

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500141

研究課題名(和文) 演繹的・発想的・ハイブリッドな議論を行うマルチエージェントシステムに関する研究

研究課題名(英文) A Study on Multi-agent Systems Based on Deductive, Abductive and Hybrid Argumentation

研究代表者

若木 利子 (WAKAKI TOSHIKO)

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：50317369

**研究成果の概要(和文)：**本研究では Caminada のラベリング手法と解集合プログラミングに基づき Dung の議論意味論を効率的に計算する方法の提案，及び，その演繹的議論計算エンジンを実装した。次に事実的知識以外に真偽が未知の仮説を扱う発想的議論フレームワーク(AAF)を提案して所望のゴール論証を AAF において正当化する説明(仮説集合)を発見する方法を提案し，アブダクションと解集合プログラミングに基づき全ての説明を計算する発想的議論計算エンジンを開発した。更にこれらの応用として，AAF に基づく「譲歩と妥協」の新たな交渉の形式化を提案した。最後にプリファレンスや一貫性制約の知識を交渉や議論で扱うことを可能にする PAF (Preference-based Argumentation Framework) の意味論を提案し，これらの提案手法に基づいて電子商取引を行うマルチエージェントの交渉システムを構築した。

**研究成果の概要(英文)：** In this study, first we propose a simple and generic method to compute Dung's various argumentation semantics as deductive argumentation based on Caminada's labeling method as well as Answer Set Programming (ASP). Second, we propose the Abductive Argumentation Framework (AAF) which enables agents to use not only facts but also hypotheses in argumentation or negotiation, and present the method to find out every skeptical (resp. credulous) explanation, i.e. the set of hypotheses needed to skeptically (resp. credulously) justify the argument supporting a disputer's claim under the specified argumentation semantics. Finally, in order to enable agents to use preferences as well as integrity constraints in negotiation such as e-commerce, we present a new approach of preference-based argumentation capturing prioritized logic programming.

交付決定額

(金額単位：円)

|        | 直接経費      | 間接経費      | 合計        |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2008年度 | 1,500,000 | 450,000   | 1,950,000 |
| 2009年度 | 1,100,000 | 330,000   | 1,430,000 |
| 2010年度 | 900,000   | 270,000   | 1,170,000 |
| 総計     | 3,500,000 | 1,050,000 | 4,550,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：議論意味論，演繹的議論，発想的議論，ハイブリッド議論，議論フレームワーク，マルチエージェント，交渉，譲歩と妥協，プリファレンス，一貫性制約

## 1. 研究開始当初の背景

近年，分散コンピュータ・ネットワーク上のマルチ・エージェント(ソフトウェア)に人間の議論に基づく種々の問題解決(例.電

子商取引等の交渉や法廷での論争等)をシミュレートさせる研究が進展しつつある。ここでの中核的技術は，一般に矛盾している知識も対象とする複数人間の議論(argumentation)

という思考メカニズムの理論的な形式化であり、これ迄 Dung の議論意味論や Prakken& Sartor による対話的証明論等の代表的な議論意味論が提案されてきた。他方、これらの意味論に基づき“どの意見(論証)が議論で勝利するか?”の判定に関する種々の演繹的議論の計算手続きが提案されてきた。

人間が行う議論には演繹的議論以外に、“真偽が未知”な仮説的知識に基づく発想的議論が存在するが、これ迄に提案された先行研究の成果は殆どが演繹的議論に関するものであり、発想的議論に関する研究は皆無である。

他方、議論における人間の思考は本質的に非単調である。非単調推論と論理プログラミングの研究分野では約 20 年前より解集合プログラミング(Answer Set Programming, 以後 ASP) が非単調推論を必要とする問題に有用な問題解決パラダイムとして世界的に認知され、ASP プログラムを計算する効率的な ASP ソルバ が数多く開発されている。しかし議論計算や質問評価に ASP を適用する試みは殆どなく、またその応用に ASP を適用する先行研究の試みは存在しなかった。

## 2. 研究の目的

本研究には以下の研究の目的と課題がある。

まず第 1 に演繹的議論について、Dung の 4 種類の各意味論(preferred/ grounded/ stable/ complete)の外延(extensions)を計算する問題の他、2006 年 Caminada により発見された semi-stable semantics の外延計算、及び各意味論における sceptical / credulous な質問評価の計算に関する課題がある。これらの問題の計算量の殆どが NP 完全、no-NP 完全、 $\Pi_2^P$  完全であり、他方、解集合プログラミング(ASP)は NP 完全以上の計算量を要する問題の計算に適している。そこで ASP を適用してこれらの議論意味論を計算する方法を提案する。

第 2 に、しばしば電子商取引での「売り手対 買い手」の交渉(negotiation)や、法廷での「弁護士 対 検事」の論争等の場面において、論争者の所望のゴールを結論とする意見が、交渉や論争の議論で勝利できるような仮説を発見したいというニーズがある。これは、演繹的議論で用いる“真”である事実的知識以外に、“真偽が未知”な仮説的知識をも用いた発想的議論となる。本研究では提案者の所望の結論を主張する論証が議論で正当化されるための説明(仮説集合)、或いは反論者が所望する論証を議論で却下するための仮説発見の方法を提案し、提案手法に基づく発想的議論計算エンジンを開発する。

第 3 の課題として、上記の演繹的・発想的議論の方法に基づき「かけひき」等を含む交渉(negotiation)の基本的アルゴリズムを確立し、電子商取引や法廷での論争を行うマルチエージェントの応用システムを構築する。更

に演繹的・発想的議論を用いた交渉システムに関する性能と有用性等の評価を行う。

第 4 の課題として、議論は情報の専門家が行うとは限らないので、議論の自然言語での入力や解析を可能にする“自然言語による議論分析のための GUI 入力インターフェース”に関する研究開発を行う。

第 5 の課題として、議論における画一的対話的証明論が意味論の下でより多様で豊かな証明論となることが期待されるので、証明論と意味論の hybrid な議論の構成方法を研究する。

## 3. 研究の方法

(1) ASP による Dung の議論意味論の計算に関する研究と議論計算エンジンの開発

①Caminada は議論フレームワーク(AF)をグラフ表現し、各節点の論証に in, out, undec の 3 種類のラベルを付与する labellings の手法を用いて Dung の 4 種類の議論意味論とそれらの外延(extensions)が定義できることを示した。本研究では Caminada の reinstatement labellings を ASP の論理プログラムで表現する。特に preferred / grounded 意味論の外延計算では極大元、極小元の labellings を算出する計算が必要になるが、これについては研究代表者が過去に極小限定の極小モデルを ASP を用いて計算した方法を適用する。

②①の提案手法に基づき演繹的議論計算エンジンを ASP ソルバ dlv を用いて実装、提案手法の正当性検証と性能評価を行う。

(2) 発想的議論の形式化研究と発想的議論エンジンの ASP による開発

①本研究では、議論や交渉するエージェントは事実的知識以外に真偽が未知の仮説的知識を持つと想定し、事実的知識に加えて仮説的知識も扱えるよう Dung の議論フレームワークを拡張した“発想的議論フレームワーク(AAF)”を定義する。そして AAF の枠組みに基づいて論争者の所望の結論の意見(論証)が議論で正当化されるための仮説集合としての説明(explanation)、或いは論争相手の所望する意見(論証)が議論で却下されるための仮説集合としての反説明(anti-explanation)とその形式化を提案する。

② ①で形式化した提案者の説明や反論者の反説明の計算については、(1)の演繹的議論を ASP で計算する研究成果、及びアブダクションの理論と ALP(発想的論理プログラミング)の技術を適用した方法を提案する。さらに提案手法に基づき ASP ソルバ dlv を用いて、上記②の説明と反説明を計算する発想的議論計算エンジンを実装して、性能評価や正当性・有用性の評価を行う。

(3) マルチエージェントの交渉システムの構築  
電子商取引を行う売り手や買い手は Dung の議論フレームワークで想定しないプリファレ

ンスや一貫性制約, 仮説的知識を用いて交渉している。また現実の売り手と買い手の売買では仮説(仮定)を想定した議論や「かけひき」を含む交渉を行っている。本研究では(1), (2)の演繹的・発想的議論の研究成果を用いて電子商取引を行うマルチエージェントの交渉システムのアルゴリズムを検討し, 分散コンピュータネットワーク上で実装・評価する。

#### (4) 自然言語による議論分析のための GUI 入力インターフェースに関する研究

近年, 自然言語の論争や議論を GUI 上にグラフ表現して議論分析支援や分析結果を AML 言語の XML 文書として出力する Araucaria ツールが開発されている。しかし Araucaria では日本語に対応していない。本研究では日本語対応の議論分析・支援ツールの開発, 及び GUI 入力インターフェース等を検討する。

#### (5) hybrid 議論の方法の提案と実装・評価

ASP やニューラルネットワークに基づき意味論で議論計算を行う意味論的方法と対話的証明論の証明論的方法を組み合わせた hybrid 議論の構成方法について研究する。

## 4. 研究成果

### (1) 議論意味論の ASP による計算と議論計算エンジンの研究開発 (文献[6])

議論フレームワーク AF は  $(Ar, def)$  で与えられる。ここで  $Ar$  は論証集合,  $def$  は  $Ar$  上の攻撃関係 ( $def \subseteq Ar \times Ar$ ) である。Dung の議論意味論は受理可能性に基づく単調関数  $F: 2^{Ar} \rightarrow 2^{Ar}$ ,  $F(S) = \{A \mid \text{論証 } A \text{ は } S \text{ に関して受理可能}\}$  を用いて, complete/ preferred/ grounded/stable の各意味論別に定義される外延 (extensions) の集合でそれぞれの意味論が与えられる。

他方, Caminada は  $AF = (Ar, def)$  をグラフ表現した議論グラフの各節に in, out, undec のラベルを付ける reinstatement labelling  $L$  を提案し, complete extension  $E$  と labelling  $L$  について  $E = \{a \mid L(a) = in\}$  の 1-1 対応を示した。本研究では AF と labelling  $L$  を以下 1~5 のルールからなる NLP の論理プログラム  $\Pi$  で表現した。

1.  $ag(a) \leftarrow,$  for  $\forall a \in Ar,$
2.  $def(a, b) \leftarrow,$  for  $\forall (a, b) \in def,$
3.  $in(X) \leftarrow ag(X), not\ ng(X),$   
 $ng(X) \leftarrow in(Y), def(Y, X),$   
 $ng(X) \leftarrow undec(Y), def(Y, X),$
4.  $out(X) \leftarrow in(Y), def(Y, X),$
5.  $undec(X) \leftarrow ag(X), not\ in(X), not\ out(X).$

更に  $\Pi$  の解集合の中で in のアトムが極小(極大)になる解集合のみを解集合として持つように  $\Gamma, \mathcal{E}_{pr}, \mathcal{E}_{gr}$  のルール集合(文献[3])を定義, 他方, undec のアトムが極小となるよう  $\mathcal{E}_{semi}$  のルール集合を定義して  $AF = (Ar, def)$  から以下の変換プログラム  $tr$  を意味論別に定義した。

- $$tr[Ar, def, complete] = \Pi,$$
- $$tr[Ar, def, stable] = \Pi \cup \{\leftarrow undec(X)\}.$$
- $$tr[Ar, def, preferred] = \Pi \cup \Gamma \cup \mathcal{E}_{pr}$$

$$tr[Ar, def, grounded] = \Pi \cup \Gamma \cup \mathcal{E}_{gr},$$

$$tr[Ar, def, semistable] = \Pi \cup \Gamma \cup \mathcal{E}_{semi}$$

これらの NLPs に関して次の定理が成り立つ。以後,  $Sname$  は Dung の任意の意味論名を表す。

#### 定理 1 [6] (健全性/完全性定理)

議論フレームワーク  $AF = (Ar, def)$  が与えられている。AF の  $Sname$  意味論の extension  $E$  が存在するならば  $M = \{in(a) \mid a \in E\}$  なる NLP  $tr[Ar, def, Sname]$  の解集合  $M$  が存在する。逆に  $tr[Ar, def, Sname]$  が解集合  $M$  を持つならば  $E = \{a \mid in(a) \in M\}$  は  $Sname$  意味論の extension である。

#### 定理 2 [6] (質問応答) 質問論証 $a \in Ar$ について,

-  $tr[Ar, def, Sname] \cup \{\leftarrow in(a)\}$  が矛盾。

iff  $a$  は  $Sname$  意味論で sceptically に正当化。

-  $tr[Ar, def, Sname] \cup \{\leftarrow not\ in(a)\}$  が無矛盾。

iff  $a$  は  $Sname$  意味論で credulously に正当化。

上記の定理に基づき, Dung の議論意味論, 及び semi-stable 意味論とそれらに関する質問応答を計算するツール CompArg [6] を ASP ソルバ: dlv と C 言語を用いて開発し, Web 上に公開した。図 1 に CompArg の実行例を示す。

```
C:\workspace>Comp_Arg_in.exe sample.txt -complete -preferred -gro
*****Complete Extension*****
{a, d}
{a, c}
{a}
%%%Sceptically Query Evaluation%%
[a] is sceptically justified.

*****Preferred Extension*****
{a, d}
{a, c}
%%%Sceptically Query Evaluation%%
[a] is sceptically justified.

*****Grounded Extension*****
{a}
%%%Sceptically Query Evaluation%%
[a] is sceptically justified.
```

図 1 演繹的議論計算エンジン CompArg の実行例

### (2) 発想的議論の形式化研究と発想的議論エンジンの ASP による開発 (文献[2])

本研究では議論や交渉するエージェントが持つ事実的知識と仮説的知識をそれぞれ拡張論理プログラム(ELP)の  $P, H$  で表現し, それらの対である発想的プログラム  $\langle P, H \rangle$  でエージェントの知識ベースを構成する。この時, 発想的議論の問題は以下で定義される。

【問題】 所与の発想的知識ベース  $\langle P, H \rangle$  において  $Sname$  意味論が指定されている。この時, ゴールリテラル  $G$  に関して,

(i)  $G$  を結論を持つゴール論証  $Ag \in \text{Arg}_{SPUH}$  が  $AF_{PUE} = (\text{Arg}_{SPUE}, \text{attack}_{PUE})$  で sceptically に正当化(or 却下)されるような(極小の)説明  $E (E \subseteq H)$  を求めよ。

(ii)  $G$  を結論を持つゴール論証  $Ag \in \text{Arg}_{SPUH}$  が  $AF_{PUE}$  で credulously に正当化(or 却下)されるような(極小の)説明  $E \subseteq H$  を求めよ。

本研究では  $PUH$  から構成される論証  $Ag \in \text{Arg}_{SPUH}$  を発想的論証と称し,  $E \subseteq H$  に属する仮説で  $\text{Arg}_{SPUE}$  の全ての論証を active にするのに必要でないものが存在する時, そのような  $E$  を冗長, そうでなければ非冗長と定義した。そして非冗長な  $E$  に関する  $\text{Arg}_{SPUE}$  とそ

の上の関係(攻撃関係)との対  $AF_{P_{UE}} = (Args_{P_{UE}}, attack_{P_{UE}})$  を発想的議論フレームワーク(AAF)と定義し、ゴール論証が  $AF_{P_{UE}}$  で sceptically に正当化されるとき、そのような  $E \sqsubseteq H$  を「sceptical な説明」、他方、ゴール論証が  $AF_{P_{UE}}$  で credulously に正当化されないとき、そのような  $E \sqsubseteq H$  を「credulous な反説明」と定義した。提案者には「sceptical な説明」が、反論者には「credulous な反説明」が必要になる。

【例】以下の知識が存在し「プロジェクトは終了するか?」が問題になっているとする。  
 《事実的知識》一般に部品が到着して代金が支払われていればプロジェクトは終了する。Jack が働くことが無ければプロジェクトは終了しない。Mary が働けば Jack は働く。祝祭日にプロジェクトが実施されるならば Jack は働かない。

《仮説的知識》「部品の到着」、「代金の支払い」、「Mary が働く」、「祭日にプロジェクトが実施される」ことは不明なので、これらが仮説的知識となる。

これらを発想的プログラム  $\langle P, H \rangle$  で表現する。  
 $P:$   $fin(pro) \leftarrow arr(p), pay(m), not\ fin(pro).$   
 $\quad \neg fin(pro) \leftarrow not\ w(j).$   
 $\quad w(j) \leftarrow w(ma), \quad \neg w(j) \leftarrow h(p).$

$H:$   $arr(p), pay(m), w(ma), h(p).$   
 この時、プロジェクトリーダーが所望する「プロジェクトが終了する( $fin(pro)$ )」を結論に持つ論証は  $P$  から構成すらできない。他方、彼のマネジャーは「プロジェクトは終了しない」と考え、実際  $P$  の知識から  $\neg fin(pro)$  の結論の論証 [ $\neg fin(pro) \leftarrow not\ w(j)$ ] を作成できる。そこでプロジェクトリーダーが所望の  $fin(pro)$  を結論に持つ論証が議論で正当化される為、どの仮説が将来、事実になればよいか? を知りたいというニーズがある。この問題の場合、preferred 意味論の下で、sceptical な説明  $E = \{arr(p), pay(m), w(ma)\}$  が存在すれば、リーダーが望む論証、 [ $fin(pro) \leftarrow arr(p), pay(m), not\ fin(pro); arr(p); pay(m)$ ] が active になり、かつ議論でも sceptically に当該論証を正当化できる。 □

本研究では、提案者が所望する「sceptical な説明」と反論者が所望する「credulous な反説明」の計算方法を提案、更に提案手法に基づき、(1)の研究で開発したツール CompArg を用いて発想的議論エンジン: compAbdArg を実装した(文献[2])。図 2 にツール CompAbdArg[24]の実行例を示す。

### (3) マルチエージェントの交渉システムの構築 (文献[1])

議論に基づくマルチエージェントの交渉の方法を提案することを目的として、本研究では売り手と買い手の二人のエージェントからなる「PC のハードデスク売買」に関する電子商取引の問題(C. Sakama 著, DALT 2008 に掲載)

```

C:\VargAbduction>compAbdArg.exe kb4.txt [finish(project)] -qa se
***** Skeptical Explanation *****
=== for [finish(project)<-arrive(parts),pay(money),not -finish(project); arrive(
(parts)<-; pay(money)<-] ===
[arrive(parts), pay(money), work(mary)] skeptical explanation
NumberOfExplanation : 1

C:\VargAbduction>compAbdArg.exe kb4.txt [finish(project)] -qa ce
***** Credulous Explanation *****
=== for [finish(project)<-arrive(parts),pay(money),not -finish(project); arrive(
(parts)<-; pay(money)<-] ===
[arrive(parts), pay(money), holiday(project)]
[arrive(parts), pay(money)]
[arrive(parts), pay(money), work(mary)]
[arrive(parts), pay(money), holiday(project), work(mary)]
credulous explanations
NumberOfExplanation : 4

C:\VargAbduction>compAbdArg.exe kb4.txt [finish(project)] -qa cae
***** Credulous anti-Explanation *****
=== for [finish(project)<-arrive(parts),pay(money),not -finish(project); arrive(
(parts)<-; pay(money)<-] ===
[holiday(project)]
[work(mary)]
[holiday(project), work(mary)]
credulous anti-explanations
NumberOfExplanation : 4
  
```

図 2. 発想的議論計算エンジン CompAbdArg の実行

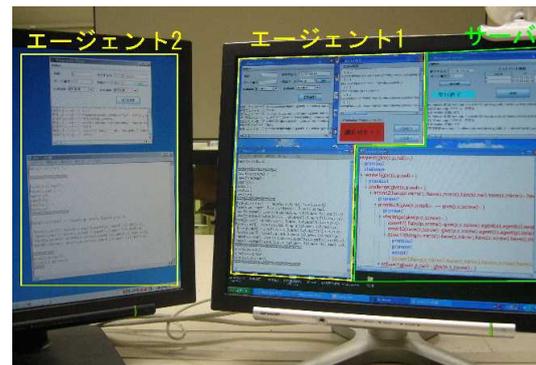


図 3. 電子商取引を行うマルチエージェントシステム

を検討した。この問題では各エージェントは、ルール間の優先情報(プリファレンス)、一貫性制約、仮説的知識を ELP で表現した知識ベースに持っている。坂間等の ASP の帰納推論に基づく交渉のアプローチではエージェントの知識が矛盾する場合に適用できない。本研究ではプリファレンス、一貫性制約、仮説的知識の知識も扱いつつ、矛盾した知識も使用可能な議論に基づく交渉の方法として、「譲歩と妥協」を(2)の発想的議論の方法を用いて形式化を行った。さらに当該提案手法に基づき、(2)の研究で開発した発想的議論計算エンジン CompAbdArg と JAVA 言語を用いて、上記の電子商取引を行うマルチエージェントシステム[23]を構築し性能評価をした(図 3 参照)。

ところでプリファレンスを扱う議論フレームワーク(Preference-based Argumentation Framework, 以後 PAF)については 2002 年に Amgoud らが提案した方法が世界的に議論研究者により受け入れられていた。しかし、IJCAI2009 の国際会議にて Amgoud 自身により、「2002 年に Amgoud が提案したプリファレンスを議論で扱う PAF の意味論では外延(extension)が conflict-free である性質が保証されない」という技術的問題点が発表された。本研究では議論や交渉を行うエージェントの知識にプリファレンスや一貫性制約を想定しているため、これらを議論フレームワークで扱う PAF や CAF (Constrained Argumentation Framework) において、extension の conflict-free 性が保証される

PAF や CAF の意味論が必要になる。Amgoud のプリファレンスを扱う PAF のアプローチは以下の(a)であるが、本研究では(b)のアイデアに基づく意味論を提案した(文献[1])。

- (a) プリファレンス付き議論フレームワーク PAF=(A, R, ≤)において(B,A)∈R, かつ (B,A)∈≤の時, (即ち優先度の低い論証 B から優先度の高い論証 A への攻撃が存在する場合), そのような攻撃を削除した攻撃関係 R' (即ち, (B,A)∉R') を用いた改訂議論フレームワーク AF'=(A, R')の extensions により PAF の意味論を与える。
- (b) PAF=(A, R, ≤)が与えられた時, AF=(A, R) の Extensions を先ず求め, それらの中から優先関係≤のプリファレンス情報を用いて最も望ましい Extension を P-extension として算出し, そのような P-extensions により PAF の意味論を与える。

このような(b)のアプローチによる P-extension では conflict-free 非保障の問題は発生しない。本研究では(b)に基づいた抽象 PAF と非抽象 PAF および非抽象 CAF の新意味論を提案した(文献[1])。抽象 PAF については, (1)の研究成果であるツール CompArg を用いて PAF 議論計算エンジン[20]を実装し, Web 上で公開している。

#### (4)自然言語による議論分析のための GUI 入力インターフェースに関する研究

日本語対応の議論・分析支援ツール JAraucaria (図4)を開発した。更に (1)の CompArg を用いて ELP/EALP 上の議論計算エンジンを開発, 本ツールに統合し, 日本語の議論の議論判定も JAraucaria 上で計算可能になった[22, 25, 26]。

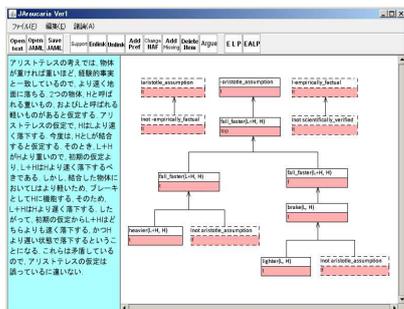


図4. JAraucaria の GUI インターフェース

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 17 件)

(1) ジャーナル論文等 (計 8 件) (査読有り)

- [1] Toshiko Wakaki: Preference-based Argumentation Capturing Prioritized Logic Programming: Argumentation in Multi-Agent Systems, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 6614, pp.306-325, Springer, 2011.
- [2] Toshiko Wakaki, Katsumi Nitta and Hajime

Sawamura: Computing Abductive Argumentation in Answer Set Programming, Argumentation in Multi-Agent Systems, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 6057, pp. 195-215, Springer, 2010.

- [3] Safia Abbas and Hajime Sawamura: Argument Mining from RADB and Its Usage in Arguing Agents and Intelligent Tutoring System, Innovations in Multi-Agent Systems and Applications, Studies in Computational Intelligence, Vol. 310, pp. 113-147, Springer, 2010.
- [4] 沢村 一: 数理議論学の発展 — 動向と今後の展望 —. 人工知能学会誌, 25 巻 3 号, pp. 408-418, 2010.
- [5] 沢村 一: 計算論的議論の応用. 日本知能情報ファジィ学会誌「知能と情報」, Vol. 22, No. 3, pp. 303-312, 2010.
- [6] Toshiko Wakaki, and Katsumi Nitta, Computing Argumentation Semantics in Answer Set programming, New Frontiers in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence Vol. 5447, pp. 254-269, Springer, 2009.
- [7] Taichi Hasegawa, Safia Abbas and Hajime Sawamura: Syncretic Argumentation by Means of Lattice Homomorphism, Proc. of 12th International Conference (PRIMA 2009), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5925, pp. 159-174, Springer, 2009.
- [8] Shusuke Kuribara, Safia Abbas, and Hajime Sawamura, Applying the Logic of Multiple-Valued Argumentation to Social Web: SNS and Wikipedia, Proc. of 11th Pacific Rim International Conference on Multi-Agents, PRIMA 2008, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 5357, pp. 251-258, 2008.

(2) 国際会議論文 (計 9 件) (査読有り)

- [9] Yuichi Seino, Takeshi Hagiwara and Hajime Sawamura: Towards Argument Mining, International Conference on Data Engineering and Internet Technology (DEIT 2011), pp. 27-34, IEEE, 2011.
- [10] Hiroyuki Kido, Masahito Kurihara, Daisuke Katagami, Katsumi Nitta: Formalizing Dialectical Reasoning for Compromise-Based Justification, Proc. of 3rd International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2011), pp. 355-363, 2011.
- [11] H. Kido, K. Nitta: Practical Argumentation Semantics for Socially Efficient Defeasible Consequence", Proc. of 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2011), 2011.
- [12] Toshiko Wakaki: Preference-based Argumentation Capturing Prioritized Logic

- Programming: Proc. of Seventh International Workshop on Argumentation in Multi-Agent Systems (ArgMAS2010), pp. 211-228, 2010.
- [13] Taichi Hasegawa and Hajime Sawamura: Syncretic Argumentation for Multi-Agents by Lattice Homomorphism and Fusion (Extended Abstract) Proc. of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS2010), pp. 1595-1596, 2010.
- [14] Y. Ogata, D. Katagami and K. Nitta: Advisory Function of an Argumentation Education Support System, Proceedings of Juris Informatics 2010, (JURISIN 2010), 2010.
- [15] Toshiko Wakaki, Katsumi Nitta and Hajime Sawamura: Computing Abductive Argumentation in Answer Set Programming, Proc. of Sixth International Workshop on Argumentation in Multi-Agent Systems (ArgMAS 2009), pp. 189-206, 2009.
- [16] Taichi Hasegawa and Hajime Sawamura: Syncretic Argumentation by means of Lattice Fusion, Proc. 3rd Int. Workshop on Juris-Informatics (JURISIN2009), pp.49-60, 2009.
- [17] Toshiko Wakaki and Kstaumi Nitta, Computing Argumentation Semantics in Answer Set Programming, Proc. 2nd International Workshop on Juris-Informatics (JURISIN 2008), pp.32-41, 2008.
- [学会発表] (計 15 件)  
《査読有り》
- [18] 龍沢昌宏, 若木利子: 価値に基づく議論フレームワークの新意味論の提案, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2010 (JAWS2010), 7 ページ, 2010.10(北海道)
- [19] 木藤浩之, 新田克己: 正当化されたパレート最適性の議論意味論と対話的証明論に向けて, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2010 (JAWS 2010), 7 ページ, 2010.10(北海道)
- 《査読無し》
- [20] 永吉信雄, 若木利子: プリファレンス付き議論フレームワーク PAF の ASP による議論意味論計算, 情報処理学会第 73 回全国大会, 1R-9, pp. 2-243-2-244, 2011.3(東京工業大学)
- [21] 龍沢昌宏, 若木利子: 議論フレームワークにおける stage 意味論の解集合プログラミングによる計算, 情報処理学会第 73 回全国大会, 1R-8, pp. 2-241-2-242, 2011.3(東京工業大学)
- [22] 礪本浩希, 白土和弘, 若木利子: 日本語対応議論分析ツール JAraucaria と EALP 上の議論計算エンジンの統合, 平成 22 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, D-8-2, pages 63, 2011.3(東京都市大学)
- [23] 関口知之, 若木利子: 発想的議論を用いた譲歩と妥協の形式化に基づくエージェント間交渉, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2V-5, pp. 2-337-2-338, 2010.3(東京大学)
- [24] 淡嶋綾子, 若木利子: 解集合プログラミングによるアブダクションを用いた発想的議論の計算, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2Z-3, pp. 2-761-2-762, 2010.3(東京大学)
- [25] 深山竜太, 龍沢昌宏, 若木利子: 多値論理 EALP の知識表現による一貫性制約を用いた議論の意味論の計算, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2Z-1, pp.2-757-2-758, 2010.3(東京大学)
- [26] 宮嶋徹, 若木利子: 論証ダイアグラムの分析と議論計算を統合した JAraucaria ツールの開発, 情報処理学会第 72 回全国大会発表, 1W-8, pp. 2-433-2-434, 2010.3(東京大学)
- [27] 龍沢昌宏, 若木利子: 価値に基づく議論の解集合プログラミングによる計算, 情報処理学会第 72 回全国大会, 2Z-2, pp. 2-759-2-760, 2010.3(東京大学)
- [28] 白土和弘, 若木利子: 議論に基づく交渉 - 譲歩と妥協の形式化 -, 平成 21 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, D-8, pages 174, 2010.3(東京電機大学)
- [29] 関口知之, 大久保崇行, 若木利子: 議論に基づく交渉システムの実装, 情報処理学会第 71 回全国大会, 2R-6, pp. 2-191-2-192, 2009.3(立命館大学)
- [30] 納田憲一, 若木利子: 動的セマンティック Web 推論呼び出しを行う議論エージェントシステム, 情報処理学会第 71 回全国大会, 1R-4, pp. 2-169-2-170, 2009.3(立命館大学)
- [31] 吉田康二, 浅野裕子, 若木利子: 日本語版 Araucaria の開発 ~自然言語議論の分析と議論計算機能の実現~, 平成 20 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会第 14 回講演論文集, D-8, p.161, 2009.3(東京電機大学)
- [32] 関口 知之, 若木 利子: 動的プリファレンスを扱う議論エージェントシステムの構築, 電子情報通信学会研究報告(信学技法), AI2008-3, pp. 15-20, 2008.6(関西学院大学)
- [その他] ホームページ等  
<http://www.ailab.se.shibaura-it.ac.jp/compARG.html>  
[http://www.ailab.se.shibaura-it.ac.jp/compPAF\\_J.html](http://www.ailab.se.shibaura-it.ac.jp/compPAF_J.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

若木 利子 (WAKAKI TOSHIKO)  
芝浦工業大学・システム理工学部・教授  
研究者番号: 50317369

### (2) 研究分担者

- ・澤村 一 (SAWAMURA HAJIME)  
新潟大学・自然科学系・准教授  
研究者番号: 40282991
- ・新田 克己 (NITTA KATSUMI)  
東京工業大学大学院・総合理工学研究科・教授  
研究者番号: 60293073