

質問を含む議論モデルの提案

南部 優 高橋 和子

抽象議論モデルの枠組みは、論証とそれらの間の攻撃関係で定義され、グラフで表現されることが多い。論証は根拠と主張の組みとして定義され、これらは攻撃関係とともに論理式で記述できる。現実的な議論を扱うためには論証が起こる理由を説明する必要があるが、多くの枠組みでは論証の内容にまで踏み込まず、シミュレーションや意味論の考察をグラフ上の話に戻しているため、論証が起こる理由を説明するには弱い。本研究では、論拠から相手の推論過程を探り、より踏み込んだ現実的議論の表現を可能にする議論と質問を合わせたモデルを提案する。このモデルでは、反論の余地があるにもかかわらず反論ができない場合、質問をすることで相手に論証の根拠をうながし、新たに情報を得ることによって反論を続けることができる。

1 はじめに

議論は様々な主張と根拠によって築かれる一連の対話である。しかし、議論は単なる対話と違い主張と根拠が組みとなり、主張への一定の妥当性を持って行われる。

議論については主として法学の分野で研究がなされてきたが、近年は計算機科学や人工知能分野においても、その論理的な性質に着目した研究がさかんになっており、マルチエージェント環境での意思決定支援や裁判における主張の証明、品質保証 (assurance) の支援など工学面への応用も期待されている。

議論の論理構造を示すモデルの著名なものに Toulmin の提案したモデルがある [8][10]。このモデルは、議論の単位となる論証を主張や根拠から構成されるものとし、その論証の生成される理由を明確にしたものである。人工知能の分野ではこのモデルを基本として様々な研究が行われている [9]。

Dung は *ArgumentationFramework* として議論を抽象的にとらえる手法を提案し、論理プログラミングや非単調推論との関係を示した [3]。彼の抽象議論では、論証という形で知識を抽象的に表現し、論証間の攻撃関係からグラフを形成する。この枠組みはその後多くの人工知能や論理プログラミングの研究者に採用され、さまざまな議論モデルが提案された [7]。抽象議論のアプローチでは、論証の中身を考慮せず、議論のシミュレーションや意味論の考察をグラフ上の話に戻しているため、扱いやすいモデルになっている。一方、論証や論証間の攻撃関係は *ArgumentationFramework* としてあらかじめ与えられたものとしているため、論証の構造までを考慮した議論が行うことができない。

いくつかの研究は、与えられた知識ベースから論証を生成して議論を構築するアプローチをとっている [1][5][6]。これらの研究では知識ベースによって議論モデルが変更されることを示しており、議論の実行が知識ベースの変更に影響するような議論モデルも提案されている [1][6]。これらの研究のほとんどで、議論はグラフではなく木構造で表される。すなわち論証間のループは認められていない。

本研究は、実際に起こる議論の仕組みを解析し、で

A Proposal of an Argumentation Model with Queries.
Yu Nambu, 関西学院大学大学院理工学研究科, Graduate School of Science & Technology, Kwansai Gakuin University.

Kazuko Takahashi, 関西学院大学理工学部, School of Science & Technology, Kwansai Gakuin University.

できるだけ近いものを実現できるような議論モデルを構築することを目的とする。この目的を考えた場合、これまでのアプローチには以下の問題点がある。抽象議論モデルでは論証の中身を考慮しないため論証が起こる理由を説明するには弱い。また、論証間にループが存在する場合、現実の議論での水掛け論のようなことになり勝敗が決まらない。多くのモデルはループを回避するために論証間にあらかじめ優先度を設定しているが [2][4]、この方法は恣意的で不自然である。

本研究では、これらの問題を解決するために、以下の 2 つの特徴を持つモデルを提案する。まず、論証の起こる理由を明確にするため、論証がデータ、保証、主張の 3 つから構成されるものとし、Toulmin モデルにより近いものとする。さらに、議論モデルに攻撃とは異なる質問と回答のフェーズを新たに設けることで、ループを避けるのではなく、ループの原因となる論証の理由を明確にする派生的議論を展開できるようにする。すなわち、議論において互いの主張が対立し結論が出せないとき、何故根拠から主張が導かれるのか、を議論の対象とできるようにしている。派生的な議論の後、元の議論を再開することで、水掛け論に決着をつけることができる。

本発表は以下のように構成される。第 2 節では、本発表で提案するモデルと Toulmin モデルとの関係を述べる。第 3 節では、議論の定式化を行う。第 4 節では、質問の導入、手続きと議論の具体例を示す。第 5 節では、結論を述べる。

2 Toulmin モデルとの関係

Toulmin モデルでは論証がデータ (Data)、主張 (Claim)、保証 (Warrant)、保証の裏付け (Backing)、保証の確かさを示す限定語 (Qualifier)、論証への反証 (Rebuttal) によって表現される。図 1 は Toulmin モデルのそれぞれの関係を簡易的に示している。これを最小単位として、ある論証の主張が今度は次の論証のデータとなったり、反証への保証が追加されたりして議論が進んでいく様子を表現する。

Toulmin モデルの論証では保証への裏付けが行われている。しかし、実際行われている議論では保証、またその裏付けが決して明示されるわけではない。

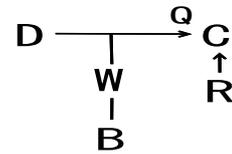


図 1 Toulmin モデル

例えば、「降水確率が 30 パーセントである。だから、今日は傘が必要である」という論証があるとする。これだけで十分に理にかなった論証であり、裏付けとして何故降水確率が 30 パーセントであるから、傘が必要であるのかを必ずしも論じる必要がない。このように実際の議論における論証は保証とその裏付けが示されず完全な Toulmin モデルのような形式を取ることは限られてくる。

しかし、もしこの論証へ反論として「降水確率が 30 パーセントである。だから、傘は必要ない」というような論証があったとする。この場合、「降水確率が 30 パーセントである」という根拠から「傘が必要」と「傘が不必要」であるという全く反対の主張が導かれている。

この場合には、「何故、同じ根拠から対立する主張が導かれるのか」という問い掛けへ答えるため、つまり、なぜこの保証が妥当であるかを述べるため保証への裏付けが必要となる。なぜなら、保証の裏付けによって初めて保証を用いることの理由が明示され、「降水確率が 30 パーセントである」という根拠から「傘が必要・不必要である」という対立する主張が互いに妥当であると説明できるからである。

抽象議論ではもちろん、このように保証の裏付けについて如何にして議論が起きるかを考慮していない。本発表では、Toulmin モデルの裏付けを基に「何故」を用いて、如何にして議論が派生していくかを考慮しより実際の議論を扱うことのできる議論モデルを提供する。

本発表では論証を

- データ
- 主張
- データから主張を行うための保証

から構成する。

主張は意見であり、論証の主幹をなす要素である。データは論証の如何にその主張を支持するかを表し、主張の妥当性を示す理由となっている。保証はデータから如何にして主張が導かれているかを表している。これらはそれぞれ Toulmin モデルにおけるデータ、主張、保証に相当する。

論証はこの 3 つの要素から構成され、これらが議論を構成する最小の要素となる。

また、保証の裏付けを求める議論に相当するものとして質問と回答フェーズを設ける。

3 議論の定式化

議論者は 2 人とする。

定義 1 (論理式) 論理式を以下のように定義する。
 $formula ::= proposition \mid formula \vee formula \mid$
 $formula \wedge formula \mid formula \Rightarrow formula \mid$
 $\neg formula$

ただし、 $\neg\neg formula \equiv formula$ とする。

定義 2 (無矛盾) 論理式集合 Ψ について、 $\psi \in \Psi$ かつ $\neg\psi \in \Psi$ であるような ψ が存在しないとき、 Ψ は無矛盾であるという。また、そうでないときは、矛盾であるという。

定義 3 (知識ベース) 議論者 a の知識ベース K_a を次のように定義する。ただし、 L は論理式全体の集合とする。

- $K_a \subseteq L$
- K_a は有限集合である

K_a は a が議論に用いることができる論理式全体の集合である。

議論の枠組みを構成するために、ここでは議論の最小単位である論証について述べる。

定義 4 (支持) ω, ψ を論理式とする。論理式集合 Ψ が $\{\omega, \omega \Rightarrow \psi\}$ であるとき、 Ψ は ψ の支持であるという。

定義 5 (論証) 議論者 a の論証 A を次のように定義する。

- $A \in 2^{K_a} \times K_a$
- $A = (\Psi, \psi)$ のとき、 Ψ は支持であるか、あるいは $\Psi = \phi$ である。

$A = (\Psi, \psi)$ のとき、 ψ を主張 C とする。 $\Psi = \{\omega, \omega \Rightarrow \psi\}$ の時、 ω をデータ $D, \omega \Rightarrow \psi$ を保証 W とよび、それぞれ $Data(A) = D, Wrr(A) = W, Stc(A) = C$ と記述する。

次に、論証をどれほど詳細に述べているかを定義する。

定義 6 (詳細度) 論理式 ψ の詳細度 $Acc(\psi)$ 、論証 A の詳細度 $Acc_{arg}(A)$ をつぎのように定義する。

$Acc(\psi) = \psi$ に含まれる *proposition* の数

$$Acc_{arg}(A) = \begin{cases} Acc(Data(A)) & (Data(A) \text{ がある場合}) \\ 1 & (Data(A) \text{ がない場合}) \end{cases}$$

定義 7 (詳細化) 論理式 A は論理式 B を詳細化したものである $\Leftrightarrow Acc(A) > Acc(B)$ である。

次に、論証間の攻撃関係を定義する。

攻撃関係は、攻撃元の主張が攻撃先の主張もしくはデータの否定であり、かつ、攻撃元の詳細度が攻撃先の詳細度以上であるときに成立する。攻撃元が支持を持つ場合は、攻撃先の主張に対する攻撃を *rebut*、攻撃先のデータに対する攻撃を *undercut* という。

また、支持を持たない攻撃元から攻撃先のデータへの攻撃を *proof* とする。図 2 は *proof* の攻撃先、攻撃元とその攻撃元への攻撃を直観的に表している。

この図では、 C_1 が P_1 への *proof* のとき、 C_1 の主張 $\neg B$ が P_1 のデータ B の否定となっている。一方、 P_2 が C_1 に対して攻撃関係にあるならば、それは *rebut* しかない。すなわち P_2 の主張は P_1 のデータになる。簡潔に述べれば、*proof* によって論証のデータの妥当性を提示させていることになる。

形式的な攻撃関係の定義は次のようになる。

定義 8 (攻撃関係) 議論者 a の論証 A_a から議論者 b の論証 A_b への攻撃関係 $Atts$ を次のように定義する。ただし、 AR_{K_a}, AR_{K_b} はそれぞれ a, b の論証全体の集合とする。

- $Atts \in AR_{K_a} \times AR_{K_b}$
- $Atts$ は *rebut* か *undercut* か *proof* である。定義はつぎのとおりとする

1. $Atts = (A_a, A_b)$ が *rebut* である $\Leftrightarrow Stc(A_a) \equiv \neg Stc(A_b)$ かつ $Acc_{arg}(A_a) \geq Acc_{arg}(A_b)$ かつ $A_a = (\Psi, \psi)$ のとき、 Ψ が支持である。

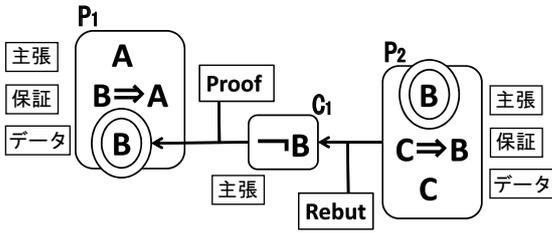


図 2 攻撃関係:proof

2. $Atts = (A_a, A_b)$ が *undercut* である \Leftrightarrow $Stc(A_a) \equiv \neg Grd(A_b)$ かつ $Acc_{arg}(A_a) \geq Acc_{arg}(A_b)$ かつ $A_a = (\Psi, \psi)$ のとき, Ψ が支持である.
3. $Atts = (A_a, A_b)$ が *proof* である $\Leftrightarrow Stc(A_a) \equiv \neg Grd(A_b)$ かつ $Acc_{arg}(A_a) \geq Acc_{arg}(A_b)$ かつ $A_a = (\Psi, \psi)$ のとき, $\Psi = \phi$

支持を持たない攻撃元から攻撃先の主張への攻撃は認めていない. これは, 主張のみの論証による水掛け論のような無意味な議論を省くためである.

また詳細度を用いることで, 論証において同一の主張でもデータを詳細に述べたとする事で攻撃関係の有向性を表している.

踏み込んだ議論を行うため, 論証間の質問関係を定義する.

定義 9 (質問関係) 議論者 a の論証 A_a と議論者 b の論証 A_b との質問関係 Q を次のように定義する. ただし, AR_{K_a}, AR_{K_b} はそれぞれ a, b の論証全体の集合とする.

- $Q \in AR_{K_a} \times AR_{K_b}$
- (A_a, A_b) が質問関係である $\Leftrightarrow Grd(A_a) \equiv Grd(A_b)$ かつ $Stc(A_a) \equiv \neg Stc(A_b)$

論証のペアが質問関係であるということは, 同一のデータより対立する主張を行っているということである. これらの論証は互いに攻撃関係にあり, 質問をすることでその攻撃関係がいかんして発生しているかについてより深い議論をする.

定義 10 (議論フレームワーク) 議論フレームワーク $AF(K_P, K_C)$ を次のように定義する. ただし, AR_{K_P}, AR_{K_C} はそれぞれ, 議論者 P, C の論証全体の集合とし, $Atts$ はある論証から別の論証への攻撃

関係全体の集合とする. Q は P, C の質問関係の集合とする.

$$AF(K_P, K_C, Acc) = \langle Arg_P, Arg_C, Atts, Q \rangle$$

例 1 $K_P = \{B, B \Rightarrow A, A\}$ $K_C = \{B, B \Rightarrow \neg A, \neg A\}$ とする. K_P からは $A_P = (\{B, B \Rightarrow A\}, A)$, K_C からは $A_C = (\{B, B \Rightarrow \neg A\}, \neg A)$ のそれぞれ 1 つずつの論証が生成される. $Acc_{arg}(A_P) = 1$, $Acc_{arg}(A_C) = 1$ である. 従って, $Arg_P = \{A_P\}$, $Arg_C = \{A_C\}$, $Atts = \{(A_P, A_C), (A_C, A_P)\}$, $Q = \{(A_P, A_C)\}$ となる.

4 議論と質問

4.1 議論グラフ

議論フレームワークより論証をノード, 攻撃関係をエッジとする有向グラフができ上がる. これを議論グラフとする. 議論グラフは, 議論の争点となる論理式を主張とする論証を中心としてでき上がる議論の総体である.

定義 11 (議論グラフ) 議論の争点となる論理式 ψ に対して議論グラフ D を次のように定義する.

1. 論証 A について $Stc(A) = \psi$ となるような A を争点ノードとする.
2. 任意のノードから争点ノードへと到達可能である

例 2 論証を $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ とする.

$$Arg_P = \{A_1, A_4, A_5\}$$

$$Arg_C = \{A_2, A_3, A_6\}$$

$$Acc_{arg} = \left\{ \begin{array}{l} (A_2, A_1), (A_2, A_4), (A_4, A_2), (A_3, A_1), \\ (A_3, A_5), (A_5, A_3), (A_6, A_5) \end{array} \right\}$$

争点ノードが A_1 のとき, 議論グラフは図 3 のようになる. 議論グラフには質問関係は表わされていないことに注意.

次に議論グラフにおける勝敗を定義するために, *Dung* による *extension* の概念を導入する [3].

4.2 extension

定義 12 (conflict-free, admissible) 議論フレームワーク $AF = \langle Arg_P, Arg_C, Atts, Q \rangle$ に対して, $A \in Arg_P \cup Arg_C$, $S \subseteq Arg_P \cup Arg_C$ とする.

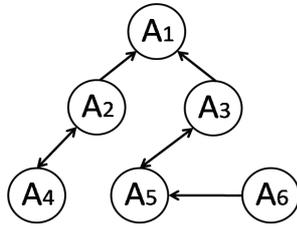


図 3 議論グラフの例

(1) $(A, B) \in Atts$ となるような A, B が S の要素として含まれないとき, S は *conflict-free* である.

(2) S が A を攻撃するすべて論証を攻撃するとき, S は A を防御する.

(3) S が *conflict-free* かつ S のすべての要素に対して防御するとき, S は *admissible* である.

定義 13 (preferred extension) $\mathcal{E} \subseteq Arg_P \cup Arg_C$ とする. \mathcal{E} が \subseteq に関して極大な *admissible* 集合のとき, \mathcal{E} は *preferred extension* という.

定義 14 (議論グラフの勝敗) 争点ノードを A とする議論グラフ D , 質問関係 Q に対する勝敗を $Judge(A, D, Q)$ とする.

D におけるどのような *preferred extension* にも A が含まれるならば, D において A を知識ベースに持つ議論者の勝利 (*win*) とする. このとき, $Judge(A, D, Q) = win$ とする. そうでなければ, 敗北 (*lose*) であり, $Judge(A, D, Q) = lose$ とする. ただし, 議論グラフに質問関係にあるノードが存在するならば, *preferred extension* に関わらず勝敗を不定 (*undecided*) とし, $Judge(A, D, Q) = undecided$ とする. *win, lose* の場合は, その議論は決着がついている, という.

図 3 において $Q = \phi$ ならば *preferred extension* は, $\{A_4, A_6, A_3\}, \{A_2, A_6, A_3\}$ となる. よって, $Judge(A_1, D, Q) = lose$ となる. $Q = \{(A_2, A_4)\}$ のような質問関係が存在するならば, $Judge(A_1, D, Q) = undecided$ となる.

4.3 議論の勝敗が不定である場合

議論の勝敗が不定である場合, 議論グラフ内に質問関係にあるノードが存在する. つまり, 同一のデー

タから互いに攻撃関係にある主張を持つ論証が存在する.

同一のデータから対立する主張が行われているならば, そのような主張を保証する過程に何らかの差があると考えられる.

質問関係にある論証の保証が如何にして行われているのかを互いに議論することで質問関係にある自らの論証の正しさを証明する.

そのためにここでは質問関係であることを解消するために対立する主張となった原因を質問より探り, その結果を元の議論グラフに反映する手続きについて述べる.

定義 15 (質問) 議論グラフを D , 質問関係を Q とする. Q に含まれる論証のペアが D に存在する場合, 質問を実行する.

質問に伴う議論グラフ変更の手続き

$AF = \langle Arg_P, Arg_C, Atts, Q \rangle$ を議論フレームワーク, 質問関係を Q , A を争点ノードとする議論グラフを D , また議論者を *player* とする.

[ステップ 1 (質問)]

Q の関係にある二つの論証にそれぞれ質問と回答を実行する.

論証 A_{player} の保証 $Wrr(A_{player}) = W_{player}$ に対して $\alpha \Rightarrow W_{player}$ が *player* の知識ベース K_{player} にあるか調べる. ただし, α は formula とする. この論理式は W_{player} を詳細化したものになっている. 存在する場合, これを ψ とおきステップ 2 へ. 存在しない場合, 回答失敗としてステップ 3 へ.

[ステップ 2 (回答)]

論理式 ψ を保証とする論証 A' が Arg_{player} に含まれるかどうか調べる. 存在しなければ回答失敗とする.

存在するならば, A' を争点ノードとする議論グラフ D' を構成し, 質問関係集合を更新して Q' し, 勝敗判定を行う.

$Judge(A', D', Q') = win$ ならば, 回答成功とする. $Judge(A', D', Q') = lose, undecided$ ならば, 回答失敗とする.

ステップ 3 へ

[ステップ 3 (再議論)]

$(A_a, A_b) \in Q$ の各論証 A_a, A_b に対して質問を行った結果により次の場合に分類する .

- 互いに回答成功だった場合, Q から (A_a, A_b) を削除したものを Q' とし, $Judge(A, D, Q')$ を求める
- 互いに回答失敗だった場合, 互いの知識ベースから $Wrr(A_a), Wrr(A_b)$ をそれぞれ削除し更新された知識ベースから AF を再構成し, $Judge(A, D', Q')$ を求める .
- それぞれ回答成功, 回答失敗だった場合, 回答失敗した議論者 $player$ の知識ベースから $Wrr(A_{player})$ を削除し AF を再構成し $Judge(A, D', Q')$ を求める .

これを Q に存在するすべての論証ペアに対して行う .

質問の実行によって行われていることは, そこから派生して起こる議論の勝敗を用い質問関係にある論証を削除することである .

まず, 質問により対象となる論証の保証への詳細化が行われる . その結果, なぜデータから主張が保証されているか, を議論の争点とできる .

詳細化を行えない, つまり, 質問に答えられないことは対象となる保証を主張することへの支持が不十分であるとし, 争点となるべき保証が知識ベースから削除される .

詳細化が行われたとしても, 新たに生成された議論において敗北したならば, 同様に, 質問への回答を失敗したとし, 争点となる保証が知識ベースから削除される .

知識ベースから保証が削除されることで対象となる論証が成立しなくなり, 議論から互いに攻撃関係である箇所を解消できる .

また互いに質問への回答に成功した場合, 質問関係から対象となる論証を削除することで元々の議論の決着がつくようにできる .

以上の過程を経て勝敗判定が不定となる議論を決着がつくようにできる .

K_P

Phlogiston	includep⇒Phlogiston
includep	outp⇒includep
outp	burn⇒outp
burn	burn⇒increase
minus	(burn⇒increase)⇒outp
minus⇒((burn⇒increase)⇒outp)	

K_C

¬includep	burn⇒increase
¬outp	(burn⇒increase)⇒¬outp
¬minus	
getoxy	
¬observeminus	
getoxy⇒((burn⇒increase)⇒¬outp)	

図 4 知識ベース K_P, K_C

4.4 具体例

質問を含む議論モデルとその実行について例を示す .

例 3 物体の燃焼にはフロギストン (燃素) が必要であると唱える科学者シュタール (P) と異を唱える科学者ラボアジエ (C) の議論 .

各議論者の知識ベース K_P, K_C を図 4 に示すものとする .

会話中に登場する論理式は会話内容に対応する論理式であり, 議論者それぞれの知識ベースに存在する .

P_1 「物質中にフロギストンは含まれている (*includep*) . だから, フロギストンは存在する (*Phlogiston*) . 」

C_1 「どうして物質にフロギストンが含まれてるといえるのか (*¬includep*) . 」

P_2 「フロギストンは放出がされているからだ (*outp*) . だから, 含まれているといえる (*includep*) . 」

C_2 「どうしてフロギストンが放出されているといえるのか (*¬outp*) . 」

P_3 「物質が燃焼する (*burn*) とは, すなわち, フロギストンが放出されているに他ならない (*outp*) . 」

C_3 「物質が燃焼すると質量が増えるから (*burn ⇒ increase*), フロギストンが放出されるというのは間違っている (*¬outp*) . 」

P_4 「いや, 物質の燃焼により質量が増えるの

($burn \Rightarrow increase$) から, フロギストンが放出されていることになる ($outp$) .

$(C_1, P_1), (C_2, P_2)$ は攻撃関係の *proof* にあたり, 論証のデータへの妥当性を示すことを求めている .

ここで, C_3, P_4 では, 同一データ ($burn \Rightarrow increase$) から対立する主張 ($outp, \neg outp$) が行われたので, 質問により各論証 C_3, P_4 から議論を派生させる . まず P から C への質問と回答は次のようになる .

$Q_{P \rightarrow C}$ 「なぜ, そのように考えられるのか .」

C_4 「物質の燃焼には酸素の化合が関わっている (*getoxy*) から, そのように考えられる .」

一方 C から P への質問と回答は次のようになる .

$Q_{C \rightarrow P}$ 「なぜ, そのように考えられるのか .」

P_5 「フロギストンの質量は負である (*minus*) から, そのように考えられる .」

C_5 「負の質量を持つ物質など存在しない ($\neg observeminus$) . つまり, フロギストンが負ではありえない ($\neg minus$) .」

K_P, K_C から議論フレームワーク $AF = \langle Arg_P, Arg_C, Atts, Q \rangle$ を構成する . 質問関係は $Q = \{(C_3, P_4)\}$ である . まず, 争点ノードを P_1 とする議論グラフ D を作る . 図 5 にこの議論グラフ D を示す . 質問関係 Q より (C_3, P_4) が D に存在するので, $Judge(P_1, D, Q) = undecided$ となる .

勝敗不定のため Q の各論証 C_3, P_4 へと質問を行い, 新たな議論を派生させる . 図 6 が質問 $Q_{P \rightarrow Q}, Q_{Q \rightarrow P}$ とそこから派生する議論 D_P, D_Q を表している . まず P_4 の保証に対する裏付けを求める質問を作る . それが図 6 における $Q_{P \rightarrow C}$ の $?((burn \Rightarrow increase) \Rightarrow outp)$ である . それに対する回答が $Q_{P \rightarrow C}$ の $A.minus \Rightarrow ((burn \Rightarrow increase) \Rightarrow outp)$ である . この回答を保証とする論証が Arg_P にあるか調べた結果, 存在することがわかる . それを P_5 とする . C_3 についても同様の手続きを行い, 存在する論証を C_4 とする . ここでの過程を図 6 の点線で表している .

P_5 を争点ノードとする議論グラフ D_P を構成すると, D_P における *preferred extension* は $\{C_5\}$ で

あり, かつ質問関係にある論証のペアは存在しない, よって $Judge(P_5, D_P, \emptyset) = lose$ となり, 質問に対して回答失敗となる .

一方, C_4 を争点ノードとする議論グラフ D_C を構成すると, D_C における *preferred extension* は $\{C_4\}$ であり, かつ質問関係にある論証のペアは存在しない, よって $Judge(C_4, D_C, \emptyset) = win$ となり, 質問に対して回答成功となる .

これらの結果より K_P から ($burn \Rightarrow increase$) $\Rightarrow outp$ が削除される . この論理式は $Wrr(P_4)$ であり, この知識ベースの変更により Arg_P から論証 P_4 が削除される . この AF から再構成される議論グラフ D' を図 7 に示す . また, 質問関係の集合は $Q' = \emptyset$ となる .

以上の結果 D' における *preferred extension* は $\{C_1, C_2, C_3\}$ となり $Judge(P_1, D', Q') = lose$, つまり議論者 P の敗北となる .

5 おわりに

本発表では, 質問を用いた議論モデルを提案した . また保証を裏付けるために議論を派生させ, その保証が妥当であるかを示す手続きを示した . これによって論証間の攻撃関係で起こる問題に対して一定の解決を与えることができた .

今後の課題として, 根拠を同一としない論証間のループの解消方法を取り入れることで, より現実的な議論を扱えるように議論モデルを改良し, それを実装することを考えている . また, Toulmin モデルの論証の確かさを扱う限定語の導入についても検討中である .

参考文献

- [1] L.Amgoud, Y.Dimopolos and P.Moraitis: A general framework for argumentation-based negotiation, ArgMAS2007, pp.1-17, 2007.
- [2] L.Amgoud and S.Vesic: Repairing preference-based argumentation frameworks, IJCAI2009, pp.665-670, 2009.
- [3] P.M.Dung: On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games, Artificial Intelligence, 77, pp.321-357, 1995.
- [4] S.Modgil: Reasoning about preferences in ar-

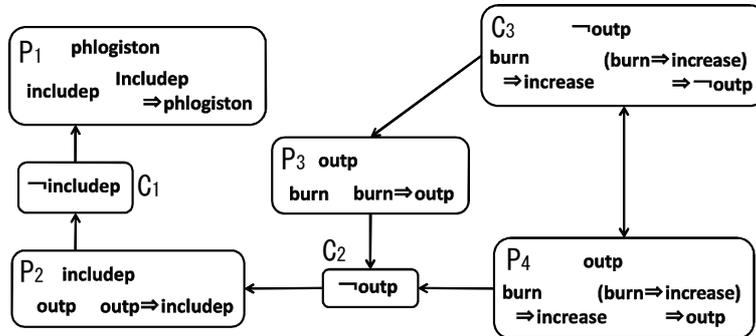


図 5 議論グラフ

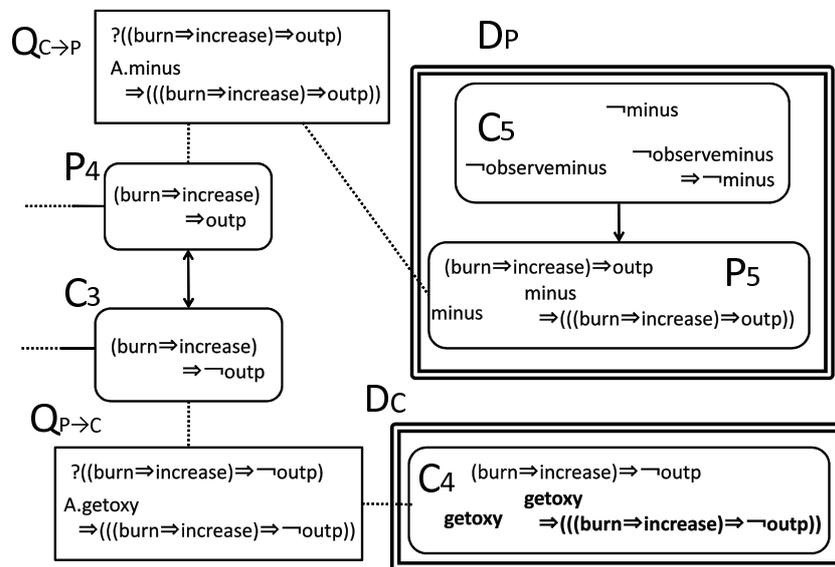


図 6 質問関係と派生議論

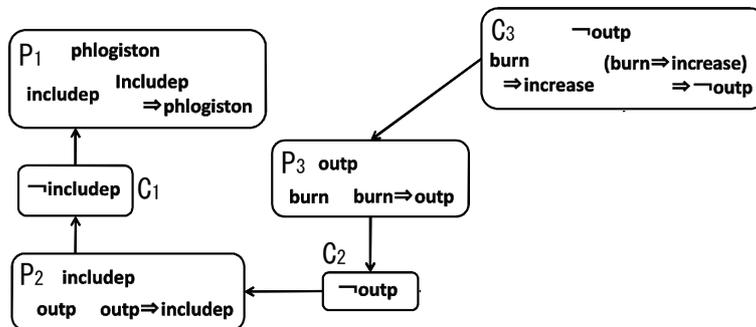


図 7 再構成された議論グラフ

- gumentation frameworks, *Artificial Intelligence*, 173(9-10), pp.901-1040, 2009.
- [5] M.O.Moguillansky, et al.: Argument theory change applied to defeasible logic programming, AAAI2008, pp.132-137, 2008.
- [6] K.Okuno and K.Takahashi: Argumentation system with changes of an agent's knowledge base, IJ-CAI2009, pp.226-232, 2009.
- [7] I.Rahwan, and G.Simari (eds.): *Argumentation in Artificial Intelligence*, Springer, 2009.
- [8] S.E.Toulmin,:The Use of Argument,Cambridge, Cambridge University Press,1958.
- [9] B.Verheij, B. The Toulmin Argument Model in Artificial Intelligence. In [7], 2009.
- [10] 福澤一吉:議論のレッスン, 日本放送出版協会,2002.