をまとめて V と表記する．

表 9: 新たに作成した英語パターン

英語番号	英語パターン
1r	N1 V2 for N2/V1ing.
5d	N2 V2 for N1 to V1.
15a	N1 V1 for V2ing.
15b	N1 V1 toward N2.
16a	To V1 N1 be K1.
16b	To V2 be K1 in order to V1.
16c	V2(過去分詞) be K1 to V1.

オープンカバー率テストを行い，その評価結果を表 10 に示す．また，評価結果を分類し，グラフ表現した図を図 9 に示す．

表 10: 評価結果

評価	件数 (数)	割合 (%)
○	94	47.0
△	30	15.0
×	76	38.0

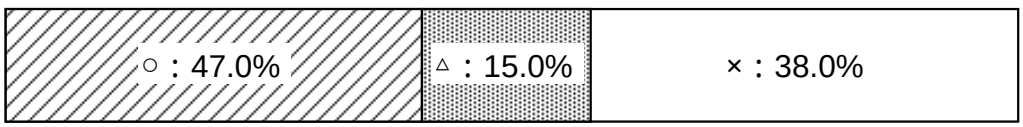

図 9: カバー率テストのグラフ表現

オープンカバー率テストを行った結果，それぞれの評価 (○ ・△ ・×) に当てはまった例を以下に示す．

評価○ の場合：

- (日本語) $N1$ が $V1$ して，$V2$ する．
  (英語) □ $V1$(現在分詞) , $N1$ $V2$.

- (日本語) 万一 ($N1$ が) $V1$ したならば，$N2$ は $V2$ する．
  (英語) □ In case $N1$ $V1$, $N2$ $V2$.

評価△ の場合：

- (日本語) ($N1$ が) $V1$ して，$N2$ は $V2$ する．
  (英語) □ —
  □ ⇒作成したパターン：$N2$ $V2$ in that $N1$ $V1$.

- (日本語) もし $N1$ がなかったならば，$N2$ は $V1$ する．
  (英語) □ —
  □ ⇒作成したパターン：If there we no $N1$, $N2$ will $V1$.

評価× の場合：

- (日本語) —
  □ ⇒作成したパターン：$N1$ は $V1$ するとして，$N2$ は $V2$ する．
  (英語) □ —
  □ ⇒作成したパターン：$N2$ $V2$ on the grounds that $N1$ $V1$.

- (日本語) —
  □ ⇒作成したパターン：$N1$ は $K1$ だけに $V1$ だ．
  (英語) □ —
  □ ⇒作成したパターン：$N1$ $V1$ due to being $K1$.

評価△ となったのは，英語のパターンがなかった場合である．そのため，既にある英語パターンに，言い換え可能なパターンを追加した．そこで，1 つの日本語パターンに対応する英語パターンの種類が増えた．

評価× となったのは，日本語のパターンがなかった場合である．日本語パターンを新たに作成することにより，それに対応する英語パターンも作成した．そのため，全く新しいパターンができ，日本語パターンにおいても，英語パターンにおいても，種類，及び数共に増えた．

5.2 用例とパターンの関係

用例 300 文より日本語 133 パターン，英語 184 パターンを作成した (人手で増やしたパターンを除く)．また，オープンテストを行い，対応表にないパターンを新たに作成した．その結果，用例 200 文より日本語 57 パターン，英語 86 パターンを作成した．そこで，日本語・英語において，用例数とパターン数の関係を調べた．その結果を図 10 に示す．

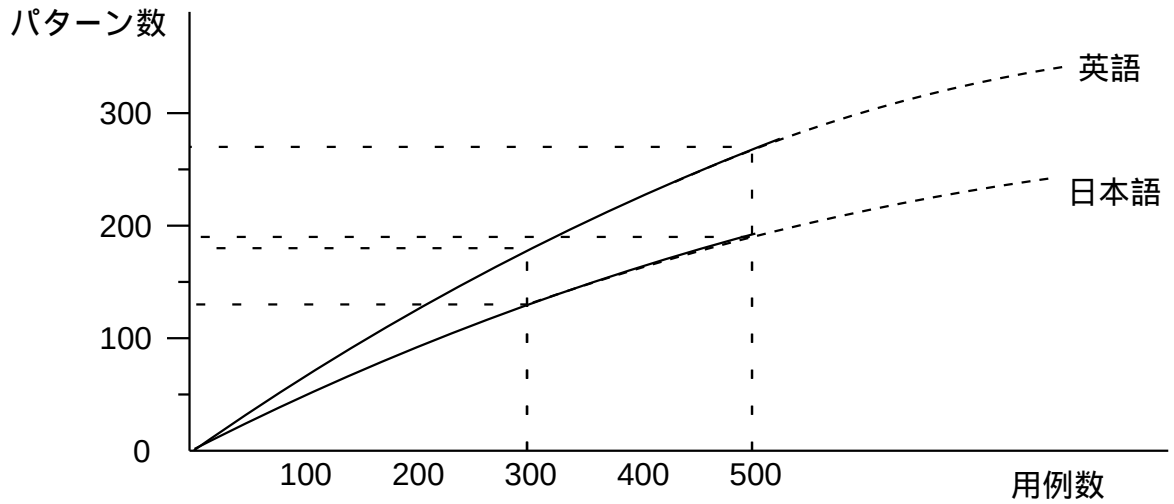

図 10: 用例数とパターン数の関係

図 10 より，用例が増えるに従い，パターン数も増加していくことが分かる．しかし，用例を増やし，新たなパターンを作成しようした場合，新たなパターンと現存しているパターンとの一致する割合が増える．そこで，表中の曲線は次第に収束していくと考えられる．

5.3 総パターン数

オープンテストを行ったところ，対応表にないパターンが見付かった．そこで，パターンを新たに作成た．

新たなパターンを作成したのは，変数が増えた場合や，接続助詞にあたる部分の表現が増えた場合 (例：「ため」に対して「向けて」)，そして，日本語と英語で違う品詞を使い表現していた場合等である．日本語と英語で違う品詞を使い表現していた場合のパターン例を以下に示す．

(例)

- (日本語) $N1$ が $\underline{K1}$ だったら $N2$ は $V1$ する．
  (英語) $N1$ $V2$(現在分詞) , $N2$ $\underline{V1}$.
- (日本語) $N1$ は $\underline{K1}$ だけに $K2$ だ．
  (英語) $N1$ $\underline{V1}$, and be $K2$.

新たに作成したパターン数と，対応表のパターン数，またその総和を調べた．その結果を表 11 に示す．

表 11: 総パターン数

	日本語	英語
対応表作成用のパターン数	309	413
オープンテスト用の用例から新たに作成したパターン数	57	86
パターン総数	366	499

因果関係構文においては，用例 500 文より日本語パターン 366 パターン，英語パターン 499 パターンを作成した．

6　重文におけるパターンの絞り込み案

6.1　訳表現の多義性の原因

4.2 節の表 4 ，及び 4.3 節の構造上の分類より，N が 1 以上の場合の平均対応数は，日本語から英語においては 4.1，英語から日本語においては 3.1 である．また，1：N(複数)対応の割合が日本語から英語で 66.3%，英語から日本語で 88.9%の割合である．これらの理由から多義性が生じたことが分かる．

多義性を生じたことは，対訳候補が複数存在し，一意に決定する必要があることを意味する．しかし表 4 より，最大対応数が日本語から英語で 17 パターンと多いことからパターンの一意決定が困難であると言える．17 パターンとなった日英パターンの対応関係を表 12 に示す．

ここで，日番とは日本語パターンの番号を，英番とは対応する英語パターンの番号を表す．表の左半分に目的の意味を持つ同一主語の日本語パターンを示す．また，右半分に，この日本語パターンに対応する英語パターンを示す．

表 12: 最大対応数 17 パターンの対応関係表

日番	日本語パターン	英番	英語パターン
1A	($N1$ は) $V1$ するように ($N1$ は) $V2$ する．	1a	$N1$ $V2$ so (that) $N1$ can/may $V1$.
1B	($N1$ は) $V1$ するため (に)($N1$ は) $V2$ する．	1b	$N1$ $V2$ in order that $N1$ (may) $V1$.
1C	($N1$ は) $V1$ しようと ($N1$ は) $V2$ する．	1c	$N1$ $V2$ with the idea that $N1$ $V1$.
1D	($N1$ は) $V1$ しようとして ($N1$ は) $V2$ する．	1d	$N1$ $V2$ in order to $V1$.
1E	($N1$ は) $V1$ するつもりで ($N1$ は) $V2$ する．	1e	$N1$ $V2$ so as to $V1$.
		1f	$N1$ $V2$ for the purpose of $V1$ing.
		1g	$N1$ $V2$ for the sake of $V1$ing.
		1h	$N1$ $V2$ with a view to $V1$ing.
		1i	$N1$ $V2$ with the view of $V1$ing.
		1j	$N1$ $V2$ with the intention of $V1$ing.
		1k	$N1$ $V2$ with the object of $V1$ing.
		1l	$N1$ $V2$ with an eye to $V1$ing.
		1m	$N1$ $V2$ with the idea of $V1$ing/$N2$.
		1n	$N1$ $V2$ by way of $V1$ing/$N2$.
		1o	$N1$ $V2$ to $V1$.
		1p	$N1$ $V2$ for the good of $N2$.
		1q	$N1$ $V2$ for the benefit of $N2$.

表 12 より，最大対応数が 17 パターンとなった理由の 1 つとして，本研究の対象を英語において非重文 (単文，複文) 表現の書き換えを可能にしたためと考えられる．特に，表 12 のような同一主語の場合に，非重文表現への書き換えが多い．

平均対応数と 1 : N(複数) 対応の割合からこのような理由から多義性が生じ，最大対応数から対応パターンを一意に決定することが困難と言える．そこで，対応パターンを一意に決定するために対応パターンを絞り込んでいく手法が必要である．

6.2 パターンを絞り込むための方法例

6.2.1 節に意味を与える手法例

本研究では対応するパターンを絞り込むため，パターンを「[節 1] 接続助詞 [節 2]」の構造と考え，節 1・節 2 それぞれに人手により意味を付加する．

節に意味を与えるために，副詞と形容詞等に着目する．そして，品詞の持つ意味より，節の意味を決定する．これは，用例をもとに人手で行う．ここで，節に与えた意味 (例：強調) を付加意味と定義する．

そこで，用例よりそれぞれの品詞において，意味の決め手となる表現を考えた．例えば，副詞において，「もっと」という表現から「強調」という付加意味を決定した．その結果，副詞においては 7 種類，形容詞においては 2 種類，動詞においては 1 種類の付加意味を作成した．その全表を付録に示す．そして，その一部を表 13 に示す．

表 13: 付加意味とその判断例

品詞	付加意味	判断基準 (日本語)	判断基準 (英語)
副詞	強調	もっと	比較級
		あまり	so
		たいへん	so,very,such
		とても	so,such,very,enough
		非常に	such
		すっかり	quite,completely
		絶対に	never
		よく	very,clearly,carefully,so much,well,very often

6.2.2 絞り込み手法の適用例

対応するパターンを絞り込むため，パターンを「[節 1] 接続助詞 [節 2]」の構造と考え，節 1・節 2 それぞれに人手により意味を付加する．そして原文と比較し，一致しなかったものを候補から削除する手法を検討する．パターン絞り込み手法の手順を図 11 に示す．また，節に意味を付加した表の一部と例を示す．

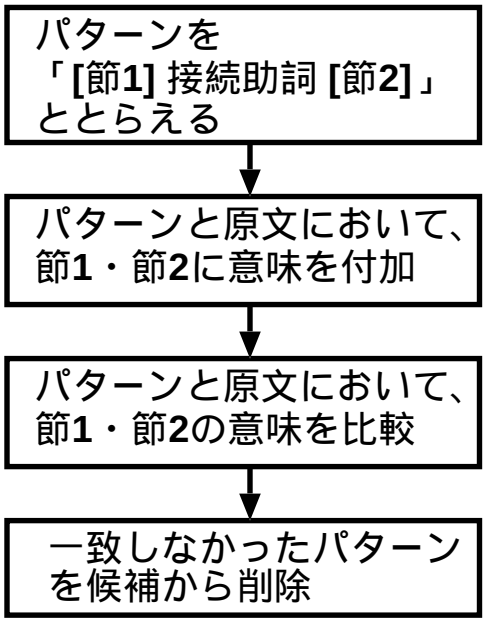

図 11: 絞り込み手法の手順

表 14: 節に意味を付加した表の一部

番号	パターン	節 1	節 2
1	[節 2] so that [節 1]	好印象，強調	強調
2	[節 2] in order to [節 1]	好印象	好印象
3	[節 2] so as to [節 1]	好印象，強調	好印象
4	[節 2] for the purpose of [節 1]	ナシ	強調

(例)彼女はもっとよい仕事につける ように 英語を勉強しています．
[節 1：好印象，強調] [節 2 ：ナシ]

例の場合，この手法を当てはめる前は英語の対応パターン数が 17 パターンある．この手法を用いるにあたり，節 1 が「もっと」から強調，「よい」から好印象の意味を持つと考える．すると，日本語の節 1 に当たる部分が [好印象，強調] の意味を持つので，対訳候補が表 14 より番号 1・3 に対応することが分かる．このように手法を用いることによって多くのパターンが削除できるため，対応パターンが絞り込めると期待される．しかし，まだ複数のパターンが存在するため，一意に選択する方法が必要である．

7　おわりに

7.1　結論

本研究では因果関係構文の重文を対象に，意味類型を用いた方法における意味的曖昧性を調べるために対応表を作成した．そして，意味的対応関係を調査した．意味的対応関係とは，平均対応関係や，1：N(複数) 対応の関係，また最大対応関係等である．この結果，Nが 1 以上の場合の平均対応数は，日本語から英語で 4.1，英語から日本語で 3.1 である．これより多義性が生じていることが分かる．Nが 2 以上に限定した場合の平均対応数は，日本語から英語で 5.7，英語から日本語で 3.4 である．また，日本語から英語へは 66.3 %，英語から日本語へは 88.9 % の割合で一意に決定しないことも分かる．多義性が生じ，一意に決定しない割合が高いことより，一意決定手法が必要である．

最大対応数は，日本語から英語で 17 パターンであった．これより曖昧性が大きいため，一意に決定することが困難と分かる．そこで，節に意味を付加し，対応パターン数を絞っていく方法を検討した．

しかし，まだ複数のパターンが存在している．そこで，今後一意に決定していく方法を考えることが必要である．

7.2　今後の課題

本研究では，パターンを作成した．作成したパターンを対応付けるためには，パターン間に何らかのしくみを置くことが必要である．しくみには，1：N(複数) の対応が可能な意味類型を用いる手法が効果的である．そこで，重文の因果関係構文における意味類型を作成する必要がある．

しかし，意味類型を介してパターンを対応付けても，最適な訳表現が一意に決定できなければ機械翻訳として実際に利用することは難しい．本研究では，対応パターンを絞り込む手法を検討したが，まだ対訳候補として複数のパターンが対応している．そこで，一意選択手法の検討が今後必要である．

謝辞

最後に本研究において一年間御指導頂いた鳥取大学工学部知能情報工学科計算機 C 研究室の池原教授と村上助教授にお礼申し上げます．また，本研究に使用させて頂いた論文，本の著者の方々にお礼申し上げます．

参考文献

[1] 池原 悟：意味類型に着目した日英意味辞書の研究企画，辞書プロジェクト会議 (2000/4/1-2)

[2] 斎藤，池原，村上：日英比較表現のパターン化と意味的対応関係，言語処理学会第 7 回年次大会，pp.241-244(2001)

[3] 池原，宮崎，白井，横尾，中岩，小倉，大山，林：日本語語彙体系，岩波書店 (1997)

[4] 沢田，足立，池原，村上 : 接続助詞の意味解析，情報処理学会第 63 回全国大会，pp.2-17-18(2001)

[5] 池原 悟：セマンテック・タイポロジーによる言語の等価変換と生成，戦略的基礎研究推進事業，研究領域 :「高度メディア社会の生活情報技術」(2001/10/2)

[6] 池原，佐良木，宮崎，池田，新田，白井，柴田：類推思考の原理に基づく言語の意味的等価変換方式 (2001/11)

[7] 沢田，池原，村上，斎藤：日英因果関係構文のパターン化，言語処理学会第 8 回年次大会，発表予定 (Mar. 2002)