

## 論理型言語 PROLEG から双極議論フレームワークへの変換

## Conversion from Logic Programming Language PROLEG to Bipolar Argumentation Framework

川崎 樹                      高橋 和子  
Tatsuki Kawasaki        Kazuko Takahashi

関西学院大学大学院 理工学研究科  
School of Science & Technology, Kwansai Gakuin University

This report describes the conversion from a logic programming language PROLEG to a Bipolar Argumentation Framework (BAF), aiming at a support for judicial judgment using Artificial Intelligence. Although reasoning process of a judgment is clearly shown in PROLEG, it is difficult to understand the relationship between inference rules and the entire structure of a judgment. Here, we give a semantics to a BAF and convert the description in PROLEG to BAF, so that the semantics of PROLEG is reserved. As a result, it is easier to understand the relationship between inference rules and the entire structure of a judgment in the obtained BAF which consists of a set of arguments and relations of attack and support between arguments.

## 1. はじめに

Dung が抽象議論フレームワークを提案して以来、数理議論学はここ 20 年ほど人工知能の一分野として注目を集めている。議論は参加者が論証をかわす一種の対話で、ある主張を相手に受け入れさせるために根拠をあげ、それに対する反論を繰り返すという構造をもつため、その応用の一つとして法的推論が活発に研究されている [4]。抽象議論フレームワークでは、(発言) 論証同士の関係や議論全体の構造が容易に把握できる。

人工知能による裁判支援は論理プログラミングの分野でも提案されている。裁判において民法や刑法の条文を論理プログラミングで記述しその上で推論をすることによって、判決に至る推論過程を明確に示すことができる。そのため、プログラミングになじみのない法曹に親しみやすい記述形式を与える言語として PROLEG が考案された [3]。PROLEG は判決を行うための推論過程を論理プログラミングとして表現する。しかし、PROLEG の実行は推論過程が明確になるものの、判決に用いられた推論規則間の関係や推論の全体像が把握しにくい。

例えば、判決として殺人罪を適用する場合の推論過程を、単純化した形で考える。一般に、殺人がありかつ犯人が殺意を抱いていたなら殺人罪が適用されるが、そうであっても正当防衛ならば無罪となる。ただし、正当防衛であるためには、相当性を示さなければならない。この時判決文では、「殺人罪である」、「殺人があった」、「殺意があった」、「正当防衛である」、「相当性がある」といったことが互いにどのように影響した結果として殺人罪を適用するという結論になったかは陽に記述されず、そのため理解しづらい。ここで、「『殺人があった』ことと『殺意があった』ことが合わせて殺人罪を適用する理由となっている」、「『正当防衛である』ことは『殺人罪である』ことを否定しているが、『正当防衛である』ことを肯定するための理由である『相当性がある』ことが示されていないので、殺人罪が適用できる」というように、推論規則間の関係が陽に記述されていれば、推論過程の中で推論規則間の関係が理解しやすく、全体像も把握しやすい。判決文の規模が大きくなればこの効果は大きい。

本研究では、PROLEG の記述を抽象議論フレームワーク [2] の拡張である双極議論フレームワーク [1] に変換する手法を考案する。また双極議論フレームワークに対して意味論を与えることで、この変換手法によって得られる双極議論フレームワークに PROLEG の記述が表す意味と同じ意味を持たせる。

本発表は以下のように構成される。まず、第 2 節では PROLEG について述べる。まず PROLEG の記述法を述べ、その後 PROLEG の推論を述べる。第 3 節では双極議論フレームワークについて述べ、さらに受理集合を定義する。第 4 節では、PROLEG の記述を BAF に変換する手法を述べる。最後に第 5 節でまとめと今後の課題を述べる。

## 2. PROLEG

PROLEG は Prolog を拡張して開発された、裁判支援を目的とする論理型記述言語であり、ある条文が持つ法律構成と例外事由、事実を記述することで条文が適用できるかを判定するシステムである [3]。法律構成は求めたい罪とその罪が持つ条件の関係、もしくは条件間関係を表す。例外事由はそれが成立すれば、法律構成による推論結果よりも優先して、否という推論を行う特殊な処理を表す。事実は各裁判において実際に確認される事実を表す。

先の例で言えば、「殺人罪」が求めたい罪であり、「殺人があった」ことと「殺意があった」ことが殺人罪が持つ条件である。さらに「殺人罪」に対して「正当防衛である」ことが例外事由であり、さらに「正当防衛である」ことは「相当性がある」という条件を持っている。

これを PROLEG で記述すると、以下の例 1 のようになる。ただし記述中における '%' はそれ以下に続く文がコメントであることを示す。

```
例 1
% ルールベース
殺人罪 ← 殺人行為 ∧ 殺意.
例外事由 (殺人罪, 正当防衛).
正当防衛 ← 相当性.
% ファクトベース
殺人行為.
殺意.
```

連絡先: 川崎 樹, 関西学院大学大学院 理工学研究科 高橋和子  
研究室, 兵庫県三田市学園 2 丁目 1 番地, 079-565-8391,  
dkw40829@kwansai.ac.jp

PROLEG の記述はルールベース、ファクトベースの2つから構成される。ルールベースは法律構成と例外事由を記述する部分であり、ファクトベースは事実を記述する部分である。ファクトベースに記述された事実はすべて真であり、記述されなかった事実は偽である。よってファクトベースに記述されていない「相当性」は偽であり、「正当防衛」も偽である。「正当防衛」が偽であるので、例外事由(正当防衛, 過剰防衛)が成立しない。また、「殺人行為」と「殺意」はファクトベースに記述されているので、「殺人罪」は真である。

もし仮に、ファクトベースに「相当性」が記述されていたならば、「正当防衛」は真となり、例外事由(正当防衛, 過剰防衛)が成立し、「殺人罪」は偽となる。

### 3. 双極議論フレームワーク (BAF)

Dung は議論を抽象化するシステムである抽象議論フレームワーク (AF) を提唱した [2]。Dung は議論における発言を論証と呼び、論証の集合と論証間の攻撃関係を議論を表現した。AF は論証をノード、攻撃関係をエッジとしたグラフ表現が可能である。

Cayrol らは AF を拡張した双極議論フレームワーク (BAF) を提唱した [1]。BAF は AF に論証間の支持関係を追加し、論証の集合とその上での 2 種類の二項関係の 3 つ組  $\langle AR, ATT, SUP \rangle$  で定義される。ここで  $AR, ATT, SUP$  はそれぞれ論証、攻撃関係、支持関係の集合である。攻撃関係とはある論証が他の論証に対する反論という関係にあるという意味であり、支持関係とはある論証が他の論証を支持する関係にあるという意味である。また AF と同様に、論証をノード、攻撃関係と支持関係を 2 種類のエッジとしたグラフ表現が可能である。

例えば以下の BAF のグラフ表現は図 1 となる。

例 2  $BAF = \{\{A, B, C, D\}, \{(D, B)\}, \{(B, A), (C, A)\}\}$

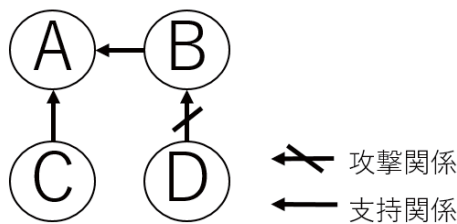


図 1: BAF の例

BAF に意味論を与える。すなわちどの論証が受理可能かを決める。

まず、例として図 1 で表される BAF を考える。論証  $C$  と論証  $D$  は他のどの論証からも攻撃されておらず、支持もされていない。よって論証  $C$  と論証  $D$  は受理可能であると考えられることができる。また、論証  $B$  は受理可能であると考えた論証  $D$  に攻撃されている。よって論証  $B$  は受理可能でないと考えることができる。論証  $A$  は、受理可能であると考えられる論証

$C$  に支持されているので受理可能であると考えられるが、一方で受理可能でないと考えられる論証  $B$  にも支持されているため受理可能でないと考えられる。ここで、論証  $A$  が受理可能であると考えたと受理集合  $\{A, C, D\}$  が得られる。一方で、受理可能でないと考えると受理集合  $\{C, D\}$  が得られる。

このようにどちらを優先するかによって得られる受理集合が変わる。本研究では、PROLEG を変換して得た BAF の受理集合が PROLEG の記述において真である集合と一致することが肝要なため、それに適した意味論を与える。[1] で与えられた方法に基づいて以下のように受理集合を定義する。

**定義 1** (受理集合).  $BAF = \langle AR, ATT, SUP \rangle$  において論証の受理集合  $E \subseteq AR$  を以下のように定義する。  $A$  を論証とする。

- いずれからも攻撃されておらず、支持されていない論証はすべて  $E$  の要素である
- $E$  の任意の 2 つの要素間に攻撃関係が存在しない
- $A$  を支持している  $E$  の要素である論証が存在するならば、 $A$  は  $E$  の要素である
- $A$  を支持している論証が、すべて  $E$  の要素でないならば、 $A$  は  $E$  の要素でない
- $A$  を支持している論証が存在せず、 $A$  を攻撃している論証がすべて  $E$  の要素でないならば、 $A$  は  $E$  の要素である

### 4. PROLEG から BAF への変換

PROLEG の記述における推論過程を議論とみなすことで、PROLEG の記述を BAF に変換する。

PROLEG の記述中の各ゴールを論証とし、ゴール間の関係を攻撃関係と支持関係に対応させる。例 1 では「殺人罪である」ことが持つ条件は「殺人があった」と「殺意があった」ことである。これは「『殺人があった』かつ『殺意があった』」ことが「殺人罪である」ことを支持しているとみなすことができる。このように同時に存在する条件を 1 つにまとめ、PROLEG の記述を表現する。また「正当防衛である」ことが持つ条件は「相当性がある」ことであるので、「相当性がある」ことは「正当防衛である」ことを支持しているとみなすことができる。さらに、「正当防衛である」ことは「殺人罪である」ことを否定している。これは「正当防衛である」ことが「殺人罪である」ことを攻撃しているとみなすことができる。

PROLEG の記述において各ゴールを論証として扱うことで、論証間の関係を得ることができる。さらに、ボディゴールを要素として持つ集合を論証として扱うことで、その集合と単一の論証との間の関係も得る。これらの関係を用いて BAF を作成することで、PROLEG の意味論に対応した BAF を得る。ここで対応するとは BAF に意味論を与えた時に得られる受理集合が PROLEG の記述における真である集合と一致するということである。

以下では PROLEG の記述から BAF に変換する手法について述べる。まず、ルールベースの記述をその種類によって変換する。ここで攻撃関係  $(B, A)$  とは論証  $B$  が論証  $A$  を攻撃している関係であるということを意味し、同様に支持関係  $(B, A)$  とは論証  $B$  が論証  $A$  を支持している関係にあるということを意味する。

**変換 1 (攻撃変換).**  $A, B$  を論証とする. PROLEG の記述「例外事由  $(A, B)$ 」を攻撃関係  $(B, A)$  に変換する.

**変換 2 (単支持変換).**  $A, B$  を論証とする. PROLEG の記述「 $A \Leftarrow B$ 」を支持関係  $(B, A)$  に変換する.

**変換 3 (集合支持変換).**  $A, B$  を論証,  $S = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$  を論証の集合とする. PROLEG の記述「 $A \Leftarrow B_1 \wedge B_2 \wedge \dots \wedge B_n$ 」を支持関係  $(S, A)$  に変換する.

この変換によって, 例 1 の PROLEG のルールベースの記述は以下のように変換される.

$BAF = \langle AR, ATT, SUP \rangle$

$AR = \{ \text{殺人罪, 殺人行為, 殺意, 正当防衛, 相当性, } \{ \text{殺人行為, 殺意} \} \}$

$ATT = \{ (\text{正当防衛, 殺人罪}) \}$

$SUP = \{ (\{ \text{殺人行為, 殺意} \}, \text{殺人罪}), (\text{相当性, 正当防衛}) \}$

次に存在論証を定義し, これを用いてファクトベースを BAF に変換する. 存在論証とは, 裁判において実際に確認される可能性があるすべての事実を示す論証である. 裁判では確認された事実のみを使って推論を行う. これを BAF で表現するために, ファクトベースに記述されているときは存在論証がその事実に対応する論証に支持をし, そうでなければ攻撃をすることを考える.

存在論証はルールベースの中で, 規則のヘッドもしくは例外事由のゴールとして現れないすべてのゴールに対して定義される. よって例 1 では「殺人行為」, 「殺意」, 「相当性」に対してそれぞれ存在論証が定義され, 前者 2 つには支持関係を, 「相当性」には攻撃関係を加える.

**変換 4 (事実変換).**  $A$  を論証,  $existence(A)$  を存在論証とする. PROLEG のルールベースにおいてヘッドとして記述されていないゴール  $A$  に対し, ファクトベースに「 $A$ 」と記述されているなら支持関係  $(existence(A), A)$  に変換する. 記述されていないなら攻撃関係  $(existence(A), A)$  に変換する.

以上の変換により以下の BAF が得られる.

$BAF = \langle AR, ATT, SUP \rangle$

$AR = \{ \text{殺人罪, 殺人行為, 殺意, 正当防衛, 相当性, } \{ \text{殺人行為, 殺意} \}, existence(\text{殺人行為}), existence(\text{殺意}), existence(\text{相当性}) \}$

$ATT = \{ (\text{正当防衛, 殺人罪}), (existence(\text{相当性}), \text{相当性}) \}$

$SUP = \{ (\{ \text{殺人行為, 殺意} \}, \text{殺人罪}), (\text{相当性, 正当防衛}), (existence(\text{殺人行為}), \text{殺人行為}), (existence(\text{殺意}), \text{殺意}) \}$

この BAF のグラフ表現は図 2 となる.

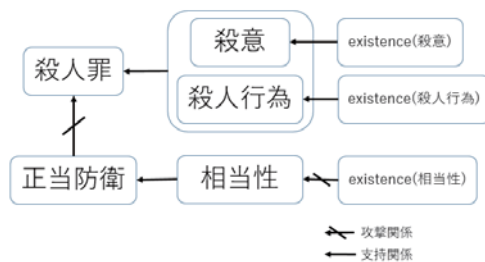


図 2: 例 1 を変換した結果得られた BAF のグラフ

変換して得られた BAF の受理集合は  $E = \{ \text{殺人罪, 殺人行為, } existence(\text{殺人行為}), \text{殺意, } existence(\text{殺意}), existence(\text{相当性}) \}$  である. ここから存在論証を除いた集合は, PROLEG の記述で真である集合  $(= \{ \text{殺人罪, 殺意, 殺人行為} \})$  と一致する.

## 5. まとめ

本発表では PROLEG の記述から BAF に変換する手法を提案した. さらに PROLEG の記述を BAF に変換するプログラムを Prolog を用いて実装した. 将来的には本研究を裁判支援システムに組み込むことを目指す.

今後の課題は, 変換ルールと意味論の証明を与えることと, 実用可能な変換プログラムを実装することである.

## 参考文献

- [1] Cayrol, C and Lagasquie-Schiex, M-C : Bipolar abstract argumentation systems, *Artificial Intelligence*, pp. 65-84(2005).
- [2] Dung, P.M.: On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*, 77, 321-357 (1995).
- [3] 佐藤 健ほか: 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, 人工知能学会第 92 回知識ベース研究会資料, pp.1 - 8(2011).
- [4] Prakken, H and Sartor, G : Law and logic : A review from an argumentation perspective. *Artificial Intelligence*, pp. 214-215 (2015).