

BAF を用いたオンライン議論ツールの 要約支援機能

仁科慧¹ 新田克己^{1,2} 佐藤健²

概要：本報告では、ユーザーがチャット形式のオンライン議論を行うと、Bipolar Argumentation Framework(BAF)を自動表示させる議論支援ツールを提案する。BAF は、意見をノード、意見間の対立関係と意見間の支持関係を表す2種類のリンクで表現し、議論の論理構造を可視化し、議論の妥当性を定義できるダイアグラムである。また、このツールは、BAF が複雑化することへの対策として、2つの要約支援機能を持つ。1つは、理由と結論の関係にある意見をひとまとまりにして、論理構造を明示化する。もう1つは、争点に相当する部分グラフを検出してそれを1つのノードに縮退させてダイアグラムの構成要素を削減する。なお、この削減は、議論の妥当性に变化がないよう行われる。これらの機能が論理構造把握の容易性を確保し、議論の要約を考える支援となるかについての評価も行う。

キーワード：議論教育、オンライン調停、議論ダイアグラム、要約、抽象議論フレームワーク

Summarization function of Online Argumentation Support Tool with BAF

KEI NISHINA^{†1} KATSUMI NITTA^{†1,2}
KEN SATOH^{†2}

Abstract: We propose an argumentation support tool which shows a diagram of Bipolar Argumentation Frameworks (BAFs) when the users have an online text-chat argumentation (BAFs which are defined as a tuple of a set of arguments, an attack relation on the set, and a support relation on the set can visualize logical structure of an argumentation. Its semantics can define the acceptance of each argument).

Furthermore, this support tool has two summarization support functions not to lose visibility of BAFs when they get complicated. First one can detect argument chains whose elements are connected by support links and convert the diagram of BAFs into simplified one of Argumentation frameworks (AFs; AFs are defined as a tuple of a set of arguments, an attack relation on the set). Second one can demonstrate “AF summarization”, which replace the subgraphs of AFs with representative member-arguments of them and the labels representing reliability of the member-arguments. Under certain conditions, AF summarization can preserve the status of the acceptance of each argument defined by AF semantics.

In this paper, we evaluate whether these summarization support functions can secure easiness in grasping logical structure of argumentation and whether they can help to summarize argumentation.

Keywords: Argumentation Education, Online Dispute Resolution, Argument Diagram, Summarization, Abstract Argumentation Frameworks

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染防止のため、多くの会議や授業が非対面のオンラインで行われるようになってきている。これらを行う際には、対面で行う議論と違った不便さ(意見のやりとりが遅くなる、雰囲気を感じ取りにくいなど)を伴う一方で、PC環境を活用した資料の提示や分析結果が閲覧可能で、対立した意見を持った人同士がオンラインで議論したり、複数人でアイデアを持ち寄ってブレインストーミングを行うことが期待されている。このようなオンライン上の議論を効率的に進めるためには、議論支援ツールの利用が有効である。議論支援のツールには、(1)問題点の整理、(2)議論分析と視覚化、(3)代替案の提示、(4)代替案比較と意思決定、などの異なる目的があり、そ

れぞれの目的に応じたさまざまなツールが開発されてきた。この中の「(2)議論分析と視覚化」においては、ダイアグラムやチャートを用いて意見の間の論理的関係を視覚化し、利用する多くの研究がなされてきている。例えば、Toulmin のダイアグラム[1] や Wigmore のチャート[2] は、議論や論争の論理構造を図示し、結論の論理的正当性を検証することが可能である。議論分析フレームワーク SPURI では議論の詳細な論理構造をグラフ化し分析する手法を示している[3]。また LARGO [4]はダイアグラムを利用して法学部の議論のスキル評価を行い、ARGUNAUT [5]はダイアグラムの局所的パターンから議論の状況を分類して教師に情報提供を行う、というように教育分野での支援ツールも開発されている。我々もダイアグラムを利用

¹ 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology
² 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

したオンライン議論システムやそれを支援する機械学習の手法を開発してきており、法科大学院の演習や交渉コンペティションの参加者による評価を受けてきた [6,7,8].

しかし、ダイアグラムやAI技法を利用したこれらのシステムの提案にもかかわらず、システムが必ずしも十分に普及していない。それは、ユーザに支援機能のメリットが理解されていないこと、システムのユーザインタフェースが複雑で使い勝手が良くないこと、課題が難しい議論ではダイアグラムが大きくなって視認性が損なわれることなどが原因と思われる。

また、高度なオンライン議論の支援ツールにおいては論理構造をベースとした議論の支援は最も基本的な機能であるが、それが実用的に使われるためには上記の問題点を解決することが必要である。

そこで、我々はシンプルで使い勝手の良いユーザインタフェースを持ち、ダイアグラムの要約機能により大きなダイアグラムの要部のみを表示する議論支援ツールを開発することを目的とする。このツールは数理議論学で研究されている議論フレームワーク(AF: Argumentation Framework) [9]や双極性議論フレームワーク(BAF: Bipolar Argumentation Framework) [10,11,12]の理論に基づいている。AFやBAFの理論では、議論のダイアグラムに対し、どの論証が成立するかを決定する方法(意味論)が定義されている。さらに、我々が提案した信頼度基準議論フレームワーク(RAF:Reliability based Argumentation Framework) [13,14]を導入して、AFの意味論を保存してダイアグラムの構造を単純化(要約)する方法を述べる。

第2章では支援ツールの関連理論、第3章では支援ツールの機能、第4章では実際の議論データにおけるツールの表示結果について述べる。

2. 関連理論

2.1 AF,BAF,RAF

AF, BAF, RAF について図1を用いて簡単に説明する。AFとは、論証集合と論証間の攻撃関係の2つ組によって定義されるグラフ構造である。図1(a)は2つの論証{a,b}と2つの攻撃関係{(a,b), (b,a)}で構成されるAFである。

このAFにおいて、{a},{b}はいずれも「外部の論証から攻撃されたら、その論証をいずれかの要素が攻撃している」性質と「自分が攻撃している論証」によって攻撃されている論証をすべて含む性質を持つ。これらの性質を持った{a},{b}はおおの「完全拡大」であるという。

図1(b)は3つの論証{a,b,c}と3つの攻撃関係{(a,b),(b,a),(c,a)}から構成されるAFである。

このAFにおいて、{b,c}は「要素が他から攻撃されたらいずれかの要素が攻撃し返している」性質を持つが、aはcから一方的に攻撃されており、攻撃し返していない。このようなとき、{b,c}は完全拡大であるが、{a}は完全拡大では

ない。論証集合が完全拡大になっているときは、その論証集合の要素は議論において負けていないことを表す。完全拡大となる論証集合の中で極小のものを「基礎拡大」とよび、極大のものを「選好拡大」とよぶ。基礎拡大となる論証集合が空集合でない場合、その論証集合は議論の唯一の結論である。完全拡大であり、基礎拡大でない論証集合はその議論の結論となる可能性があるが唯一の結論でない。

BAFとは、論証集合と論証間の攻撃関係に加えて、論証間の支持関係によって定義されるグラフ構造である。図1(c),(d)のように支持関係のリンクを持つBAFは、dからb、eからaには、間接的な攻撃があるため、その扱いの相違からBAFの意味論には複数の提案がある。本研究では、BAFをAF形式のダイアグラム、meta-AFに変換し、このmeta-AFにAF意味論を適用する方法を採用する[12]。Meta-AFとは、元のBAFにおいて、枝分かれのない支持関係で結ばれたノードの連鎖のことをElementary Coalition(EC)という。BAFのすべての論証は、BAFから検出されたいずれかのECに対応づけることが可能である。また、BAFにおいて攻撃関係にある2つの論証x,yがあった場合、xを含むECとyを含むECの間にはEC間の攻撃関係があるものと考えられる。このやり方でBAFの論証を全てECに置き換えると、BAF(=(論証集合, 支持関係の集合, 攻撃関係の集合))はmeta-AF(=(ECの集合, EC間の攻撃関係の集合))に変換することができる。

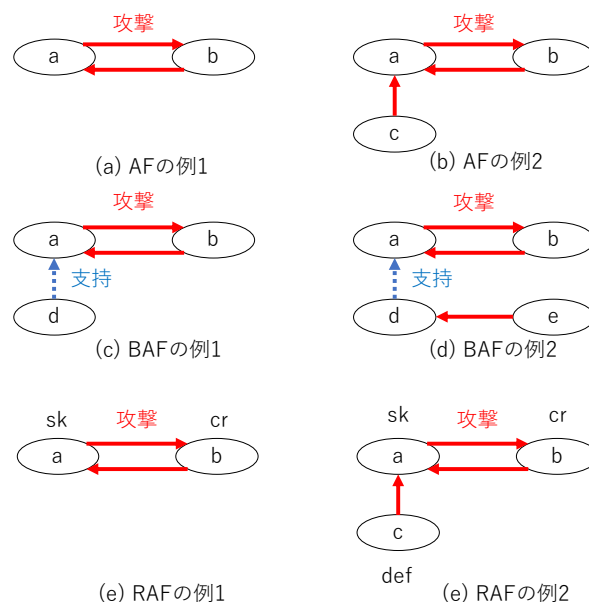


図1 AF, BAF, RAF の例

RAFとは、論証集合と論証間の攻撃関係に加えて、各論証の信頼度情報によって、定義されるグラフ構造である。図1(e),(f)のようにAFの要素に加えて、論証の信頼度のラベルが含まれるRAFの意味論は信頼度と攻撃関係を考慮する。論証cのような信頼度がdefの論証は、意味論を考

えるときにはその存在を無視することができるとみなせるが、論証 b のような信頼度 cr の論証は、それが成立する場合と成立しない場合を分けて意味論を考えなければならない。信頼度が sk の論証 a にとって、信頼度が cr の論証 b からの攻撃は次の 2 通りの解釈がある：1. 信頼度 cr という確かな信頼度を持った論証による有効な攻撃、2. 信頼度 cr という不確かな信頼度を持った論証による無効な攻撃。

このような解釈で論証を評価する基準、意味論を「楽観的 RAF 意味論」とよぶ。また、信頼度が cr の論証からの攻撃を有効とみなし、信頼度が cr の論証は不成立と見なす意味論を「悲観的 RAF 意味論」とよぶ。

2.2 meta-AF の構築

前節で述べたように BAF から EC を検出し、各 EC をノードと考えることで BAF は meta-AF に変換される。EC は単一の論証、または、支持関係で結合された論証の集合である。EC を 1 つのノードに変換することは、支持関係で連結された複数の論証を 1 つの論証に対応させることと解釈すると、BAF を meta-AF に変換することは要約の一種と考えることができる。

このように、BAF を meta-AF に変換した後、次節で紹介するような AF の要約を行う。

2.3 AF の要約

AF 要約をすることとは、AF のある特徴を持った部分グラフ、である房構造を縮退して RAF を作成することである。

(1) 房構造

房構造とは、2 つ以上の論証のノードが含まれ、任意の 2 つの論証間は攻撃関係(攻撃関係の向きは問わない)を介して直接、あるいは間接的に到達可能であり、かつ、局所構造内の任意の根ノード以外の論証は根ノードを介さずに局所構造の外部の論証に到達不可能な構造である。

房構造は議論の中の従となる争点(サブ争点)に関する議論の論理構造に対応するものである(4 章で詳説する)。

図 2 の AF を用いて房構造の例を示すと、この AF 全体(実践枠)が房構造となっており、内部に点線枠で囲まれた房構造を持っている。点線枠で囲まれた左側に注目すると、これは、根ノードを b とする房構造、($\{b, c, d\}, ((c, b), (b, d))$) である(右側は根ノードが e の($\{e, f, g, h\}, ((e, f), (e, g), (f, e), (f, h))$)。この房構造に含まれる任意の 2 ノードは、房構造の攻撃関係のリンク(向きは問わない)を辿って房構造の要素のみを通過して到達可能である。例えば、 d, c 間は、 d から b 、 b から c と移動することで到達可能である。さらに、根ノード b 以外のノード c, d は房構造の外部のノードと攻撃関係を持たない。

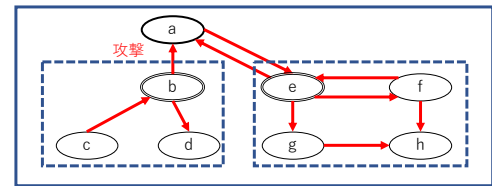


図 2 房構造の例

(2) 房構造の縮退

AF の要約は、その中に存在する房構造に対して、その房構造を 1 つのノード(根ノードとよぶ)に信頼度のラベルを付与したものに置き換える(縮退する)ことである。これは、房構造は議論におけるサブの論点に関する局所的な議論であり、根ノードをその議論の結論に関わる論証と仮定した上で、根ノードと、根ノードの論証が局所的な議論の中でどの程度支持されるかを示す信頼度のラベルで、局所的な議論の結論を表現するという発想に由来する。

具体的には、信頼度ラベル付き房構造の根ノードを残して、その他の房構造のノードとリンクを削除する(縮約とよぶ)。信頼度のラベルは、房構造を縮退する際に、その房構造内の AF 意味の計算を行い、その根ノードが基礎拡大に属するときは信頼度を sk とし、根ノードが基礎拡大には属さないが、いずれかの完全拡大に属するときは信頼度を cr とし、根ノードがどの完全拡大にも属しないときには信頼度を def としている。

この縮退によって、得られた構造に加えて、縮退された房構造に含まれなかったすべてのノードに信頼度 sk を付与することによって、AF 要約が完了し、RAF が得られる。

図 2 の点線枠で囲まれた 2 つの房構造をそれらの根ノード b, e に縮退して得られた RAF を図 3 に示す。 b はそれを根ノードとする房構造において、どの完全拡大にも属さない。また、 e はそれを根ノードとする房構造において、規則台には属さないものの、完全拡大の 1 つ、 $\{e, h\}$ に属している。ゆえに、 b には def 、 e には cr の信頼度のラベルが付与され、 a は縮退対象の房構造には含まれないので、 sk のラベルが付与される。

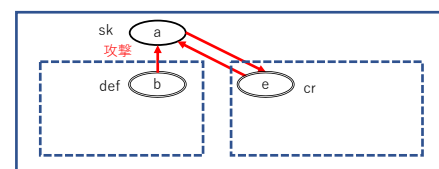


図 3 AF 要約の例

2.4 AF と要約結果の RAF の意味論の保存

AF は、房構造を検出して縮退することで RAF に変換されることを示した。この結果、議論グラフのノードが削減され、議論の視認性が向上したが、一方でグラフの形状が

変化したことにより、議論の結論がどのように変化するかを考察する。

RAF の意味論は信頼度の扱いにより、楽観意味論と悲観意味論があることは 2.2 節で述べたが、AF 意味論と、そこから要約された RAF 意味論の間には以下の 2 つの定理が成り立つ。

[定理 1] AF 中のある論証集合を S とし、「 $S \cap$ 要約結果の RAF の論証集合」なる論証集合を S' とするとき、 S が AF 意味論で完全拡大ならば、 S' は RAF 意味論で楽観完全拡大である。

[定理 2] AF 中のある論証集合を S とし、「 $S \cap$ 要約結果の RAF の論証集合」なる論証集合を S' とするとき、 S が AF 意味論で基礎拡大ならば、 S' は RAF 意味論で悲観基礎拡大である。

定理 1 により、AF の議論グラフにおいて論証集合 S が論破されていないならば、AF を要約しても楽観意味論では S' は論破されていない関係が保存されることを示している。

定理 2 により、AF グラフの論証集合 S が唯一の結論ならば、AF を要約しても S' は悲観意味論での唯一の結論であることが保存されることを示している。

図 2 の AF 意味論において、基礎拡大が $\{c,d\}$ 、完全拡大が $\{a,c,d,f,g\}, \{c,d,e\}, \{c,d\}$ 。図 3 の RAF 楽観意味論において完全拡大は $\{a\}, \{e\}$ となり、RAF 悲観意味論において基礎拡大は $\{\}$ 。

このことを用いて、定理 1 を確認すると、 $S' = \{a\}$ となり、これは RAF 意味論で楽観完全拡大となっている ($S' = \{e\}$ も楽観完全拡大になる)。

また、定理 2 を確認すると、 $S' = \{\}$ となり、これは RAF 意味論で悲観基礎拡大である。

3. オンライン議論支援ツール

本章では我々の開発したオンライン議論支援ツールについて説明する。

3.1 支援ツールの概要

オンライン議論支援ツールは、各ユーザの PC を介して議論サーバに接続して、チャット形式で議論を行うクライアント・サーバーアプリケーションである。議論支援ツールは、この 3 種類のダイアグラムを用いた 2 つの機能（基本機能、要約機能）で議論をサポートする。図 4 は基本機能と要約機能の関係を示している。

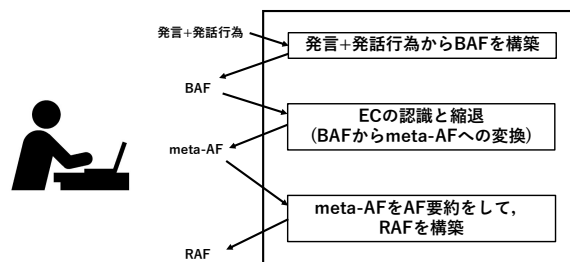


図 4 支援ツールの基本機能と要約機能

3.2 節では、基本機能として、議論のプロトコルに従ってユーザがチャット形式で議論を行い、BAF を自動表示して論理構造をユーザ全員に表示することを説明する。

3.3 節で説明する要約機能では、要約の第 1 段階として BAF から EC を検出して meta-AF のダイアグラムに変換してユーザ全員に表示する。さらに、要約の第 2 段階として、個別のユーザが meta-AF に AF 要約を行い、(元の meta-AF の)結論を保存する RAF のダイアグラム変換する。この RAF は要約レベルを入力したユーザに対してのみ表示される。

3.2 議論支援ツールの基本機能

議論支援ツールの基本機能は、議論の各参加者がチャットインターフェースから、議論プロトコルに従って議論を行う。議論参加者は、発言をする際に発言テキストと発話行為を入力し、その情報から BAF が自動表示される。

(1) 発言入力

ユーザは、チャットインターフェースにおいて、発言者欄に自分の名前、発話行為欄に発言の意図、発言内容欄に意見の内容を入力する。発話行為欄はセレクトメニューになっており、“主張”、“攻撃”、“支持”、“論証を認める”、“質問”、“回答” の 6 種類の中からいずれか一つを選んで発話行為欄に入力を行う。入力が完了したら、“送信ボタン” をクリックすることによって、チャットインターフェースに入力情報が反映され、議論参加者全員に発言内容が共有される。図 5 はコロナウイルス対策としてのロックダウンを行うべきかについての議論を太郎と次郎で行っている途中のチャットインターフェースである。

発言ID: 1

発言者: 太郎

発話行為1: 論証による主張(claim), 関係する発言ID:

発話行為2: none, 関係する発言ID:

発言内容: ロックダウンをコロナ対策として実行するべきだ。

発言ID: 2

発言者: 太郎

発話行為1: 論証への支持(support), 関係する発言ID: 1

発話行為2: none, 関係する発言ID:

発言内容: 感染者数が百人単位で多いまだ。

発言ID: 3

発言者: 次郎

発話行為1: 論証への攻撃(attack), 関係する発言ID: 1

発話行為2: none, 関係する発言ID:

発言内容: ロックダウンは不可能だ。

発言ID: 4

発言者: 次郎

発話行為1: 論証への支持(support), 関係する発言ID: 3

発話行為2: none, 関係する発言ID:

発言内容: 感染者が増加する。

発言ID: 5

発言者: 太郎

発話行為1: 論証間の攻撃関係の追加, 関係する発言ID: (1,3)

発話行為2: none, 関係する発言ID:

発言内容: 発言1は発言3と互角だ

発言者: 太郎

発話行為1: none

関係する発言ID:

発話行為2: none

関係する発言ID:

発言内容:

送信

議論経過を保存して初期化

図 5 チャットインターフェースにおける入力例

(2) 議論プロトコル

議論の各参加者が効率よく議論をすすめるため、議論支援ツールは、議論プロトコルに従って相手の発言に対してどのような発話行為を伴う発言で反応すべきかを推奨する。この推奨と基準となる規則が議論プロトコルで、各発話行為の使用条件を定めるものである。

- 主張**
いつでも使用可能で、使用条件は無い。
- 攻撃、支持**
主張、攻撃、支持、のいずれかの発話行為を伴う発言が少なくとも1つ既に存在している。対象を指定することで攻撃、支持関係が確定する。
- 攻撃関係の追加**
主張、攻撃、支持、のいずれかの発話行為を伴う発言が少なくとも2つ既に存在している。対象となる2つ組を指定することで追加する攻撃関係が確定する。
- 論証を認める、質問**
主張、攻撃、支持、回答のいずれかの発話行為を伴う発言が少なくとも1つ既に存在しており、それを対象とする。
- 回答**
質問の発話行為を伴う発言が既に存在している。

(3) BAF の表示

チャットインターフェースにおいて、発話行為が“主張”、“攻撃”、“支持”、“攻撃関係の追加”の4種のいずれかである入力は、ダイアグラム表示インターフェースによって BAF として自動表示される。図 6 は、図 5 の入力情報を BAF として表示したものを示している。チャットインターフェー

スにおいて指定された発言間の攻撃関係と支持関係が反映された構造を持った BAF となっている。なお、この BAF のノードでは、発言内容の冒頭 10 文字が内部に表示される。

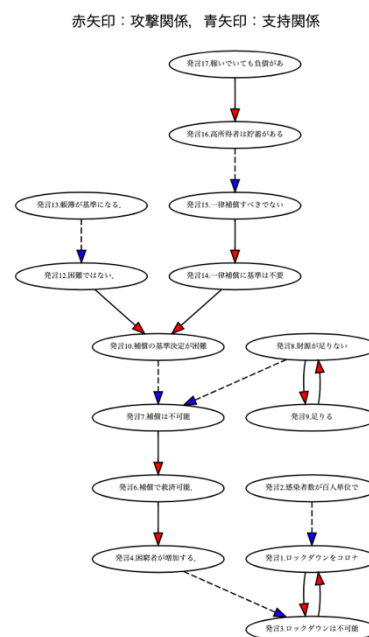
3.3 議論支援ツールの要約機能

チャットインターフェースを介した議論が進行していくにつれて、指定された発言間の攻撃関係と支持関係が反映された BAF は大きく、複雑化していく(図 6)。この状態では、議論全体の論理構造を視覚的に把握するのは困難である。そこで2段階の操作で議論のダイアグラムを要約する。

(1) BAF から meta-AF への変換

第1段階は EC の概念を用いて BAF の中から支持関係で結合された論証の連鎖を1つの EC に置き換えることで、BAF から meta-AF に変換して、ダイアグラム表示インターフェースに表示する。EC は議論で発言された意見に対して、一つの結論を求める論理的推移の過程を整理して表示することによって貢献している。このような meta-AF の表示は議論が進んでいくと同時に、BAF とともにダイアグラム表示インターフェースに自動表示される。図 6 の BAF から EC を検出して meta-AF を構築すると、図 7 のような結果が得られる。ここでは、EC が四角枠のノードで表現されており、内部に BAF の論証を表す楕円枠のノードが存在している。主張の発話行為を伴う発言(“発言 1. ロックダウンをコロナ”)を含む EC は議論の主題にかかわる“主要の EC”として、青枠で表現されている。EC 間の攻撃関係は、BAF のノード間の攻撃関係をそのまま残して表示する形で示している。

議論の論証、論証間の攻撃関係、支持関係から構成される BAF



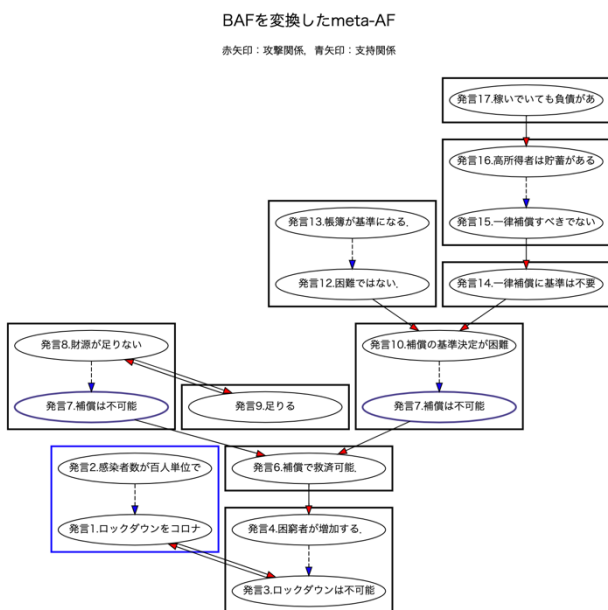


図7 BAFを変換した meta-AF

(2) 房構造の検出と RAF への変換

(1)で述べた EC 検出による meta-AF への変換は、BAF の支持関係に着目して、議論当事者の意見のうち、論理的な支持関係で結びついた一連のものを一つの EC に集約している。しかし、これは意見間の攻撃関係については着目していない。

そこで、第2段階では、第1段階で得られた、AF の形式になって、EC の集合と、EC 間の攻撃関係から構成される meta-AF に対して、AF 要約を行う。AF 要約するために、各議論参加者は個別に AF 要約インターフェースにアクセスして、要約レベルの数値を選択する(図8)。要約レベルとは、AF 要約で縮退される房構造の大きさ(房構造に含まれるノードや攻撃関係の数の多さ)の度合いを意味しており、より大きな数値を選択すれば、より大きな房構造が縮退され、要約結果として得られる RAF がより小さくなる。



図8 AF 要約インターフェース

この AF 要約インターフェースで、要約レベルを選択して、“送信ボタン”をクリックすることで、AF 要約の計算が開始され、計算が終了すると計算が終了したことを伝えるメッセージが表示される。このとき、“要約結果を出力”ボタンをクリックすることで、別タブで RAF 表示インターフェースが表示され、要約結果の RAF が表示される。図9は、図8の画面において要約レベル3を選択した結果得られた、RAF 表示インターフェースに、説明のための EC の ID を追加したものである。ここでは、EC の信頼度に応じた色で内部の論証ノードが色付けされている。信頼度が sk の EC 内の論証ノードは水色、cr の EC 内では黄緑色、def の EC 内では赤色になっている。また、要約によって、削減された EC は点線枠で囲まれていて、内部の論証ノードは黒色になっている。この図9の要約結果は、2つの房構造を縮退した結果得られた：EC4,5を含む房構造1と EC6,7,8,9,10を含む房構造2である。これらの発言内容に注目してみると、房構造1は財源が足りかどうかの対立を表す議論の一部であり、房構造2は補償の基準決定が困難であるかの対立を表す議論の一部となっている。図9の RAF は、この2つの議論の部分を EC4 が(確実ではないものの)信頼できる、EC6 が信頼できないという情報に圧縮して、EC1,2,3,4,6 とそれらの間の攻撃関係と信頼度ラベルによって図7の meta-AF を要約している。

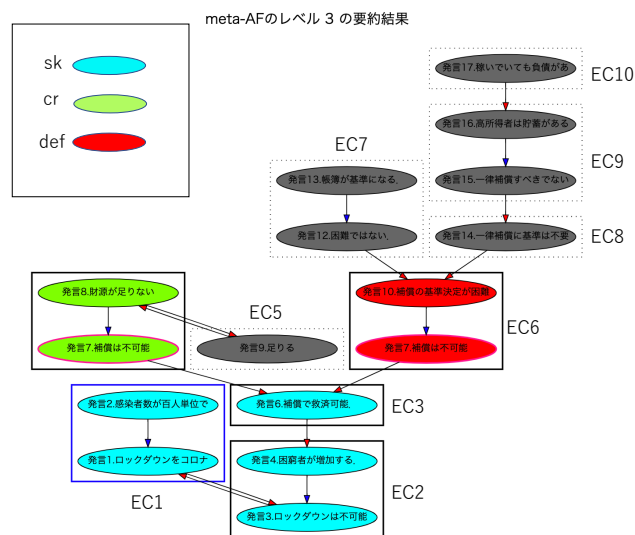


図9 要約結果の RAF

ここまでで、図6のBAFの議論ダイアグラムが、EC 検出による meta-AF 化、AF 要約による RAF 化の2段階の操作を経て要約されたことになる。

4. 支援ツールの実行例

本章では、実際に行われた議論のデータを用いて、我々のオンライン議論支援ツールの要約機能の出力結果について

て説明する．今回，議論の実データとして，大学対交渉コンペの課題を簡略化したものを利用した．この議論は以下のような設定(一部実際の名称を差し替えている)で，議論の参加者はこの設定における R 社，B 社の二手に分かれて会社間の賠償問題について論じる．

[事件の概要]: B 社は携帯電話機製造会社であり，R 社はその部品を製造している．B 社は火災で部品 X を焼失してしまい，B 社の部長は R 社の部長に製品 X を送ってくれるよう電話して応諾を得た．しかし，B 社が作成した注文書には製品 Y と記載されていた．結局，電話の当事者による確認ができなかったため製品 Y が納品されてしまい，B 社は P 社に携帯電話を納品することができなかった．これによって，B 社は，P 社との仲裁手続において損害賠償として，P 社に 3 億 \$ 支払うことが決定した．B 社は X を納品しなかった R 社の債務不履行を訴えており，R 社は契約は Y で成立していたと主張して争っている．

このような背景に従って，ある対戦の議論の一部をチャットインターフェイスに入力して，議論支援ツールが自動表示した BAF, meta-AF(各 EC には説明用の ID が付与されている)が図 10 である．

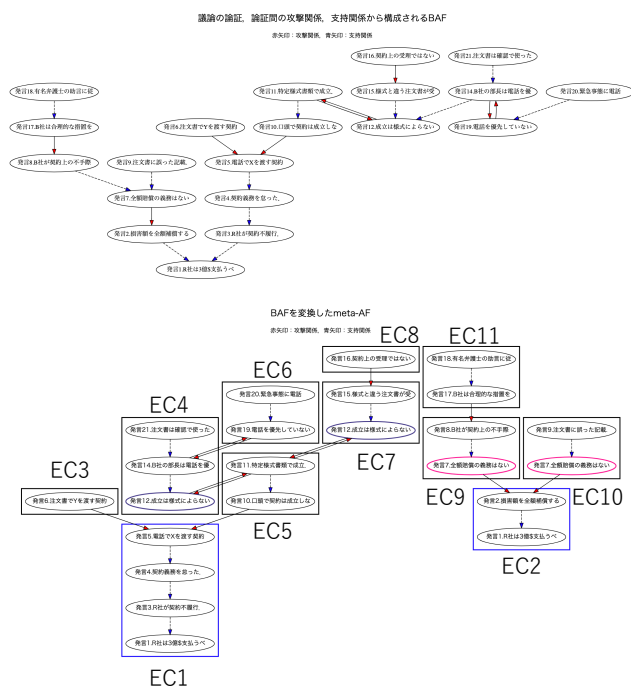


図 10 交渉コンペの議論の BAF と meta-AF

図 10 の BAF に注目すると，“発言 1. R 社は 3 億 \$ 支払うべき．”という B 社のこの議論における最終目標を述べたノードに対して，2 つのノード，“発言 2. 損害額全額補償すべき．”と“発言 3. R 社が契約不履行”による支持がされており，この 2 つのノードに対する是非を問う議論が展開されている．しかし，支持と攻撃が混じった構造になって

おり，20 個のノードと 21 個の攻撃関係と支持関係の 2 種類のリンクが存在している．

一方で，BAF を変換して得られた図 10 の meta-AF の方について考えると，支持関係でつながったノードの連鎖が 1 つの EC にまとめられた結果，ノードの数が 11 個，リンクは攻撃関係のみの 12 個になっていて，BAF からノード数が 9, リンク数も 9 削減されている．この meta-AF を構成する EC の概要は以下の通りである．

EC1. R 社が X を納品する契約が電話で成立したが，R 社が契約不履行をしたため，3 億 \$ 支払うべきだ．

EC2. B 社が被った損害額 3 億 \$ を R 社は補償するべきだ．

EC3. R 社が Y を納品する契約が注文書で成立していた．

EC4. B 社の部長は注文書ではなく，電話を優先した．よって，特定様式の手紙で契約が成立するわけではない．

EC5. 特定様式の手紙の記載内容が契約になるので，口頭で契約は成立しない．

EC6. 緊急事態に電話をしただけで，B 社の部長が電話を注文書より優先してはいない．

EC7. 様式と違う注文書が受理された経緯があるので，特定様式の手紙のみで契約が成立するわけではない．

EC8. 注文書の受理と契約上の受理は違う．

EC9. B 社が契約上の不手際を起こしたので，R 社が全額補償をする義務はない．

EC10. B 社の送った注文書に誤った記載が書かれていたので，R 社が全額補償をする義務はない．

EC11. B 社は有名な弁護士の助言に従ったので，合理的な措置をしたと言える．

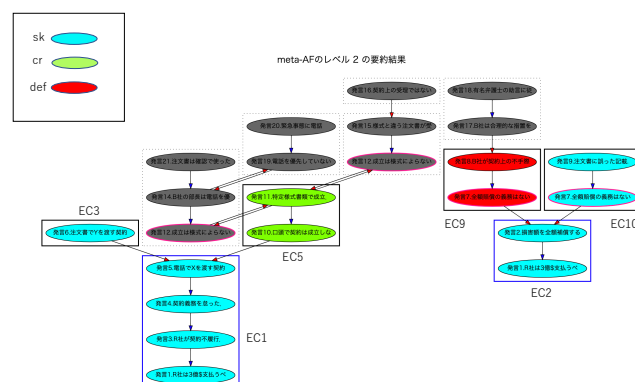


図 11 meta-AF を AF 要約した結果例

次に，図 10 の meta-AF を議論支援ツールで AF 要約させる．図 11 は，RAF 要約インターフェイスにおいてレベル 2 を選択した出力結果に説明のための EC の ID を追加した RAF で，EC1,2,3,5,9,10 とそれらの間の攻撃関係，EC1,2,3,10 が信頼度 sk, EC5 が cr, EC9 が def とする信頼度情報で構成される(黒色のノードを含む点線枠の EC7,8,9,10,11,12 とそれらに関する攻撃リンクは RAF には含まれない)．

これは，元の meta-AF の EC5, EC9 を根とする 2 つの房

構造を縮退する AF 要約によって得られたもので、この RAF のグラフ構造に着目すると、ノードの数が 6 個、攻撃関係のリンクが 4 個のみになっていて、元の meta-AF からノード数が 5、リンク数が 8 削減されたことになる。これは、元の meta-AF、さらにはそもそもの BAF(ノード数 23、攻撃関係と支持関係のリンク数 26)に比べてかなり削減された状態である。

この RAF を構成する EC を示すと、以下の通りである。

EC1. R 社が X を納品する契約が電話で成立したが、R 社が契約不履行をしたため、3 億 \$ 支払うべきだ。

EC2. B 社が被った損害額 3 億 \$ を R 社は補償するべきだ。

EC3. R 社が Y を納品する契約が注文書で成立していた。

EC9. B 社が契約上の不手際を起こしたので、R 社が全額補償をする義務はない。

EC10. B 社の送った注文書に誤った記載が書かれていたので、R 社が全額補償をする義務はない。

次に、図 10 の meta-AF と図 11 の RAF 間で 2.3 節の意味論保存の定理 1,2 が成立するかを確認すると、以下のことから全て成り立つことが確認できる。

meta-AF の意味論

完全拡大: {EC3, 8, 10, 11}, {EC3, 4, 8, 10, 11}, {EC3, 5, 6, 8, 10, 11}

基礎拡大: {EC3, 8, 10, 11}

RAF の意味論

楽観意味論の完全拡大: {EC3, 10}, {EC3, 5, 10}

悲観意味論の基礎拡大: {EC3, 10}

定理 1 の確認の例: $S = \{EC3, 4, 8, 10, 11\}$ とした場合、 $S' = \{EC3, 10\}$ となる。この S' は上記の RAF 意味論によると、楽観意味論の完全拡大となっている。

定理 2 の確認: $S = \{EC3, 8, 10, 11\}$ となり、 $S' = \{EC3, 10\}$ 。

この S' は悲観意味論の基礎拡大である。

以上のように、実際の議論の例に対しても議論支援ツールの要約機能は、BAF から meta-AF、RAF へと変換することによって、グラフ構造の視認性を容易にして、meta-AF と RAF との間に意味論の保存がされていることが確認できた。さらに、要約の最終出力である RAF は議論内容を加味した状況把握についても貢献できる。

5. おわりに

本報告ではオンライン教育において、議論を効率的に進めるため、双極性議論フレームワークに基づく議論構造の視覚化と、意味論を保存しながら議論グラフの要約を行い、グラフの視認性を向上する議論支援ツールの概要を示した。この議論支援ツールは発言間の支持関係と攻撃関係だけに着目し、議論の内容には触れていない。そのため、議論の内容に関わる分析や支援を行うのではなく発言間の論理関係にのみ着目することで、議論全体の結論を導くものである。そのため、どんな議論にも利用できる汎用性を持ち、

ユーザー入力の複雑な条件を持たないシンプルなツールとなっている。

謝辞 本研究は文科省科学研究費基盤 S「裁判過程における人工知能による高次推論支援」、および、電気通信普及財団研究調査助成「AI 技術を用いたオンライン調停 (ODR) 支援システムの基本機能の開発」の助成を受けています。

参考文献

- 1) “S.E.Toulmin, The Uses of Argument, Cambridge University Press, 1958.”
- 2) “P.E. Dunne T.J.M. Bench-Capon(EDS.), Translating Wigmore diagrams, Computational Models of Argument (Proc. COMMA 2006), Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, vol. 144, IOS Press (2006), pp. 171-182”
- 3) “柴田祐介, 山口和紀: 議論分析フレームワーク SPURI, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.3, 1395-1411, 2011.”
- 4) “Pinkwart, N., Aleven, V., Ashley, K., & Lynch, C., Evaluating legal argument instruction with graphical representations using LARGO, 13th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AI-ED 2007), 101-108. Amsterdam: IOS 2007.”
- 5) McLaren, B. M., Scheuer, O., & Mikšátko, J., Supporting Collaborative Learning and e-Discussions Using Artificial Intelligence Techniques., International Journal of Artificial Intelligence in Education. 20(1), 1-46, 2010.
- 6) Takahiro Tanaka, Yoshiaki Yasumura, Daisuke Katagami, Katsumi Nitta: Case Based Online Training Support System for ADR Mediator, ICAIL 2005, 2005
- 7) Shumpei Kubosawa, Youwei Lu, Shogo Okada and Katsumi Nitta, Argument Analysis with Factor Annotation Tool, JURIX 2012, 2012.
- 8) Yuki Katsura, Kei Nishina, Shogo Okada, Katsumi Nitta: Argumentation Support Tool with Modularization Function and Its Evaluation CARE 20
- 9) P.M.Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games, Artificial Intelligence 77, 1995.
- 10) Claudette Cayrol, Marie-Christine Lagasque-Schiex. On the Acceptability of Arguments in Bipolar Argumentation Frameworks, Proc.ECSQARU, 2005.
- 11) Tatsuki Kawasaki, Sosuke Moriguchi, Kazuko Takahashi. Reasoning by a Bipolar Argumentation Framework for PROLEG, LNCS 11717, Springer 2019.
- 12) Claudette Cayrol, Marie-Christine Lagasque-Schiex. Bipolarity in argumentation graphs: Towards a better understanding. International Journal of Approximate Reasoning, 54:876-899, 2013.
- 13) Kei Nishina, Yuki Katsura, Shogo Okada and Katsumi Nitta. Argumentation Support Tool with Reliability-Based Argumentation Framework, LNAI 10091 New Frontiers in Artificial Intelligence pp. 281-297. Springer, 2017
- 14) 仁科慧, 新田克己. AF 意味論に基づく議論記録の要約手法, 人工知能学会全国大会, 2019.