

価値選好選択可能なモジュール仮説基準議論フレームワークによる議論の形式化

Formalization of Complex Argumentation with Modular Assumption Based Argumentation Framework

仁科慧†
Kei Nishina

岡田将吾†
Shogo Okada

新田克己†
Katsumi Nitta

1. はじめに

会議や交渉や紛争解決など多くの場面で議論が行われる。議論の場では、議論参加者の間で主張や論証や質問や提案などの様々な発言がなされる。論証は、結論とその理由づけの組である。議論が複雑であり、さまざまな論点を含む場合、論証(argument)間の関係や、論証と結論(conclusion)の間の関係を正確に把握するのが困難になる。そのような論証の構造を視覚化する方法として、ダイアグラムにより論証構造を表現する方法が研究されている。また、そのような議論の結論を決定する基準を決めたり、結論の性質を明確化する方法を与えたりする数理議論学の研究が進んでいる。

「議論」とは、我々が何か重要な問題について決定を行う際に、重要なものである。他人の意見を通して、自分の意見の妥当性を押し量り、話し合う事で、一人で下す決断よりも、より幅広い見識から結論が得られるからである。しかし、政治や裁判などで用いられるような重大な議論は、多種多様な事柄を扱い、意見同士の関係も複雑であり、非常に大規模なものである。これを、何の手がかりもなく聞いたり、紙面から読むことで、議論の内容を把握、理解する事は非常に困難である。Dung は、論証の集合と論証間の攻撃関係(attack relation)に着目し、軽信的(credulous)な結論から、懐疑的(skeptical)な結論に至るまでの、さまざまな性質を持つ結論を定義する抽象議論フレームワーク AF (Argumentation Framework) を提案した[1]。AF は例外の存在を認めるさまざまな非単調推論の意味論を統一的に扱えるため、議論の形式化を行うためのプラットフォームとして多くの関連研究を生み出した。たとえば、対立する論証がある場合に、価値基準によって論証間の順位付けを行う価値ベース議論フレームワーク VAF (Value Based Argumentation Framework)や、論証中に含まれる仮説の選好によって論証間の優先付けを行う前提ベース議論フレームワーク AAF(Assumption Based Argumentation Framework)などの AF の拡張版が提案された。また、近年では AF を知識処理の技法と結びつけるための、より一般的な枠組みとして構造化議論フレーム

ワーク (Argument Framework for Structured Argumentation)が提案されている。このようなさまざまな議論フレームワークが提案され、議論のさまざまな性質の結論を求める手法が確立しつつある。

しかし、たとえば原発の再稼働問題のような、地震、健康、経済など、ここの論点自身がさらに複雑な議論を伴う場合、それらの議論を一括して一つのフレームワークで扱うには適さない。たとえば、地震に関する議論の結論は懐疑的でなければならぬし、経済に関する議論の結論は軽信的で良いかもしれない。このような論点ごとに異なる性質の結論を一括して扱うには、従来の議論フレームワークは適していない。

そこで、ここでは論点ごとに性質の異なる議論を形式化するための議論フレームワークを提案することを目的とする。具体的には、Dung の提唱したモジュラー議論フレームワーク(Modular Assumption Based Argumentation Framework)を利用して、議論全体を複数のモジュールに分割し、モジュールごとに、その議論に適した議論フレームワークと意味論を採用する手法による。

第 2 章では関連の議論意味論の研究を紹介し、第 3 章で個々の議論を統合する議論フレームワークを紹介し、第 4 章で記述例を説明する。

2. 関連研究

2. 1 抽象議論フレームワーク

論証フレームワーク $AF = \langle AR, attacks \rangle$ は、論証集合 AR と、2つの論証間における打破関係(攻撃関係) $attacks$ によって定義される。各論証の妥当であるかの受容可能性に基づいた意味論は、他の意見との打破関係によって、各意見の妥当性の強さは定義される。 $A_i, A_j \in AR$ に対し、 $attacks(A_i, A_j)$ は「論証 A_i が論証 A_j を攻撃する」ことを表す。AF に関して意味論が以下のように定義されている。

定義 1 (無衝突, 擁護)

・ 論証集合 B が「無衝突(conflict-free)」であるとは、 B

† 東京工業大学 総合理工学研究科

の要素に $\text{attacks}(A_i, A_j)$ となるような論証 A_i, A_j が無いことである。

- ・ 論証集合 B が論証 A_i を「擁護する(defend)」とは、 $\text{attacks}(A_j, A_i)$ なる論証 A_j があるとき、 $\text{attacks}(A_k, A_j)$ なる $A_k \in B$ が必ず存在することである。

定義 2 (許容可能可能性による意味論)

- ・ 論証集合 B が「許容可能である(admissible)」とは、 B が無衝突であり、かつ B が自分の要素をすべて擁護することである。
- ・ 論証集合 B が「選好拡大(preferred extension)」であるのは、 B が (集合の包含関係に関して) 極大の許容可能集合であるときである。
- ・ 論証集合 B が「安定拡大(stable extension)」であるのは、 B が無衝突であり、かつ、 B の要素以外のすべての論証を攻撃しているときである。
- ・ 論証集合 B が「完全拡大(complete extension)」であるのは、 B が許容可能であり、 B が擁護するすべての論証を含むときである。
- ・ 論証集合 B が「基礎拡大(grounded extension)」であるのは、 B が (集合の包含関係に関して) 極小の完全拡大であるときである。

2. 2 価値ベース論証フレームワーク

Dung の AF においては、2つの論証 A_i, A_j が $\text{attacks}(A_i, A_j)$, かつ、 $\text{attacks}(A_j, A_i)$ の関係にあるとき、両者の間に優先関係をつける手段はなかった。それに対し、互いに対立する論証の間に優先関係がつけられるように、AF を拡張した論証フレームワークが提案されている。

たとえば、価値ベース論証フレームワーク VAF (Value-based Argumentation Framework) は AR と attacks に加えて、 V (価値の集合)、 val (論証がどの価値を推奨、擁護しているかを結びつける関数 ($AR \rightarrow V$)), P (議論参加者、もしくは聴衆の集合) を導入して、 $VAF = \langle AR, \text{attacks}, V, \text{val}, P \rangle$ を定める。VAF においては、擁護関係、許容可能性、意味論は攻撃関係(attacks)だけでなく、個人の価値観 (価値の優先関係) を考慮して定義される。

2. 3 構造化された議論のための論証フレームワーク

Dung の AF は、論証を抽象化しているが、論証を記述する言語までを特定した論証フレームワークも存在する。

たとえば、Prakken による構造化された議論のための論証フレームワークにおいては論証を $(L, -, R, <)$

の 4 つ組で記述する[4]。 L は論証を記述する論理言語であり、 $-$ は矛盾を定義する関数であり、一般化された否定記号である。 R はルール集合であり、

$$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n \rightarrow Q$$

の形式で書かれるストリクトルール(strict rule)の集合 R_s と、

$$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n \Rightarrow Q$$

の形式で書かれるデフィージブルルール(defeasible)の集合 R_d の和集合である。 $<$ は、デフィージブルルール間の部分順序である。このような論証言語を導入することにより、論証間の攻撃関係(attacks)が、前提無効化(undercut)、反論(rebut), 前提弱体化(undermine)に場合分けされるなど、議論構造がより詳細に記述される。

2. 4 モジュール化前提ベース論証

Modular Assumption-based Argumentation (MABA) は議論内の論証をモジュールに分割した構造である。議論は個々のモジュールで得られた結論をメインモジュールで統合して最終的な結論を得る。

3. 価値選好選択可能なモジュール仮説基準議論フレームワーク

前節で紹介したように、Dung の AF を中心に、さまざまな議論フレームワークの拡張が提案されている。VAF は価値観に基づく議論をしやすいうように拡張しているし、Prakken の論証フレームワークは、デフォルトルールの優先関係と、前提条件の優先関係を利用できるように拡張している。このようにいろいろな特徴を持つ論証フレームワークを統合するよりも、むしろ、論点ごとに適したフレームワークを用い、それらを統合して結論を求める方式の方が複雑な問題を形式するには適している。

ここで提案する論証フレームワークは、モジュール化前提ベース論証と Prakken の論証フレームワークを組み合わせたものである。

定義 3 (論証システム)

論証システムとは論証を記述するための論理言語を定義したものであり、 $(L, -, R, <, M)$ の 5 つ組で与える。 $L, -, R, <$ に関しては[4]の定義と同様である。

R は論理言語で書かれたルール集合であり、ストリクトルールの集合 R_s とデフィージブルルールの集合 R_d からなる。

M はモジュールの集合である。

このフレームワークにおいて、各モジュールの中身には関知しない。たとえば、あるモジュール M1 は、ルールを持たず、論証間の攻撃関係しか与えられていないかもしれない。また、あるモジュール M2 では、ルールを用いて、論証が記述されているかもしれない。

ルールの前提部は通常の基礎論理式のほかに

(Mi, P, VAF, Valpref_a, complete)

のような記述が可能である。この表現は「モジュール Mi において、VAF の枠組みを利用して意味論を計算したところ、a さんの価値観 Valpref_a のもとでは P は完全拡大に含まれている」ことを表している。この表現を用いると、以下のようなデフォルトルールを書くことができる。

死亡(X),

(M1, 肝臓癌の危険性(X), VAF, Valpref_山田, stable),

(M2, 緊急性(Y), AF, grounded)

=> 肝臓移植(X, Y)

これは、「X 氏が死亡したが、X 氏に肝臓癌の危険性があるかどうかについて検討した結果、VAF の枠組みで山田先生の価値観では肝臓癌の危険性が安定拡大に属しており、かつ Y さんの（肝臓病の悪化による移植の）緊急性が AF の枠組みで基礎拡大に属しているならば、X 氏の肝臓を Y さんに移植する」というルールを表している。

論証は、特定の結論に至るまでのルールの連鎖によって形成される木構造である。木のルートノードは結論に対応し、木の葉ノードは前提に対応し、そのほかのノードは中間的な結論に対応する。

定義 4 (打破) [4]

- ・論証 Ai が論証 Aj の前提と矛盾する結論を持つとき、または、Ai が Aj の中間ゴールと矛盾する結論を持ち、Aj の中間ゴールを導くデフィージブルルールが Ai の結論を導くデフィージブルルールより優先度が低くないとき、Ai は Aj を「打破する(defeat)」という。

前節で説明した定義 1, 定義 2 において、攻撃 (attacks) の代わりに打破(defeat)を利用することによって、選好拡大, 安定拡大, 完全拡大, 基礎拡大を定義することができる。さらに、基礎拡大以外は、複数の拡大を持ち得るので、結論の許容可能性について以下の区別をする。

定義 5 (結論の許容可能性)[4]

- ・ある論理式 P について、すべての S-拡大 (S は選好,

安定, 完全, 基礎) に P を結論とする論証が含まれていれば、P は「S-正当(S-justified)」という。

- ・ある論理式 P について、ある S-拡大 (S は選好, 安定, 完全, 基礎) に P を結論とする論証が含まれていれば、P は「S-防御可能(S-defensible)」という。

4. 具体例

議論の形式化の例として、消費税の増税に関する議論の一部をとりあげ、以下の 2 つの論点を考察する。

- (1)消費税増税は所得税増税より適切か。
- (2)そもそも税金はどこから徴収すべきか。

(1)については、たとえばモジュール M1 における以下の論証を考える。

論証 A: 消費税は消費した額に応じて税金を支払うので、所得税より公平であり、増税に適している。

論証 B: 消費税は逆進性があり、所得の低い人ほど影響を受けやすいから、所得税の方が増税に適している。

論証 C: 食料品には消費税をかけないようにすれば、所得の低い人への影響を少なくすることができ、消費税の問題点が軽減される。

B と A は相互に攻撃し、C は B と相互に攻撃しているものとする。A は負担額という価値に結びついており、B と C は負担感という価値に結びついている。山田氏は負担額を重視すべきだと考え、田中氏は負担感を重視すべきだと考えている。

このように価値に関する議論においては VAF が適している。VAF においては、山田氏にとっては、論証 A はどの拡大にも属するが、田中氏にとっては、論証 B または論証 C は選好拡大や安定拡大に属する。

(2)については、たとえばモジュール M2 における以下の論証を考える。

論証 D: 同じ消費をした人が同じ税金を負担するのが公平であり、負担額を負担感より優先すべきだ。

論証 E: 富の再分配の観点からも、負担感を負担額より優先すべきだ。

D と E が互いに攻撃をしており、D と F は AF における選好拡大や安定拡大に属する。

消費税を増税すべきかどうかの最終的な意思決定はモジュール M0 における以下の議論で行われる。

論証 F : (M1, 消費税増税が適している, VAF,
負担額>負担感, stable),
(M2, 負担額>負担感, AF, stable)
=> 消費税を増税する.

論証 G : (M1, 所得税増税が適している, VAF,
負担額<負担感, grounded),
(M2, 負担額<負担感, AF, grounded)
=> 所得税を増税する.

この例では、両者の論証の違いを説明するため、論証 F は M1 と M2 における安定拡大での結論に基づいて消費税を主張する論証に対し、論証 G は M1 と M2 における基礎拡大での結論に基づいて所得税を主張する論証である、としている。結果として、論証 G は成立しないので、消費税を増税することは安定正当である。

5. おわりに

大規模な議論に対して、議論にモジュール構造を持たせて、モジュールごとに局所的に適した議論フレームワークを採用することにより、全体の意思決定の構造を明確に記述することを検討した。今後は、実際の大規模な議論の記録に関して、この手法の適用を行って、有効性を検証すると共に、統合的なフレームワークの理論的検討を深く勧めていく。

参考文献

- [1] P. M. Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning and logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*, 77:321-357, (1995)
- [2] TREVOR J. M. BENCH-CAPON. Persuasion in Practical Argument Using Value-based Argumentation Frameworks. *Journal of Logic and Computation* 13, 429-448 (2003)
- [3] P. M. Dung, P. M. Thang, . Modular argumentation for modeling legal doctrines in common law of contract, *Artificial Intelligence and Law*, (2009)
- [4] Henry Prakken, An overview of formal models of argumentation and their application in philosophy, (2011).