

特許文献における因果関係の抽出

○石川大介† 石塚英弘‡ 宇陀則彦‡ 藤原譲★

Extraction of Relationships of Cause and Effect in Patent Documents

Daisuke ISHIKAWA Hidehiro ISHIZUKA Norihiko Uda Yuzuru FUJIWARA

This work is that try to extract the relationships of cause and effect between method and effect to notice specially essential description of invention's method and effect in patent documents by text process using syntactic rule. we also extract other relationships based on getting relationships. Then, we mention thinking machine model using extracted relationships cause and effect. Notice this work use distributed patent corpus of NTCIR-3 in 2002.

1 はじめに

近年、特許は多方面において特に重要になってきた。情報科学の分野においても、特許文献を対象とした様々な研究が活発になりつつある。これは、国立情報学研究所による情報検索の評価ワークショップ「NTCIR」において、特許文献を対象としたタスクが組まれるようになり、その特許コーパスが研究利用者に一般に配布されるようになったことも要因の一つである。

特許において、もっとも重要なのは発明の手段（方法）である。また、その発明により、今までの課題がどう改善されるのかも重要である。これらは、特許を取得する上で、特許明細書に明確に記述せねばならない。この手段と効果の因果関係を記述しているのが特許文献の特徴である。そのため、因果関係を抽出し、資源化すること目的とする場合、特許文献は適している。研究利用でよく利用される新聞の場合、新聞記事というのは特に因果関係の記述を目的としてはいない。また、同様によく利用される学術文献では、因果関係の記述をする場合もあるが、それだけが目的ではないため、因果関係だけの抽出を考えた場合、特許文献の方が扱いやすい。

特許文献の因果関係に関する記述を、特定の表現を利用して収集し、集めたデータを簡単な文法規則に基づくテキスト処理を行なうことにより、因果関係の抽出を行なった。また、得られたそれぞれの意味関係を利用し、再抽出することも試みた。得られた因果関係を資源化し、さまざまな情報モデルや推論への応用についても言及した。

2 特許文献の概要

特許文献について、特許制度の紹介、実際の特許願書の明細書、そして本研究で使用した特許コーパスについて、順に述べる。

2.1 特許制度とは

特許制度は、発明者には一定期間、一定の条件のもとに特許権という独占的な権利を与えて発明の保護を図る一方、その発明を公開して利用を図ることにより新しい技術を人類共通の財産としていくことを定めて、これにより技術の進歩を促進し、産業の発達に寄与しようというものである [1]。特許、実用新案、意匠、商標は総称して工業所有権と呼ばれ、著作権と工業所有権を含めて、知的財産権（知的所有権）と呼ばれる（2002年7月3日に決定された知的財産戦略大綱において、従来の「工業所有権」という用語は、2003年度の夏から新たに「産業財産権」に改められる）。

特許法の保護対象になる発明とは「自然法則を利用した技術的思想の創作のうち高度のもの」である [1]。よって、原則として自然法則を利用していなければならないので、単なる取り決めやルール、計算方法や暗号などは保護するアイデアの対象とはならない。また、技術的思想の創作でなければならないため、発見そのもの（万有引力の発見）や歴史的事実だけでは特許にはならない。さらに、創作の中でも高度な技術が必要とされるものだけが対象で、低水準の発明は特許の保護対象にはならない。

特許は以下の性質をもつ。

- 有用性：産業上利用することができるもの
- 新規性：公然と知られていない、公然と実施されていないもの
- 合理性：発明が自然法則を利用した合理的なもの

† 図書館情報大学大学院情報メディア研究科

‡ 図書館情報大学図書館情報学部

★ 独立行政法人工業所有権総合情報館

2.2 特許明細書の書式

特許権を取得するためには、「願書」、「明細書」、「図面」（必要に応じて）、そして「要約書」が必要である [1]。これらの書類の中で「明細書」は、発明についてのより詳細な事項の記述が求められる。この「明細書」の項目について以下に示す。

- 発明の名称
- 特許請求の範囲（クレーム）
- 発明の詳細な説明
 - － 発明の属する技術分野
 - － 従来技術
 - － 発明が解決しようとする課題
 - － 課題を解決するための 手段
 - － 発明の実施の形態
 - － 実施例
 - － 発明の 効果
- 図面の簡単な説明

表の下線部に示すように、特許を取得するために必要な明細書を記述する際には、ある課題を解決するための手段と、発明による効果を明確にしなければならないことが分かる。本研究ではこの手段と効果に関する記述を中心に扱っていく。

2.3 特許コーパス

2002 年 NTCIR ワークショップの NTCIR-3 において、特許コーパスを使った検索タスクが行なわれた [2]。発表者には以下の内容のデータが配布され、ワークショップ終了後は研究利用に公開されている。

- 公開特許公報全文：1998-1999 年
- Japio 出願抄録：1998-1999 年
- Japio 出願抄録：1998-1999 年（英訳）
- 特許関連の新聞記事

本研究では、この Japio 出願抄録（日本語）の約 34 万件を研究対象とした。

3 本研究の手法と実験

本研究では、まず IPC という特許における分類コードを利用して文献の対象領域を限定し、抄録内の必要部分のみを形態素解析し、手段と効果の記述部分のみのデータセットを生成した。その上で、文法規則を利用したテキスト処理により、因果関係の抽出を行なった。以下、その手順を述べる。

3.1 特許分類による対象領域の限定

現在、世界の全ての特許文献には、国際特許分類 (IPC) の分類コードが付与されている。各特許文献には、少なくとも一つ以上の分類コードが付与される。

今回の研究では、IPC のセクション F「機械工学；照明；加熱；武器；爆破」を対象とした。さらにこの中で、F02B「内燃式ピストン機関；燃焼機関一般」を選んだ¹。前述の特許コーパスのデータの中で、IPC による分類コードが「F02B」が割り当てられている文献全てを対象テキストとした。これは、単純に全文検索により「F02B」という文字列を探しだし、見つければその文献を対象として保持することとした。これにより、対象文献数は 34 万件から 1535 件になった。以後、この 1535 件の特許文献を対象とする。

3.2 データセットの生成

今回使用する特許コーパスはタグ付けがされている。それぞれの特許出願抄録の要旨部分は以下のタグの中である。

<SDOAB LA='J'>...</SDOAB>

¹この分類は、特許庁で配布されている IPC 第 7 版による説明である。

5 <PATDOC><B210>1996248069</B210><B220>19960919</B220><B110>1998002219</B110>
 <B140>19980106</B140><B711>トヨタ自動車 (株) </B711><B721>衣笠 幸夫</B721>
 <B721>伊藤 隆成</B721><B721>鈴木 直人</B721><B721>竹内 公一</B721>
 <B721>田中 比呂志</B721><B721>不破 直秀</B721>
 <B511>F01N 3/24 U</B511><B511>F01N 3/24 B</B511>
 <B511>F01N 3/08 B</B511><B511>F01N 3/28 301B</B511>
 <B511>F01N 3/28 301E</B511><B511>F02B 75/10 A</B511>
 <B511>F02B 75/18 F</B511><B511>F02D 41/02 301H</B511>
 <B511>F02D 41/04 305Z</B511><B511>F02D 43/00 301B</B511>
 <B511>F02D 43/00 301E</B511><B511>F02D 43/00 301N</B511>
 <B511>F02D 43/00 301T</B511><B511>F02D 45/00 301C</B511>
 <B511>F02D 45/00 301K</B511><B511>F02D 45/00 301Z</B511>
 <B511>F02P 5/15 </B511>
 <B541>内燃機関の排気浄化装置</B541>
 <SDOAB LA='J'>
 <P>リッチ空燃比の排気中のNO↓XをNH↓3に転換し、このNH↓3を用いて排気中のNO↓Xを還元する際に、生成されるNH↓3の量を増大することにより排気中のNO↓Xの浄化率を向上させる。£排気空燃費制御手段、導入量制御、機関排気ガス、冷却手段、リーンバーンエンジン</P>
 <P>リッチ空燃比で運転する気筒#1とリーン空燃比で運転する気筒#2、及び#3、#4とを備えたリーンバーン内燃機関の、#1気筒と#2気筒との排気を混合して形成したリッチ空燃比の排気を三元触媒5に供給し、三元触媒で混合排気中のNO↓XをNH↓3に転換する。このNH↓3を含む排気は#3、#4気筒からのリーン空燃比排気と共通排気通路4で合流、混合し、排気通路4下流の脱硝触媒9に流入する。脱硝触媒では排気中のNH↓3によりリーン空燃比排気に含まれるNO↓Xが浄化される。#2気筒はリーン空燃比燃焼であるため、#2気筒の排気は多量のNO↓Xを含んでいる。このため、混合排気はリッチ空燃比でありながらNH↓3の原料としてのNO↓Xを多量に含むようになり、三元触媒では、脱硝触媒でNO↓Xを浄化するのに十分な量のNH↓3が生成される。</P>
 </SDOAB>
 </PATDOC>

A：処理対象のテキストを取出し、形態素解析により用語をマーク付け

↓

5：[リッチ空燃比]の[排気中]の[NO↓X]を[NH↓3]に[転換]し、この[NH↓3]を用いて[排気中]の[NO↓X]を[還元]する[際]に、[生成]される[NH↓3]の[量]を[増大]する[こと]により[排気中]の[NO↓X]の[浄化率]を[向上]させる

B：手段と効果の記述のみを抽出

↓

5：M，[生成]される[NH↓3]の[量]を[増大]する[こと]により
 ：E，[排気中]の[NO↓X]の[浄化率]を[向上]させる

図 1: 前処理の様子

さらに、このタグの中は二つのパラグラフのタグ<P>...</P>に分かれている。最初のパラグラフが概要とキーワード、次のパラグラフが図を使った詳細な説明である。本研究ではこの最初のパラグラフを処理対象とした。

まず、これらの特許文献から第一パラグラフを抽出し、形態素解析システム茶筌 [3] を利用して、形態素解析を行なった。そして得られた形態素情報を使って、「名詞、未知語、記号」の形態素で構成されている語の集合をひとまとまりにして用語とみなし、「[]」でマーク付けした。本稿で用語という場合、この「[]」でマーク付けされた語の固まりを示す。この処理の様子が図 1 の A になる。

ここから、さらに手段と効果に関する記述のみを抽出することを考えた。今回の処理対象の特許文献について、さまざまなテキストの表現を調査した。すると、手段を表す表現として「～ことにより」という表現が多く文献で使われ、その手段の表現以降には、効果に関する記述が続くことが分かった。実際に「ことにより」の記述を含む文献は 556 件あり、全体の 1/3 に相当する。以下、例文を示す。

13：(J) パルプカム駆動用チェーンをエンジンの下側に配設する ことにより、クランク軸に大きな曲げ力の作用を回避する。

15：(J) 燃料配管上に設けられるフィルタ、ポンプ及びベーパーセパレータを、船外機用 V 型エンジンの左右バンク間またはその後方に配置する ことにより、スペースの有効利用を図り、エンジン補機を効果的に収納可能とし、コンパクト化を図る。

ここで、先ほどの形態素解析によりマーク付けされた第一パラグラフのテキストから「ことにより」の表現を探索する。そして、「ことにより」から前方部分を読点「，」が見つかるまでテキストを抽出したものを手段 (M)、後方部分から文末までを抽出したものを効果 (E) とし、それぞれをラベル付けしたデータセットを生成した。この処理の様子が図 1 の B になる。このデータを以降の抽出対象とする。

3.3 本手法の背景

分析化学における標題の意味解析の研究において、BNF により抽出用の構文を定義し、用語間の意味関係の抽出を行なった研究がある [4]。分析化学の標題は、主に分析試料、分析成分、分析方法に関する用語から構成されている。これらの分析に関連する用語を、それらの用語を結ぶ構文のパターンを解析し、抽出構文パターンを定義し、自動的に意味関係の抽出を行なった。

3.4 手段の意味関係抽出

まず、手段に関する記述から検討する。「ことにより」の前方部分の記述には、「～することにより」や「～させることにより」といったようにサ変動詞を伴う表現が多い。以下、実際の統計結果を示す。

290	する
68	を設ける
52	させる
24	とする
16	を備える
15	に設ける
7	を用いる
...	...
計	556

今回は、サ変動詞として働く用語のみを対象とした。つまり「する」と「させる」の表現である。「する」と「させる」を使った記述は合計 342 件あり、「ことにより」で表現された中の約 60 % を占めている。

「～することにより」のさらに前方部分を考える。このサ変動詞の目的語は、格助詞「を」や「に」を伴って現れることが多い。これは、日本語における動詞と格助詞の問題であり [5]、今回は格助詞を「が」「を」「に」を伴う用語のみを目的格と認め、抽出対象とした。また、特許文献では「の」によって名詞同士を接続している表現が多いため、「の」による接続も許すことにした。

以下、これらの表現を BNF によりまとめることとする。

$$\begin{aligned}
 \langle S \rangle &::= \langle OBJECT \rangle \langle METHOD \rangle \\
 &\quad \langle \text{する, させる} \rangle \langle \text{ことにより} \rangle \\
 \langle METHOD \rangle &::= term \\
 \langle OBJECT \rangle &::= \langle EXP \rangle \\
 \langle EXP \rangle &::= \langle EXP \rangle \langle SET \rangle | \langle SET \rangle \\
 \langle SET \rangle &::= term | が | を | に | の | null
 \end{aligned}$$

3.5 効果の意味関係抽出

次に効果に関する記述について考える。効果に関する記述は、「～の向上を図る」といった表現が多い。実際、効果に関する表現の一番最後の語の統計を以下に示す。

226	を図る
164	にする
130	する
12	を得る
10	させる
...	...
計	556

今回の実験では、「を図る」「にする」「する」「させる」について考える。これらの表現の合計は 530 件になり、効果に関する記述の 95 % を占める。前述の手法に関する表現と同様に、これらの表現の前半部分には目的語を示す表現が続く。そのため、同じく「が」「を」「に」「の」によって続く用語の集合を対象の目的語とした。

以下、この表現を BNF でまとめた。

$$\begin{aligned}
 \langle S \rangle &::= \langle OBJECT \rangle \langle EFFECT \rangle \\
 &\quad \langle \text{を図る, にする, する, させる} \rangle \\
 \langle EFFECT \rangle &::= term
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\langle OBJECT \rangle &:= \langle EXP \rangle \\
\langle EXP \rangle &:= \langle EXP \rangle \langle SET \rangle | \langle SET \rangle \\
\langle SET \rangle &:= term | が | を | に | の | null
\end{aligned}$$

4 結果

前節で示した、手法と効果の表現をBNFでまとめた抽出用構文を利用して、実際に抽出を行なった。図2に抽出した結果を示す。

この図は、抽出できた手法と効果の因果関係の中で、両方の記述があるもののみを表している。つまり、文献によってはmethod(手法)のみやeffect(効果)しか得られない文献もあるが、それらは排除してある。結果として、対象とした文献(テキスト)556件のうち、326件が両方の記述とも抽出できた。最初の全対象文献は約1500件であったので、約20%ほどになる。なお、それぞれの抽出結果について、厳密な意味での正しさというものは今回は考慮していない。

5 得られた意味関係を利用した再抽出

前節の実験で得られた用語間の意味関係を利用し、更に抽出することを考えた。具体的には、前節の得られた関係の中で、用語のみを利用し、用語以外は無視するために「*」に置き換えた。こうした処理をした意味関係テーブルを利用して、元の対象文献から文字列のマッチングにより新たな関係を抽出した。以下、手段と効果の関係をそれぞれ利用した結果を報告する。

5.1 手段の関係を利用した再抽出

得られた手段を表す意味関係を利用することを考える。例として以下の文献を扱う。

930： 筒内噴射式エンジンにおいて、噴射燃料の少なくとも一部が吸気行程で噴射されるときに、シリンダ壁への燃料付着を抑制することにより、HC等の排出量を低減し、エミツションを改善する。

この文献930から得られた手段の意味関係は「[燃料付着] を [抑制] する」である。この中で、用語以外の部分を「*」とし、「[燃料付着] * [抑制] *」という加工をする。「*」はdon't careの意味で、どんな表現が入っても許されるという意味である。この入力テキストを扱えるようなプログラムを作成し、処理をした。

「[燃料付着] * [抑制] *」という入力テキストと一致した文献を以下に引用する。

1322： 冷間時にインジェクタから燃焼室内への燃料噴射を吸気行程で行なわれる場合にも、シリンダ壁への燃料付着を抑制してオイルの希釈を防止するとともに、ピストン頂面や燃焼室天井部分への燃料付着も抑制し、エミツションや燃費を改善する。

この文献から、新たに「[燃料付着] を [抑制] して」と「[燃料付着] も [抑制] し」という表現が得られた。このように、「ことにより」を使わない表現で記述された文献に対して、既に得られた意味関係を利用することによって、他の表現からも抽出が可能である。

また、構文の情報として「[*] を [*] して」という記述が、確実ではないにしても、手段を記述する表現の一つであると言える。ここから、この表現を利用して更に再抽出することが考えられる。こうして、本方法は再帰的に収束するまで抽出処理を繰り返すことが可能である。

5.2 効果の関係を利用した再抽出

上記と同様の再抽出について、効果の関係についても行なう。まず、元となる効果の関係を以下に示す。

124： (J) クランク軸で相互に反対方向に駆動され、重なり合う回転円を保持する少なくとも2つの補償ウエイトを、エンジンの長手方向に並んで横たわる平面内に配置することにより、コンパクト化と軽量化を図る。

この文献124から「[軽量化] を図る」という関係が得られる。ここで、入力テキストを「[軽量化] *」とし、この文字列に一致する文献を探す。以下に結果の文献を示す。

1357： (J) 防音カバーを前面カバーと後面カバーとの2分割構造体となし、両カバーを、各々内部に強度メンバとして機能する金属骨組を内装して合成樹脂により一体成形することにより、軽量化を図り容易な組立を可能にする。

ここから、文献1357からも効果の意味関係を抽出可能にし、同時に「[軽量化] を図る」から新たな構文「[*] を図り」も効果を表す構文として抽出できた。

別の例として、以下に「[防止] *」から得られた構文を示す。

[防止]	し
[防止]	して
[防止]	すると共に
[防止]	しつつ
[防止]	できる

6 考察

この節では、まず本研究と関連研究との比較をした。特許文献を対象とした情報分析手法の Patent マップ、膨大なテキストから様々な情報を抽出する技術のテキストマイニング、自然言語処理の技術のそれぞれとの比較をした。そして、抽出のノイズの対処と、かかった処理時間について考察し、今回の特許文献の分析で問題点となった、因果関係の特質についても述べた。

6.1 関連研究との比較

特許文献を使った、技術動向や企業動向を調べる方法に Patent マップ [6] がある。Patent マップは、キーワード、出願人、発明者、特許分類、出願日、出願件数、などの情報を利用して、定量、定性、相関などの分析をし、結果をグラフなどにまとめて可視化したものである。このマップは、例えば自社とライバル企業の技術分野などの特定範囲における全体的な傾向を掴むためのものであり、個別の特許文献の中身については特に対象とされていない。本研究では、逆に個別の特許文献における発明の内容が対象であり、この点で大きく異なる。

次に、文章 (テキスト) で記述された情報から様々な情報を抽出する技術として、テキストマイニング [7] がある。テキストマイニングは、膨大な文書データから共通の知識を抽出することを主眼としている。多量なテキストを扱うという点で本研究と同じであるが、個別の文献については、本研究は因果関係の記述があれば抽出するという立場を取り、この点が異なる。

自然言語処理 [8] では、どんな文章にも対応できるような、汎用的な処理技術の確立を目指し、文章の意味理解も研究されている。本研究は、文章中の因果関係の記述部分について、想定した表現による記述だけを対象としている。また、全ての文献から平等に因果関係を抽出することを目的としていない。むしろ、統合先の用語からなる知識ベースにとって有益な因果関係のみ抽出できればよい。本研究は文章を知識ベースを構築するための利用資源として捉えていて、全ての文章を正しく意味理解しようと試みている自然言語処理の研究と異なる。

6.2 ノイズと処理時間

まず、抽出結果の中でノイズとなっている意味関係について考える。これらのノイズとなっている表現は、形態素レベルでの間違い (例えば「低 [騒音化]」) と、文法的な表現によるもの (例えば「こと」「よう」を使った表現) とに分けられる。前者については、前処理の段階でより精密な形態素の設定をすれば解決する。後者については、現段階では取り合えず抽出しておき、最終的に資源化する統合の段階で取捨選択すればよい。

次に処理時間について考える。今回の抽出に要した時間は前処理を除いた抽出の段階で、手法の記述の「する」の表現の抽出において 0.5 秒程度であった (UltraSparc 250MHz, perl)。BNF の一つの表現における一件あたりの処理時間は大体 1/1000 秒である。よって、これは今回取り上げた BNF 表現の種類の数に影響を受け、より多くの表現にも対応させる場合には組み合わせ的に処理時間が増える。また、再抽出では得られた意味関係を一つ毎に全文献との文字列一致を行っている。そのため、一件あたりの処理時間 (1/1000 秒) × 対象文献数 (500 件) × 調べる意味関係数 (200 個程度) であり、今回の効果の意味関係を利用した再抽出では 1 分程度を要した。このように、再抽出の際には特に、組み合わせの爆発の影響を受けることが分かる。

6.3 因果関係の特質

今回の実験では、手段と効果に関する記述を対象とした。各文献あたり、手段の記述が一つ、効果の記述が一つという仮定に基づき、それぞれを抽出し、その間の関係を因果関係として捉えた。しかし、実際の特許文献は複雑で、複数の手段が融合し、同じく複数の効果を生じさせている。つまり、多対多の関係である。それだけでなく、手段でありかつ効果となるものや、ある特許から見れば手段であるが、他の特許または他の分野から見ると効果である、というような意味関係もある。つまり、ある手段あるいは効果の意味関係は、それぞれの特許文献の立場によって捉え方が異なり、固定した意味関係ではない動的な側面を持つ。このように、因果関係というものは複雑な性質を持っている。

7 資源化と応用

専門的な領域における用語に注目し、その用語によって表される概念を、用語間の体系的な構造化によって関係を表現し応用する学習思考モデルがある [9]。このモデルにおいて、同義語や階層関係、その他の関係を、それぞれ辞書やソー

ラス、論文などの一次情報から抽出し、体系的に統合することにより、推論への応用をするための知識を構築している。

一方、シソーラスの構築において [11]、構造化する基本的な用語間の意味関係は、等価関係 (同値関係)、階層関係 (上位と下位)、連想関係である。連想関係には様々な関係があり、代表的なものとして、過程と道具 (速度測定と速度計)、行為と結果 (科学研究、科学的発展)、行為と受容体 (データ分析とデータ)、起源に関する概念 (情報と情報源)、因果関係 (傷害と事故)、などがある。ここで扱っている因果関係は、前節の複雑な性質については省略して、単純な二項関係として記述している。

その他、用語に関する研究としてターミノロジーの研究 [10] が挙げられる。

本研究は、これらの用語に関する研究における、用語 (情報) の資源化の一部として考えられる。今回得られた因果関係の意味関係を資源化することによって、例えば前述のシソーラスの連想関係として利用することも考えられる。また、他の用語の辞書などを利用し、それらの意味関係を統合することにより、類推 [12][13] や仮説推論 [14] などの高度な思考を実現することも可能となる。

8 おわりに

本研究では、特許コーパスを利用し、特に発明における手法に関する記述と効果に関する記述に焦点をあてて、テキスト処理により用語の意味関係の抽出を行なった。また、得られた因果関係を利用して、さらに再抽出することを行なった。こうした得られた意味関係は、用語の研究における資源化として、推論などに有効と思われる。今後は、特許文献における部分全体の関係の抽出や特許請求項 (クレーム) の処理についても考えたい。

謝辞

本研究において、国立情報学研究所で作成された NII-NACSIS コレクションの NTCIR3 を使用しました。深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 特許庁: <http://www.jpo.go.jp/indexj.htm>
- [2] NTCIR: <http://research.nii.ac.jp/ntcir/index-ja.html>
- [3] 形態素解析システム 茶筌: <http://chasen.aist-nara.ac.jp/index.html.ja>
- [4] Hikomaro Sano, Yuzuru Fujiwara: Syntactic and semantic structure analysis of article titles in analytical chemistry, Journal of Information Science, vol.19, pp.119-124, 1993
- [5] 益岡隆志 ほか: 文法 (岩波講座言語の科学:5)、岩波書店、1997
- [6] 新井喜美雄: 特許情報分析とパテントマップ、情報の科学と技術、Vol.53, No.1, pp.16-21, 2003.
- [7] 市村由美、長谷川隆明、渡部勇、佐藤光弘: テキストマイニング-事例紹介、人工知能学会誌、Vol.16, No.2, pp.192-200, 2000.
- [8] 東条敏著: 自然言語処理入門、近代科学社、1988
- [9] 藤原譲: 情報学基礎論の現状と展望-学習・思考機構と超脳計算機への応用-、情報知識学会誌、vol.9, no.1, pp.13-29, 1999
- [10] 尾関周二、クリスティアン・ガリンスキー編著: ターミノロジー学、文理閣、1987
- [11] Jean Aitchison, Alan Gilchrist 著 (内藤衛亮 ほか 訳): シソーラス構築法、丸善、1989
- [12] Patrick H. Winston: Learning and Reasoning by Analogy, Communications of the ACM, Vol.23, No.12, pp.689-703, 1980
- [13] Jianghong An, Yuzuru Fujiwara: Similarity of Compounds and Reactions Based on Self Organized Conceptual Structures of Organic Synthesis Information, JSIK, Vol.6, No.1, pp.21-35, 1996
- [14] 米盛裕二: パースの記号学、勁草書房、1981

ID	method object	method	effect object	effect
5	[NH ₃]の[量]を	[増大]	[排気中]の[NO _x]の[浄化率]	[向上]
13	[「J」バルブカム駆動用チエーン]を[エンジン]の[下側]に	[配設]	[力]の[作用]	[回避]
15	[後方]に	[配設]	-	[コンパクト化]
19	[ノッキング回避手段]を	[制御]	[回避]	[可能]
25	[変動弁機構]を	[駆動]	[速度]の[応答性]	[向上]
30	[空腔]に[軟質材料製]の[空腔装小体]を	[介在]	[冷却性能]	[向上]
32	[部]を	[形成]	[スモーク発生量]	[低減]
37	[位置]に[点火プラグ]の[放電部]を	[配設]	[エンジン]	[小形化]
38	[通路]の[制御弁]を	[開弁]	[トルク]	[向上]
44	-	[制御]	[燃料消費率]の[悪化]	[抑制]
49	[一対]の[上支持部材]を[連結パイプ部]に	[締結]	[つて積み重ね状態]を[安定的]	[維持可能]
52	[プーリ]を[フライホイール]の[上側]に	[配置]	[クランク軸]の[強度維持]	[可能]
57	[冷却風通路]を	[独立形成]	[マフラー]の[冷却効果]の[向上]	[可能]
58	[点火]を	[中止]	[燃料]の[排出]	[防止]
61	[吸気通路部材]を	[挿着]	[体積効率]の[向上]	[可能]
68	[シリンダ]に	[接続]	[エンジン効率]	[改善]
75	-	[オイルポンプ駆動]	[コンパクト化]	[実現]
78	-	[給]	[出力]	[向上]
80	-	[接続]	[周囲騒音]	[低減]
81	[ペーパー・セパレータ]を[左右]の[サージタンク間]に	[配置]	-	[コンパクト化]
100	[センサ]の[検出部]を	[対向]	-	[コスト低減]
103	[2つ]の[点火プラグ]の[配設位置]を	[特定]	[車両搭載性]	[向上]
105	-	[開閉動作]	[負荷運転時]に[点火プラグ周]に[容易]に[燃料蒸気]	[形成可能]
110	[よう]に	[設定]	[油圧制御]の[遅れ]	[防止]
111	-	[冷却]	-	[向上]
124	[平面内]に	[配設]	-	[軽量化]
125	[中]に	[収納]	[耐力]	[向上]
128	-	[締結]	[駆動時間]	[短縮]
129	[空気流]を	[制御]	[低溫時]の[始動性]の[向上]	[可能]
135	[閉弁完了時期]の[一方]を	[補正]	[排気エミッション]	[低減]
142	-	[設定]	[燃費性]	[改善]
144	[給圧]を	[補正]	[給圧]の[オーバーシュート]	[防止]
146	-	[排出]	-	[騒音化]
152	[冷却]を	[防止]	-	[防止]
161	[吸気通路]を	[配設]	[低減効率]	[向上]
164	-	[構成]	[エンジン]の[騒音]	[低減]
169	[ガス入ロケーシング]に	[結合]	[組立時間]	[短縮]
170	[半径方向]の[膨張ギヤツプ]を	[形成]	[固定]	[保証]
174	-	[配置]	[排気ガス]の[圧力損失]	[低減]
178	[直接夫々]の[クランク軸]を	[回転]	[公害]	[低減]
179	[比]を[特定値]に	[設定]	-	[抑制]
185	[よう]に	[制御]	[エンジン]の[始動性]	[向上]
186	-	[判断]	[異常]を[容易]	[検出可能]
188	[吸気管]の[開放端]を[燃料ポンプ]の[近傍]に	[配置]	[エンジンカバー]の[内部全体]を[効果的]	[冷却可能]
190	[よう]に	[構成]	[公害]の[発生]	[抑制]
193	[燃料ガス]を	[供給]	[機関効率]	[向上]
194	[よう]に[燃料ガス供給量]を	[設定]	-	[低減化]
199	[さ]の[シート部材]を	[圧入]	[シリンダヘッド全体]の[耐久性能]	[向上]
205	[吸気管路]の[先端]を	[接続]	[分配性]	[向上]
208	[基板上]に	[支持]	[組立性]	[向上]
214	[EHC故障時]の[通電回路]の[安全性]を	[確保]	[電熱融媒コンバータ]の[故障]	[診断]
231	[1つ]の[クランクピン]に[同軸]に[2つ]の[ピストン]を	[配置]	-	[騒音化]
235	-	[比較]	[識別]	[可能]
236	[円盤状部材]を[羽根車背面]に	[配設]	[温度上昇]	[抑制]
244	-	[接続]	[液体循環部]の[温度上昇]	[防止]
246	[案内溝]を	[形成]	[スモーク]の[発生]	[低減]
247	-	[燃料噴射]	[燃費]	[低減]
...	...	...	...	...
1357	-	[一体成形]	[組立]	[可能]
1358	[アーム部]に[気化器]の[始動ポンプ]を	[装着]	[位置]	[設置可能]
1365	-	[算出]	[適量]の[還元剤]	[供給可能]
1366	-	[開閉]	[量]を[適正]	[維持可能]
1370	-	[回転]	[成層希薄燃焼]の[実現]	[可能]
1371	[部位]に[凹部]を	[形成]	[圧縮比]を[適正値]	[維持可能]
1374	[キャブレター]の[側方]に[吸気チャンバ]を	[配置]	[制約]	[排除]
1375	[形]に	[形成]	[の]	[防止]
1376	-	[略一致]	[排気エミッション]	[改善]
1384	[ピストンシャフト]の[往復運動]を[回転運動]に	[変換]	[ロス]	[低減]
1392	[吸気通路内]に	[噴射]	[NO _x]の[生成]	[抑制可能]
1393	[故障判定]を	[禁止]	[誤判定]	[防止]
1396	[旋回力]を[燃料]に	[付与]	[燃ガス成分]の[排出量]	[低減]
1403	[更新式]を	[補正]	[こと]	[回避]
1410	-	[設定]	-	[回避]
1415	[これら]の[間]に[燃料噴射弁]を	[配設]	[空気充填効率]	[改善]
1430	-	[結合]	-	[コスト化]
1431	-	[加熱]	[排ガス中]の[有害物放出]	[低減]
1436	[加圧燃料圧力]を[低圧]に	[設定]	[正確]	[噴射可能]
1437	[回転軸]の[回転]に	[変換]	[回転軸]の[非同期動作]	[抑制]
1455	[位置]に	[回転]	[出力低下]の[原因]	[解消]
1458	[側]に	[制御]	[走行フィーリング]	[向上]
1459	[アクチュエータ]の[駆動]を	[制御]	[精度]	[設定可能]
1463	-	[固定]	-	[騒音化]
1464	-	[運転]	[燃費]	[改善]
1468	[折曲部]を[ロータ位置決め穴]に	[係合]	[センシングロータ]の[取付け作業性]	[向上]
1480	[ノズル孔側]に	[形成]	[回転時]の[燃料安定性]	[向上]
1494	[ピストンの]冠部に[キャピティ]を	[形成]	[希薄空燃比]の[限界値]	[拡大可能]
1511	[エンジン]の[中央部]に[寄つて排気装置]を	[配設]	[温度調節]	[可能]
1514	[駆動機構収容室内]に[カムシャフト駆動機構]を	[収容]	[騒音性]	[向上]
1515	[よう]に	[配設]	-	[燃費化]
1516	[スタータモータ]を	[保持]	[周]の[部品点検]	[低減]
1522	[燃料噴射圧力]を	[上昇]	[付着物]	[除去]
1527	[室]を[一体]に	[形成]	[組付作業]	[簡易化]
1529	[吸気弁]の[ステム部分]に[放熱板]を	[形成]	[排気ガス]	[改善]

図 2: 因果関係抽出の結果