

司法試験自動解答における論理型言語 PROLEG ルール生成のための 過去問分析と設計

Question Analysis and Rule Design for Generating PROLEG Rules towards Automatic Legal Bar Exam Solver

林 隆児

静岡大学情報学部
rhayashi@kanolab.net

狩野 芳伸

静岡大学情報学部
kano@inf.shizuoka.ac.jp

There have been COLIEE competitions held, which aim to extract legal information and to resolve legal textual entailments by answering Japanese legal bar exams. We analyzed 72 past legal bar exam problems to examine possibility of automatic solver. In order to construct such an automatic solver, we use logical programming language called PROLEG, which performs legal reasoning by defining logical rules. While PROLEG rules are normally defined manually, our ultimate goal is automatic generation of PROLEG rules as the first research. Our approach combines natural language processing and logical inference by PROLEG. Assuming that the natural language processing part could be available in future, we implemented programs for other parts that do not perform natural language processing. We performed subjective evaluation for easiness of associating PROLEG rules with problem sentences. Furthermore, we suggest new rule design that makes rules fitting better with natural language processing. This design should allow solving more problems automatically.

1. はじめに

試験の自動解答は自然言語処理や人工知能の主要なベンチマーク課題のひとつといえる。その中で、我が国の司法試験自動解答についても様々な取り組みがされている。COLIEE (Competition for Legal Information Extraction and Entailment) ワークショップは、法律文書の情報検索や含意関係認識問題に関するコンテストとして毎年開催されている[1][2][3]。2018年に開催されたCOLIEE 2018[4]では、事件について判例を抽出するタスク (Task1)、判例から判決を決定するタスク (Task2)、問題文から関連する条文を検索するタスク (Task3)、法的質問に対して、関連する条文が分からない状態で、2値 (Yes/No)で解答するタスク (Task4)の四つのサブタスクが設定された。Task3および4は我が国の司法試験から民法短答式の問題を用いたものである。本稿はこのうち、主にTask4の内容を対象とする。

Task4では、訓練データとして、質問、関連条文、質問の答え (Yes/No)が与えられ、テストデータとしては質問のみが与えられる。多くの参加チームは、機械学習や単語の重要性の解析を用いて自動解答を試みたが、我々はProlog[5]をベースにした論理型言語 PROLEG[6]を用いた、自然言語処理と論理推論を組み合わせたアプローチをとる。

PROLEGは、判例や条文をルールとして論理的に記述することができ、それに質問の事実を加えて記述することで、法的問題を推論することができる。PROLEGを用いることで、自然言語処理と法的知識に基づいた、人間の解答プロセスに近い方法で自動解答を実現できるのではないかと考える。法的知識を論理として正しく組み込むことができれば、自然言語処理の性能如何で自動解答の正答率が格段に上がると期待される。

佐藤ら[7]は、契約文書に対して独自に作成したフレームを用いて自然言語処理を行い、PROLEGルールへの変換を行っている。佐藤らの研究は契約に関する文章に限ったものであるが、司法試験の問題は契約に関する問題だけでなく、契約に関しない問題がさまざまな状況、さまざまな文脈で問われる。より多くの問題に適応するためには、膨大なフレームの設計が要求されるだろう。本研究では、法的知識に基づいた自然言語処理により問題文に対応するのではなく、法的知識はすべてPROLEGルールとして組み込まれているものと仮定する。自然言語処理においては、問題文の単語とPROLEGルールの単語をどう結びつけるか、という焦点で取り組む。このアプローチを進めるため

に、本稿では司法試験の問題文をPROLEGルールに変換する手法を提案し、PROLEGルール自動生成プログラムの作成を進め、さらにこの手法に基づいた自動解答の可能性について分析を行う。

2. PROLEG

PROLEGとは、論理型言語 Prologを法律用に拡張したものである。ルールを記述することにより、法的推論を行う。ルールは、 $Y(X_1, X_2, \dots, X_n)$ と表記される。Yが権利や行為を指し、述語とよばれる。Xは動作主や目的語などが記述され、引数とよばれる。 \Leftarrow 記号を使った $Y_1(X_1) \Leftarrow Y_2(X_2)$ という表記は、Y2はY1が成立するために必要なルールを示す。このY2をY1の要件事実とよぶ。 $Y_1(X_1) \Leftarrow Y_2(X_2), Y_3(X_3)$ などと表記すると要件はAND条件になる。proleg条件 $Y(X)$ という表記は、 $Y=X$ の関係を示す。引数には、定数と変数の2種類がある。定数は確定的な単語であり、変数は推論過程で具体化される。変数は「アンダースコアで始まる」「大文字の英字で始まる」、定数は「小文字の英字で始まる」「漢字で始まる」「シングルクォートで囲まれている」文字列と定義されている。例えば、

所有権に基づく返還請求権(所有権者,相手方,対象物) \Leftarrow
所有権(所有権者,対象物),
占有(相手方,対象物).

というルールは、「所有権者による、ある対象物についての、相手方に対する、所有権に基づく返還請求権」が成り立つためには、「所有権者による、対象物についての所有権と」、「相手方による、対象物の占有」が成り立つ必要がある」と読める。

以下では具体的な問題の解き方と共にPROLEGルールの作り方を説明する。

[問題文]

土地の所有者は、同土地を不法に占有する者に対して、所有権に基づき土地の明け渡しを求めることができる。

この問題では、物権的返還請求権が認められるかどうか焦点となる。この物権的返還請求権を軸に、要件事実を展開する。これを、PROLEGではRule Baseとよぶ。Rule Baseとは、民法と裁判例をPROLEGルール化したものである。Rule Baseでは、 $A0 \Leftarrow B0$ と要件事実を展開した

後、B0についてもさらに要件事実があれば展開し、要件事実がなくなるまで続ける。上の問題の物権的返還請求権については、次のような結果が得られる。

物権的返還請求権(所有者,相手方,対象物)<=
 所有権に基づく返還請求権(所有者,相手方,対象物).
 所有権に基づく返還請求権(所有者,相手方,対象物)<=
 proleg条件(現時点(占有時)),
 所有権(所有者,対象物,占有時),
 占有(相手方,対象物,占有時).
 所有権(所有者,物,時点)<=
 所有権(所有者,物,もと所有時,時点).
 所有権(所有者,物,もと所有時,問題となる時点)<=
 もと所有(所有者,物,もと所有時,問題となる時点).

この Rule Base において、末端の要件事実、つまり<=によって展開されている要件事実がないルールについて記述するのが、Fact Base である。Fact Base とは、問題における事件の事実を PROLEG ルール化したものである。上の例では、末端にあたるのが

proleg条件(現時点(占有時)).
 占有(相手方,対象物,占有時).
 もと所有(所有者,物,もと所有時,問題となる時点).

である。Fact Base においては、これは

現時点(占有時).
 主証(占有('B',土地,占有時)).
 主証(もと所有('A',土地,もと所有時,問題となる時点)).

と記述される。

proleg 条件は、要件ではなく条件として表現したい場合に用いる記法である。proleg 条件は、Fact Base では proleg 条件()述語を外して表現される。通常要件事実については主証()述語で囲う。さらに、引数は「_相手方」→「_B」、 「_対象物」→「_土地」など、事実に基づく単語に置き換えられる。「_占有時」などは問題文に具体的な数値が記述されていないため、変数の形のままで記述する。

PROLEG では Rule Base のトップのルールを質問として記述する。今回の例でいえば、請求権存在(物権的返還請求権('A','B',甲土地)).と記述する。引数は Fact Base と同様に事実に基づく単語に置き換える。請求権存在()述語は、PROLEG の推論を true/false で出力するコマンドである。

Rule Base には以下のような例外事由がありうる。

売買契約に基づく代金支払請求権(売主,買主,契約(売買,売主,買主,物,合意時))<=
 合意(売買,売主,買主,物,合意時).
 例外事由(売買契約に基づく代金支払請求権(売主,買主,契約),同時履行の抗弁(買主,売主,契約,契約)).

「売買契約に基づく代金支払請求権」のようなルールに対して例外事由となるルールが存在していれば、そのルールを記述する。この場合は、「同時履行の抗弁」が成り立てば、例外が成り立ち、「売買契約に基づく代金支払請求権」は成り立たない。問題文から、ルールに対して適切な例外事由を選択する。

3. 提案手法

将来的な自動解答の方法として、以下の手順を提案する：

1. 問題文を自然言語解析し、Rule Base のトップルール(請求権存在()述語に入るべき述語名)を特定する
2. 上記で特定した述語の要件事実を、要件事実群をまとめたファイルから検索して Rule Base を生成する。
3. 生成した Rule Base から、Fact Base で記述すべき述語を抜き出し、引数などを Fact Base の形式に変換する。引数については、問題文と照合して定数と変数を分類する。
4. 完成した質問、Rule Base、Fact Base を Prolog 実行系で実行する。

上記の手法の準備として、自然言語処理を必要としない部分をプログラムで作成し、自然言語処理を行った場合の自動解答の可能性について分析を行った。結果と分析は後述する。

言語処理を必要とする部分については、主に三つある。

まず、Rule Base のトップルールを判断する部分である。問題文を解析し、何を問われているのかを特定し、述語名の候補群と照合する。

次に、例外事由としてルールを選択する場面である。同様に問題文を解析し、例外事由の候補群と照合する。

最後に、Fact Base の生成である。Fact Base は、「_対象物」→「_土地」など、Rule Base における表現を事実に基づく単語に置き換えていた。ただし、本研究の目的は正しい PROLEG ルールの生成ではなく、問題の解答である。問題を解きたいだけなら、「_土地」に置き換えずとも、「_対象物」と、ただアンダースコアを外して定数に変換するだけでよい。言語処理を必要とするのは、どの引数を定数とし、どの引数を変数とするかという分類である。

先の例の引数のうち、「_相手方」「_対象物」「_所有者」「_物」については、問題文に存在が明記されている。このような引数は、Fact Base において定数とする。「_占有時」「_もと所有時」「_問題となる時点」については、問題に時間的要素の記述がないため、Fact Base において変数とする。これをまとめると、以下の Fact Base が完成する。

%Fact Base

現時点(占有時).
 主証(占有(相手方,対象物,占有時)).
 主証(もと所有(所有者,物,もと所有時,問題となる時点)).

実際に Fact Base として上記の形式を用いたとしても、問題の解答結果は一致する。よって、Fact Base の生成においては、問題文に明示的な記述があるかないかによって、定数と変数を分類すればよい。ただし、定数と変数を分類するだけでは、不整合が起き、正しく解けない問題も例外としてある。

4. 実験

自然言語処理を行った場合の自動解答の可能性を分析するために、自然言語処理を行わない部分についてプログラムを作成した。具体的には、Rule Base トップルールから要件事実をたどり、Rule Base を生成する部分については、過去の問の Rule Base のいくつかをまとめた仮想的な要件事実群ファイルを作り、それについて、指定したルールから要件事実を末端まで展開し、出力するプログラムを作成した。

Fact Base を生成する部分については、先の出力の Rule Base から、Fact Base に記述すべき末端の要件を抜き出し、主証()述語で囲む。引数の分類は、言語処理を行わないため確実に分類ができないが、「_契約時」のような時間的要素や、「_請求額」のような数値的要素は、問題の事実に関わらないことが多いため、今回は、それらを変数、それ以外を定数として扱った。

5. 結果と分析

司法試験の過去問題のうち、72 問について分析を行った。分析する問題として、佐藤らが手動で PROLEG 化を行った、平成 18 年から平成 27 年までの問題を用いた。これらの司法試験過去問で自然言語処理が必要な三つの作業について、容易性を判断し、分析した。

まず、Rule Base のトップルールを判断する部分について、「述語名と同じ言葉が問題文に含まれている」「述語名に近い表現が問題文に含まれる」「述語名に近い表現が問題文に含まれない」の 3 つに分類した。具体的な例を示す。図 1 は「述語名と同じ言葉が問題文に含まれる」の例、図 2 は「述語名に近い表現が問題文に含まれる」の例、図 3 は「述語名に近い表現が問題文に含まれない」の例である。

【問題文】

土地の賃貸人が借地契約の更新拒絶をするためには、正当の事由がなければならぬほか、契約期間の満了の 1 年前から 6 か月前までの間に賃借人に対して更新をしない旨の通知をしなければならない。

請求権存在(更新拒絶(賃貸人,賃借人,契約(賃貸借,賃貸人,賃借人,土地,建物所有目的,平成 1 年 1 月 1 日),平成 30 年 1 月 1 日))。

図 1 平成 18 年度短答式民事系第 24 問選択肢エ

図 1 の問題では、問題文に「更新拒絶をするためには、」という表現があり、この問題の主たる述語が「更新拒絶」であることは明らかな上、Rule Base に「更新拒絶」という完全に一致するルールがある。

【問題文】

A B が共有している建物の管理費用を A が立て替えた場合、A は、B からその共有持分を譲り受けた C に対し、当該立替金の支払を請求することができる。(正)

請求権存在(立替金支払請求権('A','C',管理費用(共有建物,'A 支払額',平成 2 年 1 月 1 日)))。

図 2 平成 18 年度短答式民事系第 26 問選択肢 5

図 2 の問題では、問題文に「立替金の支払を請求する」という表現があり、Rule Base トップルールの述語名「立替金支払請求権」と容易に結びつけることができる。

【問題文】

被相続人 A から相続開始前に甲不動産を買い受けた X は、A の唯一の相続人 B の債権者 Y が B に代位して甲につき B の相続登記をした上で甲を差し押さえた場合、登記がなくても、甲の所有権取得を Y に対抗することができる。(誤)

請求権存在(異議権の存在('X','Y',甲不動産))。

図 3 平成 19 年度短答式民事系第 8 問選択肢ア

図 3 の問題では、Rule Base トップルールの述語名「異議権の存在」について、問題文に「異議」という単語もなく、表現から見ても結びつけることは難しいと判断した。分析結果を表 1 に示す。

表 1 Rule Base トップルールの述語名判断容易性の分析結果

分類	問題数	割合
Rule Base トップルールの述語名と同じ単語が問題文に含まれている	3	4.2%
Rule Base トップルールの述語名に近い表現が問題文に含まれる	30	41.7%
Rule Base トップルールの述語名に近い表現が問題文に含まれない	39	54.2%

次に、例外事由としてルールを選択する場面について、「Rule Base に例外事由が含まれない」「例外事由のルールの述語名と同じ言葉が問題文に含まれる」「例外事由のルール名と近い表現が問題文に含まれる」「例外事由のルール名と近い表現が問題文に含まれない」の 4 つに分類した。分類の基準は、Rule Base トップルールと同じである。分析結果を表 2 に示す。

表 2 例外事由のルールの判断容易性の分析結果

分類	問題数	割合
Rule Base に例外事由が含まれない	22	30.6%
例外事由のルールの述語名と同じ言葉が問題文に含まれる	1	1.4%
例外事由のルール名と近い表現が問題文に含まれる	9	12.5%
例外事由のルール名と近い表現が問題文に含まれない	40	55.6%

最後に、Fact Base の生成の容易性について、分析した。Fact Base の生成においては、問題に事実として記述されている引数を定数とし、記述されていない引数を変数として分類を行う。これについて、「契約時」のような時間的要素や、「請求額」のような、数値的要素は、問題に記述されていないことが容易に判断できるため、時間的要素や数値的要素が変数、それ以外が定数となっている問題を「定数と変数の分類が簡単」、そうでない問題を「定数と変数の分類が難しい」として、分類した。ただし、前述したとおり、Fact Base の生成においては、定数と変数を分類するだけでは正しく解けない例外的問題がある。例外的問題はまた定量的に検証できていないが、このために実際にはもう少し解ける割合が少ない。分析結果を表 3 に示す。

表 3 Fact Base の生成容易性の分析結果

分類	問題数	割合
定数と変数の分類が簡単	51	70.8%
定数と変数の分類が難しい	21	29.2%

これらはそれぞれの要素の結果を別々にまとめたものだが、次にこれら 3 種類の要素をあわせたものを考える。Rule Base のトップルールや例外事由のルールの判断容易性が「近い表現が問題文に含まれる」以上であれば、問題を自動解答する見込みが高い。Fact Base については、「定数と変数の分類が簡単」であれば同様に見込みが高い。これに基づいた分析結果を表 4 に示す。

表 4 問題正答容易性の分析結果

分類	数	割合
Rule Base のトップルールの述語名判断容易性が「近い表現が問題文に含まれる」以上かつ 例外事由のルールの判断容易性が「近い表現が問題文に含まれる」以上かつ Fact Base の生成容易性が「定数と変数の分類が簡単」	16	22.2%

Rule Base のトップルールの述語名や、例外事由のルールに関する自然言語処理がうまくできれば、22.2%の問題が解けるはずである。ただし、前述したように、Fact Base の生成容易性に関して、例外的な問題がある。例外となる問題は、実際に PROLEG を実行してみないと判断がつかず、時間がかかってしまうため、検証が完了していない。この検証の結果によっては、解ける問題の割合は下がる可能性がある。それを踏まえた概算をすると、15%~20%の問題が自動で解ける見込みである。

6. 議論と展望

今後、自動解答の実現、正答率の向上に向けて、やるべきことが三つある。

一つ目は、表 4 に関して述べた、Fact Base の生成について検証を済ませること。Fact Base を生成する際に、定数と変数を分類するだけでいい問題がいくつあるかによって、自動解答の可能性は大きく変わる。

二つ目は、問題文の自然言語処理である。これまで我々が作成してきた司法試験自動解答のための問題文述語項解析器があり[8][9]、これをさらに PROLEG 生成に適する形に改善したい。

三つ目は、PROLEG ルールの設計、特に Rule Base についてである。過去問分析の項で、Rule Base トップルールや例外事由のルールの判断容易性について記述したが、その判断容易性を、PROLEG のルールを再設計することで改善できると考えている。PROLEG のルールを、問題文の言語処理結果と照合しやすい形に変更することを考えている。例を図 4 に示す。

[問題文]

書面によらない贈与の受贈者は、贈与者に対して贈与の履行を求めることができない。

請求権存在(契約成立(贈与,受贈者,贈与者,契約(贈与,受贈者,贈与者,対象物,平成2年2月2日)))。

%Rule Base

契約成立(贈与,受贈者,贈与者,契約(贈与,受贈者,贈与者,対象物,契約成立時))<=

合意(贈与,受贈者,贈与者,契約(贈与,受贈者,贈与者,対象物,契約成立時))。

図 4 平成 22 年度短答民事系第 22 問選択肢ア

図 4 の問題では、Rule Base トップルールの契約成立()という述語の中に”贈与”という引数があり、契約成立が”贈与に関する”ことを、引数で表現している。契約成立()という述語は贈与以外にも成り立つ表現であり、この状態では「贈与に関する契約成立」のルールを探すために、引数まで解析しなくてはならない。これを改善するためには、ルールを

贈与に関する契約成立(相手方,契約主,契約(相手方,契約主,対象物,契約成立時))<=

とするのが理想的であると考えられる。このように、自然言語処理によって照合しやすい一般的な形にルールを再設計する予定である。

7. 結論

本研究では、司法試験問題の自動解答へ向けて、論理型言語 PROLEG を用いたアプローチのために、手動で PROLEG ルールが作成された過去問 72 問の分析を行った。分析を行うために、自然言語処理を必要としない部分についてはプログラムを作成し、自然言語処理ができれば PROLEG の自動生成ができることを確認した。

自然言語処理を必要とする部分について、自動化の容易性を分析した。問題文と PROLEG ルールの結びつきの難易度を、自然言語処理が必要な三つの場面についてそれぞれ難易度の段階を設定して分類した。その結果、全体で 15%~20%の問題は現状の手法で自動解答できる見込みがあると分かった。

今後は、自然言語処理部分の実装と、解答できる問題を増やすために、ルールの自然言語処理向け再設計を目指す。ルールの再設計については、手動で作成されたルールについて、言語処理をしやすいよう、問題文の形式に沿ったルールや述語の名前に変更する手法を提案した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H06103 の助成を受けたものである。国立情報学研究所の佐藤健教授及び藤田恵氏には、過去問の PROLEG 化ファイルの提供、PROLEG の仕組みについてご教示いただいたことを、心から感謝する。

参考文献

- [1] M.-Y. Kim, R. Goebel, and K. Satoh, “Coliee-2015: evaluation of legal question answering,” in Ninth International Workshop on Juris-informatics, 2015.
- [2] M.-Y. Kim, R. Goebel, Y. Kano, and K. Satoh, “COLIEE-2016: Evaluation of the Competition on Legal Information Extraction/Entailment,” in Tenth International Workshop on Juris-informatics, 2016.
- [3] Y. Kano, M.-Y. Kim, R. Goebel, and K. Satoh, “Overview of coliee 2017,” Epic Ser. Comput., vol. 47, pp. 1–8, 2017.
- [4] M. Yoshioka, Y. Kano, N. Kiyota, and K. Satoh, ““Overview of Japanese Statute Law Retrieval and Entailment Task at COLIEE-2018,”” in Twelfth International Workshop on Juris-informatics, 2018.
- [5] I. Bratko (1986). “Prolog programming for artificial intelligence” Addison-Wesley Publishing Company(安部憲広(訳)(1990). 「Prolog への入門」近代科学社)
- [6] 佐藤 健, 浅井 健人, 古川 昂宗, 久保田 理広, 中村 恵, 西貝 吉晃, 白川 佳, 高野 千明, “PROLEG: 論理プログラミングをベースとした民事訴訟における要件事実論の実装”
- [7] Maria Navas-Loro, Ken Satoh, and Victor Rodriguez-Doncelel, “ContractFrames: Bridging the gap between Natural Language and Logics in Contract Law”
- [8] R. Hoshino, R. Taniguchi, N. Kiyota, and Y. Kano, ““Question Answering System for Legal Bar Examination using Predicate Argument Structure,”” in Twelfth International Workshop on Juris-informatics, 2018.
- [9] R. Taniguchi, R. Hoshino, and Y. Kano, ““Legal Question Answering System using FrameNet,”” in Twelfth International Workshop on Juris-informatics, 2018.