

インド論理学に基づく新たな議論モデルの構築

Construction of the new argumentation model based on the India-Logic

太田翔護*1

Shogo Ohta

澤村一*2

Hajime Sawamura

*1新潟大学大学院 自然科学研究科 電気情報工学専攻

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

*2新潟大学自然科学系

Institute of Science and Technology, Niigata University

Argumentation has close relation to logic, in the field of argumentation research that we perform. Generally, the logic means the Western-Logic represented by Aristotle's syllogism. And the argumentation based on LMA (Logic of Multiple-Valued Argumentation) suggested now in Sawamura laboratory is performed in conformity with this Western-Logic. However, on the other hand, India-Logic is known as Eastern logic.

In this research, I suggest "an Orient-like argumentation model" by adopting typical way of thinking in the Indian-Logic "5_membered inference/argument schema" to a traditional argumentation model. In this new argumentation model, an argument using the example (metaphor expression) have higher persuasion.

1. はじめに

1.1 議論について

「今日の夕飯は何を食べるか」などの日常的なものから「日本は TPP に参加すべきか」など国会等で行われるような公的なものまで、議論は実に様々な場面で行われている。何か物事を決定する際には議論を行う必要があり、あるルールに則った議論から導かれる結論には、その議論に参加した皆を納得させるような価値がある。よって、その「議論のルール」について学ぶことは非常に有意義であると言える。

議論において主張や意見は「論証」と呼ばれ、複数の論証の間には矛盾が生じる場合がある。この矛盾の関係を「攻撃関係」と呼ぶ。ある議論において議題が妥当であるか否かは、実際に行われた議論の結果から論証間の攻撃関係等を考慮し、意味論的、証明論的に判断する。

1.2 目的・背景

現在、多くの議論研究において、議論は記号論理の考えに則して行われている。これはアリストテレスの三段論法を中心とする西洋論理学の考えから発展したものであり、一般に論理学と言う場合は主にこの西洋論理学のことを指す。

しかし西洋論理学の他にも、東洋の論理学としてインド論理学というもの知られており、中でも典型的な「五支論証」というものは、論証に「事例(比喩表現)」を用いることによってより真理に近い結論を導くことができる手法として提案されている。本研究では、このインド論理学に基づく考え方を議論の中に取り入れることによって新たな議論モデルを作ることを目指す。

2. 五支論証とは

インド論理学における古典的なニヤーヤ論理によると、推論の正式な定式化には五つの要素が必要となり、それは五支論証 (5_membered inference/argument schema) として知ら

れている。ニヤーヤ・スートラによると、推論的な証明は以下の手順でなされる [2]。

1. 主張 (statement)
2. 主張に対する原因、もしくは理由 (reason)
3. 例題, 事例 (example)
4. 事例の(当該問題に対する)適用 (application)
5. 結論 (conclusion)

以下に五支論証の例を示す。

1. 丘は燃えている (statement)
2. なぜなら、丘の上に煙が見えるからだ (reason)
3. 竈のように、煙のあるところには必ず火があるものだ (example)
4. 丘からは煙が出ている、その煙もやはり火と関連があるのだろう (application)
5. ゆえに、丘は燃えている (conclusion)

このように、五支論証においては根拠から結論を導く際に一つの「事例(比喩)」を提示し、その内容を現在の状況と照らし合わせるというステップが存在する。西洋論理学における Modus Ponens とインド論理学における五支論証との構造の違いは、各々次のようになる。

$$\frac{B \quad B \rightarrow A}{A} \text{ (Modus Ponens)} \quad (1)$$

$$\frac{B \quad B \rightarrow A \quad B' \rightarrow A'}{A} \text{ (五支論証)} \quad (2)$$

ここで、 $B' \rightarrow A'$ とは、根拠 $B \rightarrow A$ を導くために用いる事例である。

連絡先: 太田翔護, 新潟大学大学院自然科学研究科, メール: fl2c013h@mail.cc.niigata-u.ac.jp

このように、五支論証では演繹的に根拠から結論を導くだけでなく、これまでの経験から帰納的に得られた知識をそこに導入することによって、より真理に近い結論を導くことができるとしている。

2.1 不可離関係 (Invariable Concomitance)

五支論証の推論パターンは、不可離関係(「およそ煙は火のあるところだけに存在し、火のないところには決して存在しない」というような関係)という特有な性質の上に立脚している[5]。例えば、前述した五支論証の例では、推論者は煙と火の間の不変的な共存関係(不可離関係, Invariable Concomitance)についての認識を予め持っているため、最後に彼は「丘は燃えている」という推論に基づいた知識を得ることができるのである。

事例を用いた論証とは、この特有な関係を帰納的に導くことにより成り立っている。

2.2 帰納節 (Indian-Induction)

前述した五支論証の例を EALP^{*1}で表現すると、例えば次のようになる。

- `has(this_hill,fire)::[1.0]`
`<== has(this_hill,smoke)::[1.0]`
`& has(whatever_has_smoke,fire)::[1.0].`
- `has(whatever_has_smoke,fire)::[1.0]`
`<== has(smoke,fire_eg_an_oven)::[1.0].`
- `has(smoke,fire_eg_an_oven)::[1.0] <== true.`
- `has(this_hill,smoke)::[1.0] <== true.`

新たな議論モデルを考える上では、これを五支論証という形で他の論証と明確に区別する必要がある。そこで、本研究では 2.1 節で述べた「不可離関係」という特殊な性質に着目し、帰納節という新たな知識表現を考えた。

上述した五支論証の例は、次のように表現される。

- `has(the_hill,fire)::[1.0]`
`<== has(the_hill,smoke)::[1.0]`
`& invariable(smoke,fire)::[1.0].`
- `invariable(smoke,fire)::[1.0]`
`<== ind(eg_an_oven)::[α].*2`
- `has(the_hill,smoke)::[1.0] <== true.`

ここで、二段目の

`invariable(smoke,fire)::[1.0] <== ind(eg_an_oven)::[α].`

という節が、五支論証の事例及び適用部分であることを意味する「帰納節」である。この帰納節は、根拠となる事例(example)から、結論として不可離関係を導く(application)までを一行で記述したものである。

3. 新たな議論モデル

五支論証を交えた議論を考える上で考慮したいことは、以下の通りである。

- 五支論証は、三段論法など他の論証に比べて「説得力がある」もしくは「強い」。
- すなわち、五支論証は「反論されにくい」および「反論しやすい」。
- 時と場合によって五支論証に用いられる『事例の強さ』が異なる。
- 五支論証同士の議論にも優劣が生じる。

具体的に攻撃関係がどのような場合に変更されるかについては、論文 [1] を参照。

3.1 議論例

知識ベースは表 1 のように用意した。

議題を「`is_(mountain,fiery)::[1.0]`」としたとき、従来の西洋議論モデルにおける議論結果は図 1 のように表される。

論証 A「山に煙が見える。竈のように、火と煙の間には不可離関係が存在する。よって、山は燃えている」は五支論証であり、それに対する反論として論証 C「湖に煙が見えるが、湖が燃えることはない。よって、煙と火の間の不可離関係は認められない」及び論証 E「昨日は雨が降ったため山は湿っているし、燃えることはない」が与えられる。

また、論証 C に対する反論として論証 B「湖に見えるものは煙でなく霧である」及び論証 D(論証 A の部分論証)が与えられ、更に論証 D に対する反論として論証 C が二度出しされる。この議論において、議題となる論証 A は反論 E を打破していないため、受理されない。

次に、五支論証の優位性を考慮した場合の東洋議論モデルでの議論を考えると、議論結果は図 2 のように表される。ここで、五支論証を含む論証間の攻撃関係が変更され、論証 E から論証 A に対する攻撃は除去される。結果として、図 2 においては論証 A への攻撃である論証 C は打破されており、他の論証からの攻撃は受けないため、議題は受理される。

4. ニューラルネットワークによる実証

澤村研究室では、与えられた任意の議論フレームワーク^{*3}において Dung の意味論^{*4}の計算を行うニューラルネットワークの構成方法が提案されている。

そこで、本研究によって新たに定義された攻撃関係を考慮することによって変化した議論フレームワークを与えることで、Dung の意味論ではどのような計算結果が出るのかをニューラルネットワークを用いて検証する。

4.1 議論例

知識ベースは 5.1 節と同様に表 1 を用いる。

知識ベース 1 における論証の総計は 10 個となる。今、IAE にて議論を行った際にノードとして現れた論証を $AR = \{A, B, C, D, E, F\}$ とする。このとき、議論フレームワーク $AF_1 = \langle \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J\}, \{(A, E), (B, C), (C, A), (C, D), (D, C), (E, A)\} \rangle$

は図 3 のように表され、五支論証を考慮した際、攻撃関係変更後の議論フレームワーク

$AF_2 = \langle \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J\}, \{(A, E), (B, C), (C, A), (C, D), (D, C)\} \rangle$ は図 4 のように表される。

*1 Extended Annotated Logic Programming(拡張注釈付き論理プログラム)、詳しくは論文 [3] を参照

*2 「α」は議論において五支論証に優位性を与えるための値である。詳しくは論文 [1] を参照。

*3 議論における論証とその間の攻撃関係を記号と矢印を用いて簡潔に表したもの。詳しくは論文 [4] を参照

*4 議論においてどの論証が受理されるかを定義したもの。詳しくは論文 [4] を参照

実際にニューラルネットワークによって各意味論の計算を行うプログラムを実行している様子の一部を以下に示す。まず、議論フレームワーク AF_1 を用いた場合の計算結果は次のようになる。

```

AR = { A, B, C, D, E, F, G, H, I, J }
attacks = { (A,E), (B,C), (C,A), (C,D), (D,C), (E,A) }
|attacks| = 6
*****
AS_N   : 0, { B }, { A, B }, { D }, ..., { B, D, E, F, G, H, I, J }
352
CE_N   : { B, D, F, G, H, I, J }, { A, B, D, F, G, H, I, J },
3       { B, D, E, F, G, H, I, J }

SE_N   : { A, B, D, F, G, H, I, J }, { B, D, E, F, G, H, I, J }
2
GE_N   : { B, D, F, G, H, I, J }
1
    
```

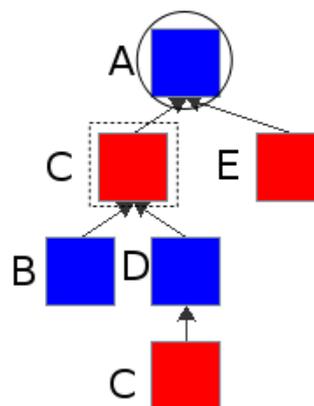


図 1: 西洋的議論モデルにおける議論結果

次に、議論フレームワーク AF_2 を用いた場合の実行結果は次のようになる。

```

AR = { A, B, C, D, E, F, G, H, I, J }
attacks = { (A,E), (B,C), (C,A), (C,D), (D,C) }
|attacks| = 5
*****
AS_N   : 0, { B }, { A, B }, { D }, ..., { A, B, D, F, G, H, I, J }
224
CE_N   : { A, B, D, F, G, H, I, J }
1
SE_N   : { A, B, D, F, G, H, I, J }
1
GE_N   : { A, B, D, F, G, H, I, J }
1
    
```

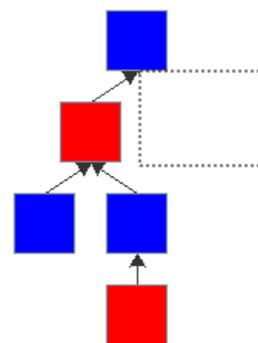


図 2: 東洋的議論モデルにおける議論結果

議論における議題が受理されるか否かの判定は Dung の意味論の GE (Grounded Extension) に基づく。各々の GE を見比べると、西洋議論モデルでは受理されていない論証 A が、東洋的議論モデルにおいては受理可能となっている。これにより、議論フレームワークが東洋的議論モデルにおいては優位に立っていることが実証できた。

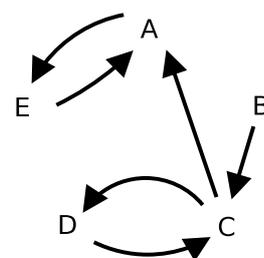


図 3: 議論フレームワーク AF_1

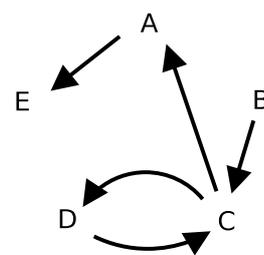


図 4: 議論フレームワーク AF_2

表 1: 知識ベース1

agent A1 knowledge base: KB_{A1}
$is_mountain,fiery)::[1.0] \leq over(smoke,mountain)::[1.0] \ \& \ invariable(smoke,fire)::[1.0].$
$invariable(smoke,fire)::[1.0] \leq ind(eg_an_oven)::[\alpha 2].$
$over(smoke,mountain)::[1.0] \leq true.$
agent CA1 knowledge base: KB_{CA1}
$\sim invariable(smoke,fire)::[1.0] \leq not \ \sim over(smoke,lake)::[1.0] \ \& \ has_no(lake,fire)::[1.0].$
$has_no(lake,fire)::[1.0] \leq true.$
agent A2 knowledge base: KB_{A2}
$\sim over(smoke,lake)::[1.0] \leq known(lake_smoke,as_fog)::[1.0].$
$known(lake_smoke,as_fog)::[1.0] \leq true.$
agent CA2 knowledge base: KB_{CA2}
$\sim is_mountain,fiery)::[0.8] \leq is_mountain,wet)::[1.0].$
$is_mountain,wet)::[1.0] \leq rain(yesterday)::[1.0].$
$rain(yesterday)::[1.0] \leq true.$

参考文献

- [1] 太田翔護 (新潟大学工学部) 『インド論理学に基づく新たな議論モデルの構築』. 2012.
- [2] G.S. Mahalakshmi and T.V. Geetha, *An Indian logic-based argument representation formalism for knowledge-sharing*. Department of Computer Science & Engineering, Anna University, Chennai-25, Tamilnadu, India, 2009.
- [3] T, Takahashi and H, Sawamura. *A logic of multiple-valued argumentation*. In Proceedings of the third international joint conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems (AAMAS'2004), pp.800-807, ACM, 2004.
- [4] 後藤義明 (新潟大学大学院) 『Dungの議論意味論を計算するニューラルネットワークの構成』. 2010.
- [5] 小野卓也 (東京大学大学院) 「BhAsarvajJaの推理論におけるavinAbhAva」
<http://www.tgiw.info/indology/paper/1.html>