情報処理学会論文誌 Vol. 52 No. 3 1395–1411 (Mar. 2011)

議論分析フレームワークSPURI

柴 田 裕 介[†1] 山 口 和 紀[†2]

本論文では，命題の是非を論争するタイプの議論を分析するための新しいフレームワーク SPURI を提案する．SPURI は，従来，議論の支援を第 1 の目的に研究されていた議論フレームワークを，議論の分析という観点から活用することで，議論の論理的構造に着目した分析手法を提案するものである．SPURI が従来の議論フレームワークと異なる特徴として，議論を発言の繰返しとしてとらえることで議論の展開過程を表現したこと，議論の論理構造を巨視的に把握するための論を導入したこと，記述力と推論力のバランスの良い DAG に近いグラフ構造を採用したことがあげられる．また，SPURI は意味論を定義しており，主張の是非を推論することができる．SPURI による分析の実用性を確かめるために，対面で厳密な論証を行う法制審議会と，オンラインで意見を交わす SNS フォーラムの 2 つのタイプの異なる実際に行われた議論を対象に SPURI を適用し分析した．その結果，いずれの場合も議論の争点は何か，議論が十分尽くされてない論点は何か，議論の流れを転換した発言は何か，議題に賛成（反対）している発言者は誰かがなどが抽出でき，議論の内容とも合うものであった．これらの分析は従来研究の手法では困難であったものである．これは，特定の議論様式（対面，オンラインの区別），議論の厳密さの程度にかかわらず SPURI が活用できることを示しており，SPURI の優位性・実用性が明らかになった．

SPURI: Argument Analysis Framework

Yusuke Shibata[†1] and Kazunori Yamaguchi[†2]

In this paper, we propose a new argumentation framework SPURI for analyzing arguments. SPURI employs an argumentation framework whose primary objective was to support discussion, for analyzing arguments focusing on the logical structure of them. The DAG-like graph structure of SPURI has sufficient expressive power but still allows efficient inference on the justification of the final arguments. In order to confirm the validity of the analytic functions of SPURI, we conducted two experiments on legislative council arguments where the discussion was carried out in a formal face-to-face way and SNS forum arguments where the discussion was carried out asynchronously without arbitration. The results showed, in both cases, that the analyses by SPURI extracted the focal points of discussion, the issues insufficiently discussed, the moves which changed the focus of the discussion, and the pros and cons of participants, and these results agree to our understanding of the arguments. These analyses were not done in the previous argumentation frameworks. The success in the analyses of these two types of arguments shows that SPURI can be used, at least partially, irrespective of the style such as face-to-face or asynchronous and the formality such as arbitrated or open/free.

1. はじめに

近年，日常的な議論を研究対象とする議論学[⋆1]が注目されている[1),12)]．議論学は言語学，法推論，論理学，コミュニケーション研究，人工知能，CSCW などにまたがる学際的な研究分野である．

議論学では，後述するように実際の議論を分析する手法がいくつか提案されている．本研究は，従来見過ごされてきた議論の論理構造に着目することで，次のような分析を可能とする議論分析フレームワーク SPURI を提案する．

- 主張の有効/無効を推論すること
- 議論の展開に従って，論点がどのように展開/収束するかを理解すること
- 検討不十分なまま見過ごされている論点を発見すること
- 発言者の対立関係を理解すること
- 論理的な緻密さ，論点の偏りなどから，その議論の特性を理解すること

従来研究として，議論分析手法の従来研究にはコミュニケーション研究と自然言語処理の 2 つの立場があげられる．

コミュニケーション研究の立場では，議論のスクリプトをセンテンス単位に分解し，1 つ 1 つに議論における役割をラベルとして付与し，その解釈を考察することで議論を分析する手法が提案されている[2)]．コミュニケーション研究の立場に基づく分析手法は，議論のプロセスに着目した高度な分析の枠組みを与える点で意義があるが，分析自体は分析者の解釈に委ねられており，計算機による支援はない．また，センテンスへのラベル付けでは子細な論

†1 株式会社リコー
Ricoh Co., Ltd.
†2 東京大学大学院総合文化研究科
Department of Arts and Sciences, The University of Tokyo
⋆1 Argumentation Theory

© 2011 Information Processing Society of Japan

理構造を表現できないため，本研究が目指す分析を行うことは困難である．

自然言語処理の立場では，議事録などのテキストデータを基に，単語の生起確率などの統計的手法により，論点を推定する研究が提案されている[20),21)]．自然言語処理の立場に基づく分析手法は，計算機を活用できるが，あくまで統語レベルの分析しかできない．また，統計的手法で子細な論理構造を抽出するのは困難であり，本研究が目指す分析を行うことは困難である．

それに対して，本研究では，議論学の一分野である CSCA[3),9),⋆1]を理論的背景として活用し，議論の子細な論理構造を表現することで，議論の論理構造に着目した分析を提案する．

CSCA は CSCW の一分野であり，議論をグラフ構造を用いて可視化することで議論を支援する研究分野である．1988 年の gIBIS[6)] 以後，1990 年代には広く研究されたが，2000 年以後はグラフ構造を用いて実際の議論を行うことの困難・限界が理解され，積極的な研究はなされていない[14),19)]．しかしこの間 CSCA では，議論の論理構造をグラフ構造を用いて表現するためのフレームワークが数多く提案されてきた．本研究では，CSCA で提案されたフレームワークを，議論支援ではなく，議論分析という新たな観点から拡張を加えつつ活用した．SPURI では，実際の議論をグラフで表現するまでは手動で行い，議論の分析はグラフの計算として自動化している．

本論文は次のような構成となっている．2 章では SPURI の設計思想を述べる．既存の CSCA で提唱されている議論フレームワークとの比較により，SPURI の独自性を示す．3 章から 7 章では SPURI を定義する．8 章と 9 章では 2 つの具体的な事例を SPURI で構造化し，分析手法を提案して，効果を検証する．10 章はまとめである．

2. SPURI の設計思想

本章では，SPURI の設計思想を述べる．まず SPURI の対象とする議論を説明し，次に関連研究を紹介し SPURI の特徴を述べる．

2.1 SPURI の対象とする議論

SPURI は次の 2 点を満たす議論を対象とする．

まず議論の形式が，ある命題に対しその是非を決定するタイプの議論を対象とする．

また，時系列で 1 つ 1 つの発言記録が残っているものを対象とする．発言そのもののスクリプトが最も適しているが，意訳された議事録や，発言の要約であっても分析は可能である．ただし当然分析の結果と精度は元のデータに依存する．

2.2 SPURI の特徴と関連研究

SPURI の目的は，2.1 節のタイプの議論について，議論の論理構造に基づいた分析を行うことである．また，1 章であげた 5 項目のような分析を目指しており，そのために特に以下の点が SPURI を構築する際に重要な点であった．

(1)　議論の展開過程を分析できること
(2)　実際に行われた議論の全体を分析すること
(3)　特定分野に偏らずに汎用的用途に使えること

1 章で述べたとおり，従来のコミュニケーション研究または自然言語処理の立場からのアプローチでは SPURI の目的を達成することは困難であり，CSCA で研究されてきた議論フレームワークを活用した．その際，上記 3 項目を満足するように必要な改良を加え，独自の議論フレームワークを定義した．以下，CSCA の流れを紹介し，SPURI と他の議論フレームワークとの差を明らかにし，SPURI が既存の議論フレームワークを独自に改良した点を説明する．

CSCA は，gIBIS[6)] や Compendium[13)]，Reason!Able[15)] などの，議論をグラフ構造で記述する議論フレームワークとして発展してきた．その後，オントロジによる推論を意識した Araucaria[11)] や ClaiMaker[4)] が提案され，また，より明確に議論の結果を定めるために非単調論理に基づいた意味論[5)] を採用したものも現れた．ArguMed[16)] は法律の論証を構造化するためのもので，意味論として DefLog[17)] を用いている．Hermes[8)] は多人数の意思決定を支援するために選好度を入れて議論を構造化し，価値比較を組み込んだ Zeno[7)] で意味を定めている．

SPURI の構築の際は，先述した 3 つの項目を重視したが，これらをすべて満たす議論フレームワークはなかった．上にあげた議論フレームワークの中で，Araucaria は表現の単位が小さく，まとまった議論の表現には無理があった（項目 2）．また，ClaiMaker はもっぱら論文データベースの構造化を対象としているため，一般の議論はうまく表現できなかった（項目 3）．また，Hermes は推論自体の否定ができないが，実際の議論では推論自体の否定が多く出現するためうまく記述できなかった[⋆2]（項目 3）．

それに対し ArguMed は項目 2，3 の点で満足のできるものであった．そこで SPURI は ArguMed を参考にしたが，ArguMed には大きく下記の 3 つの点で問題があり，改良を

⋆1 Computer Supported Collaborative Argumentation

⋆2 8 章と 9 章の分析事例を参照．

© 2011 Information Processing Society of Japan

行った．第 1 に，ArguMed も議論の過程を構造化できない[*1]（項目 1）．この点に対して，SPURI では議論の展開過程を構造化するための**発言**（6 章参照）を導入した．第 2 に，議論を分析するにあたり，1 つ 1 つの主張の単位で分析すると，粒度が細かすぎるために議論の全体像を把握することができない．この点に対して，SPURI では一連の主張をひとまとまりにした単位で構造を把握する**論**（6 章参照）を導入した．第 3 に，議論の展開過程をモデル化するためには，グラフ構造のうえで 1 つの主張が必ず 1 つの節に対応していてほしいが，ArguMed では議論を木構造で表現しており，その制約から同じ主張が木の異なる節に現れることがあった．この点に対して，SPURI では節が共有できるようなグラフ構造として DAG に近いものを採用した（3 章参照）．このグラフ構造は本論文で分析した 2 つの議論が無理なく表現でき，意味論のうえで解釈は（存在すれば）一意に定まるという良い性質を持つものである．

3. 議論グラフ

本章では，SPURI で議論を記述する際のフォーマットである議論グラフを定義する．議論グラフの特徴は，DAG に近い構造を持つことで，1 つの根拠を基に複数の異なる結論を導出するような主張の記述が可能であることと，主張の前提や結論に対する支持/反対だけでなく，主張の前提から結論を導く導出への支持/反対が可能であることである．

(1) **言明**[*2]は是非が判断できるような文である．

(2) **議論グラフ**はグラフ $G = (N, A, \sigma)$ であって，後述の (4) を満たすものである．ここで N は有限個の言明の集合，$A \subseteq T(N)$，$\sigma : A \to \{+, -\}$ である．ただし $T(N) = N \times N \cup N \times (N \times N) \cup N \times (N \times (N \times N)) \cup \ldots$ である．

(3) 説明を簡単にするためのいくつか記法を導入する．
- $(n, n') \in A$，$\sigma((n, n')) = s$ であるとき，$n \xrightarrow{s} n'$ と表しこれを**主張**と呼ぶ．主張 $n \xrightarrow{s} n'$ に対して，n を**前提**，n' を**結論**，s を**符号**と呼ぶ．σ が明らかな場合は，$n \xrightarrow{s} n' \in A$ とも表記する．
- $n \overset{s}{\underset{t}{\twoheadrightarrow}} n'' \overset{\triangle}{\Leftrightarrow} n \xrightarrow{s} (n' \xrightarrow{t} n'')$ と定義する．符号 s，t を省略した場合は符号任意を表す．
- $\to$ と $\twoheadrightarrow$ は $N \cup T(N)$ 上の関係としても使う．$\to$ の反射的推移的閉包は $\to^*$，$\xrightarrow{+}$ の反射的推移的閉包は $\xrightarrow{+}^*$，$\xrightarrow{-}$ の反射的推移的閉包は $\xrightarrow{-}^*$ である．等しい場合を除いた推移的閉包は $\to$ に対して $\to^+$ のように $^+$ で表す．

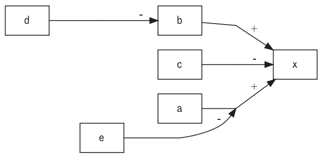

図 1　議論グラフの例
Fig. 1　Example of argumentation graph.

(4) 議論グラフは次の条件を満たすものとする．

条件 1：根があって連結　$\{r\} = \pi_2(A) - \pi_1(A) - A$ [*3]を満たす唯一の**根** r が存在する．また，任意の $n \in N$ に対し，$n(\to \vee \twoheadrightarrow)^* r$ [*4]となる．

条件 2：ループがない　$n(\to \vee \twoheadrightarrow)^+ n$ を満たす $n \in N$ は存在しない．

(5) $l \in \pi_1(A) - \pi_2(A)$ を**葉**と呼ぶ．

例 1． 議論グラフが $G = (\{x, a, b, c, d, e\}, \{(a, x), (b, x), (c, x), (d, b), (e, (a, x))\}, \sigma)$，$\sigma((a, x)) = \sigma((b, x)) = +$，$\sigma((c, x)) = \sigma((d, b)) = \sigma((e, (a, x))) = -$ で定義されるとき，対応する主張の集合は $\{a \xrightarrow{+} x, b \xrightarrow{+} x, c \xrightarrow{-} x, d \xrightarrow{-} b, e \xrightarrow{-} (a \xrightarrow{+} x)\}$ であり，言明は x，a，b，c，d，e，根は x，葉は a，c，d，e である．主張 $a \xrightarrow{+} x$ の前提は a，結論は x である．主張 $e \xrightarrow{-} (a \xrightarrow{+} x)$ の前提は e，結論は $a \xrightarrow{+} x$ である．主張の結論は言明とは限らないことに注意する．G を図示すると**図 1** になる．

4. 意　味　論

議論グラフにおける意味論を考える．ここでの意味論とは，すべての主張と言明について，成立するか，成立しないか，どちらでもない（未定）かの 3 値のうち 1 値を定めることである．これにより議論の是非を決定することが可能となる．

SPURI では意味論として DefLog[17] を採用する．そこで，まず DefLog を導入し DefLog における意味論を説明する．その後に議論グラフから DefLog への変換を定義し，それにより議論グラフにおける意味論を定義する．

SPURI の意味論の特徴は，デフォルト論理と同様に，反論のない主張は真であるとする

⋆1 ArguMed では 1 つ 1 つの要素追加の操作を発言（move）というが，これはあくまで入力のためのインタフェースであり，「参加者 1 人の 1 回の発言」を表現するものではない．

⋆2 古典論理では真偽を判定する文を命題と呼ぶが，SPURI では価値の判定も含めるため区別して言明と呼ぶ．

⋆3 $\pi_i(n)$ は n の i 番目の要素への射影を表す．π_i の定義域は自然に集合に拡張できる．

⋆4 $\to \vee \twoheadrightarrow$ は，関係 $\to$ と関係 $\twoheadrightarrow$ の和の関係を表す．

© 2011 Information Processing Society of Japan

こと，議論の一部にでも矛盾が認められる場合は，値を定めないことである．

（1） DefLog は**リテラル**，**文**，接続詞 $\rightsquigarrow$ および $\times$ からなる論理言語である．

（2） リテラル a は文である．文 φ，ψ に対して，$\times\varphi$，$\varphi \rightsquigarrow \psi$ は文である．前者は命題論理における否定に，後者は含意に相当する．また φ と $\varphi \rightsquigarrow \psi$ から ψ が**導ける**と考える．

（3） T を文の集合，φ を文とする．φ が T に含まれるか，T から $\rightsquigarrow$ を繰り返し適用して導ける場合，T は φ を**支持する**という．T が $\times\varphi$ を支持するとき，T は φ を**攻撃する**という．

（4） T を文の集合とする．T から支持されかつ攻撃されるような文が存在しないとき，T は**無矛盾**であるという．

（5） Δ を文の集合，J と D を Δ の分割[*1]とする．J が無矛盾かつ D に含まれるすべての文を J が攻撃しているとき (J, D) を理論 Δ のディアレクティカル[*2]な解釈（以降，単に**解釈**と呼ぶ）という．

次に，DefLog における解釈を用いて SPURI の意味論を定める．

SPURI の議論グラフ $G = (N, A, \sigma)$ に対応する DefLog の理論 Δ を次のように定める．まず，N と $T(N)$ から Deflog のリテラルと文に写像する τ を，$n \in N$ に対して，$\tau(n) = n$，$n \xrightarrow{+} n' \in T(N)$ に対しては，$\tau(n \xrightarrow{+} n') = n \rightsquigarrow \tau(n')$，$n \xrightarrow{-} n' \in T(N)$ に対しては，$\tau(n \xrightarrow{-} n') = n \rightsquigarrow \times\tau(n')$ と定義する．Δ には，主張もしくは主張の前提か結論に対応するリテラルと文だけ含めるため，$S = A \cup \pi_1(A) \cup \pi_2(A)$ に対して，$\Delta = \tau(S)$ [*3]と定義する．

DefLog では $\times j$ をそれ自身として主張できるが議論グラフでは主張できない．しかし，議論グラフにおいて $\times j$ を主張したいときは，$\times j$ 自体を 1 つの言明 j' とすることで同様のことができる．また，$(i \xrightarrow{+} j) \xrightarrow{+} k$ のような，主張を前提とした主張も議論グラフでは表現できないが，同様に主張 $i \xrightarrow{+} j$ 自体を言明 s として $s \xrightarrow{+} k$ とすることで同様のことができる．

例 2． 例 *1* の議論グラフを変換した理論は $\Delta = \{a, b, c, d, e, x, a \rightsquigarrow x, b \rightsquigarrow x, c \rightsquigarrow \times x, d \rightsquigarrow \times b, e \rightsquigarrow \times(a \rightsquigarrow x)\}$ である．

DefLog では，理論の解釈は存在しない場合や複数存在する場合がある．議論グラフに対応する理論の解釈は複数存在することはない．つまり存在しないか，1 つだけ存在するかのいずれかに定まる．

定理 1． 議論グラフ G に対応する理論 Δ に複数の解釈が存在することはない．

証明． 議論グラフ G に対応する理論 Δ において，2 つの異なる解釈 $(J, \Delta - D)$，$(J', \Delta - J')$ が存在したと仮定する．解釈の定義から $J \neq J'$ であり，2 つの異なる $(J, \Delta - J)$，$(J', \Delta - J')$ が Δ を解釈することになる．したがって，$n \in J - J' \cup J' - J$（対称性から以下 $n \in J - J'$ とする）である n が存在する．n は J' に含まれないので，J' から攻撃されている．したがって，$n' \xrightarrow{-} n$ なる $n' \in J' - J$ がある．同様の議論は n' に対しても成り立つので，この議論を繰り返すと，議論グラフの言明は有限個なので，いずれ葉に至り，葉は攻撃され得ないので矛盾する．□

次に，理論の解釈を用いて，議論グラフ G の言明または主張 e の**議論値**を次のように定義する．G の理論 $\Delta = \tau(G)$ に解釈 (J, D) が存在するとき，主張もしくは主張の前提か結論の e は，$\tau(e) \in J$ であれば**成立**，$\tau(e) \in D$ であれば**不成立**とする．解釈 (J, D) が存在しないとき，すべての主張もしくは主張の前提か結論の議論値は**未定**とする．

例 3． 例 *1* の議論グラフ G および変換した例 *2* の理論 Δ において，$(\{a, c, d, e, b \rightsquigarrow x, c \rightsquigarrow \times x, d \rightsquigarrow \times b, e \rightsquigarrow \times(a \rightsquigarrow x)\}, \{x, b, a \rightsquigarrow x\})$ は Δ の解釈である．このとき G の言明の議論値は，a，c，d，e が成立，b，x が不成立となる．主張の議論値は $b \xrightarrow{+} x$，$c \xrightarrow{-} x$，$d \xrightarrow{-} b$，$e \xrightarrow{-} (a \xrightarrow{+} x)$ が成立，$a \xrightarrow{+} x$ が不成立となる．

5. 議論値の計算方法

議論グラフが与えられたときに，効率的に意味（議論値）を定めたい．本章では，議論値の効率的な計算方法を示す．

まず，議論グラフ $G = (N, A, \sigma)$ の議論値の計算方法を示す．

主張もしくは主張の前提か結論から議論値を与える関数 $v : S \rightarrow \{+, -, ?\}$ を以下のように定義する．

$$v(n) = \begin{cases} + & (\forall n' \xrightarrow{-} n (v(n') = - \vee v(n' \xrightarrow{-} n) = -)) \\ - & (\forall n' \xrightarrow{+} n (v(n') = - \vee v(n' \xrightarrow{+} n) = -)) \\ & \quad \wedge (\exists n' \xrightarrow{-} n (v(n') = + \wedge v(n' \xrightarrow{-} n) = +)) \\ ? & \text{その他の場合} \end{cases}$$

---

*1 $J \cup D = \Delta$ かつ $J \cap D = \emptyset$.

*2 dialectical. 対話を通じて対立する意見を調整することで結論に至る論証の方法を意味する．

*3 τ の定義域は自然に集合に拡張できる．

© 2011 Information Processing Society of Japan

このように定義した v に対して，v の値に 1 つでも ? が現れた場合は，議論値は未定となり，その他の場合は，v の値が $+$ のものは成立，$-$ のものは不成立となる．これを以下で示す．

定理 2. 議論グラフの議論値は一意に決まる．

証明. $N \cup A$ 上の関係 $\succ'$ を $n' \rightarrow n$ のとき $n' \succ' n$，$n' \rightarrow n \succ' n$ と定義する．

まず，$\succ'$ の反射的推移的閉包を $\succ$ とすると，$\succ$ が半順序となることを示す．反射性，推移性は定義より明らかなので，反対称性について証明する．

$n \succ n'$ かつ $n' \succ n$ で，$n = n'$ でないとき，$n \succ' n_1 \succ' n_2 \succ' \cdots \succ' n_m \succ' n' \succ' n'_1 \succ' n'_2 \succ' \cdots \succ' n'_{m'} \succ' n \ldots (1)$ が成立する．$n'_{m'} \succ' n$ より，$n'_{m'} \rightarrow n \ldots (2)$，または $n'_{m'} = n'' \rightarrow n \ldots (3)$ である．(3) の場合は，$\rightarrow$ が増えていくので (1) が (3) のみからできていることはなく，(2) が含まれる．(2) の場合は，$n'_{m'} \in N$ でなければならないので，n，n_i，n'，n'_i のいずれかには $t \in N$ なるものが存在する．すると $t(\rightarrow \vee \twoheadrightarrow)^+ t$ となり議論グラフの条件 2 と矛盾する．したがって $n = n'$ でなければならず，$\succ$ は半順序である．

$n' \rightarrow n$ が A にないようなノードとアーク n は末端であり，$v(n)$ の値は決まるので，$\succ$ の極大元 n の $v(n)$ の値は決まる．v の定義から n に対してすべての $n' \succ n$ の $v(n')$ が定まれば $v(n)$ が定まるので，すべての n に対して $v(n)$ の値が一意に定まる．□

定理 3. 議論グラフの議論値に ? がなければ対応する理論の解釈が存在する．

証明. 議論グラフを $G = (N, A, \sigma)$，対応する理論を Δ とする．$J = \{n | n \in S, v(n) = +\}$，$D = \{n \mid n \in S, v(n) = -\}$ としたとき，Δ の分割 (J, D) が Δ の解釈であることを示せばよい．J が無矛盾で，D のすべての要素が J から攻撃されていることを示す．

J が矛盾しているとすると，支持されかつ攻撃されている n が存在する．したがって，$n', n' \rightsquigarrow n \in J$，$n'', n'' \rightsquigarrow \times n \in J$ なる n' と n'' が存在する．定義から，$v(n' \xrightarrow{+} n) = +$，$v(n') = +$，$v(n'' \xrightarrow{-} n) = +$，$v(n'') = +$ となり，$v(n) = ?$ となり前提に反する．

D の任意の要素 n をとると定義より $v(n) = -$．v の定義から $v(n' \xrightarrow{-} n) = +$ と $v(n') = +$ を満たす n' が存在するはずであるが，J の定義より $n', n' \rightsquigarrow \times n \in J$．よって D は J から攻撃されている．

以上より (J, D) が Δ の解釈であることが示された．□

定理 4. 議論グラフに対応する理論の解釈が存在すれば，議論値に ? はない．

証明. 議論グラフを $G = (N, A, \sigma)$，対応する理論を Δ とする．Δ の解釈 (J, D) が存在するとき，$n, \tau(n \rightarrow n') \in J$ ならば $v(n) = +, v(n \rightarrow n') = +$，$n, \tau(n \rightarrow n') \in D$ ならば $v(n) = -, v(n \rightarrow n') = -$ で v が決まることを示せばよい．

? が存在しなければ v から解釈 (J', D') が定まるが，定理 2 より解釈は一意に定まる．したがって v は上記のものと一致する．

? が存在したとする．葉は $+$ なので葉に最も近い（$\succ$ に関して極大の）ノードかアークで議論値が ? のものを n とする．v の定義から $v(n' \xrightarrow{+} n) = +, v(n') = +$ を満たす n' と，$v(n'' \xrightarrow{-} n) = +, v(n'') = +$ を満たす n'' とが存在する．すると $J = \{n', n' \xrightarrow{+} n, n'' \xrightarrow{-} n, n'', \ldots\}$ でなければならないが，n は支持されかつ攻撃されているので J は矛盾している．したがって ? は存在しない．□

6. 発言の導入

2.2 節で述べた項目 1（議論の展開過程を分析できること），項目 2（実際に行われた議論の全体を分析すること）を実現するために，本章では発言と論を導入する．

まず，議論グラフを基に，本章では議論を**発言**の繰返しであるととらえることで，議論の展開過程をモデル化する（項目 1）．

発言を議論過程の 1 単位とする本章のこの考え方は先行研究には存在せず，本研究が新たに提案するものである．発言の導入は，2.1 節の条件を満たすような実際の議論を無理なく構造化することを目指している．

また，1 つの発言は，いくつかの主張からなるが，発言を主張の集まりととらえ，主張を基礎単位とした分析を行うと，粒度が細かすぎて議論の全体の流れを把握することが難しい．この問題に対応するため，SPURI では主張と発言の中間的な単位として**論**を導入する（項目 2）．本章で導入する論は以前の研究[23] を発展させたものである．

論は，任意の発言が必ずある一意の論の集合に分解でき，発言に含まれるが論に含まれないような主張が存在しないという良い性質を有する．論の導入は，議論グラフが複雑であっても，巨視的な構造をより容易に把握することを目指している．

(1) G を議論グラフとする．後述の条件 (3) と (5) を満たす G の部分グラフを**発言**と呼ぶ．ただし議論グラフ $G = (N, A, \sigma)$ の部分グラフ (N', A', σ') は $N' \subseteq N$，$A' \subseteq A$，$\sigma' \subseteq \sigma$ で，$A' \subseteq T(N')$ なるものとする．

(2) 発言の順序列 $H = (m_1, m_2, \ldots, m_n)$ を**発言履歴**と呼ぶ．このとき m_i を i **番目の発言**といい，i 番目の発言の**発言者**を p_i で表す．

© 2011 Information Processing Society of Japan

（3） 発言は次の条件を満たさなければならない．
$H = (m_1, m_2, \ldots, m_n)$ を発言履歴とする．任意の自然数 $i \leq n$ について，$G_i = m_1 \cup m_2 \cup \cdots \cup m_i$ は議論グラフでなければならない．

（4） 発言 M の**論**とは次の条件を満たす M の部分グラフ $G = (N, A, \sigma)$ である．

- G は議論グラフである．
- G の根を r とする．任意の $n \in \pi_1(A)$ について次のどちらかを満たす．
  立論　$n(\xrightarrow{+} \vee \underset{+}{\overset{+}{\twoheadrightarrow}})^* n', n'(\xrightarrow{+} \vee \underset{+}{\overset{+}{\rightarrow}})r.$
  反論　$n(\xrightarrow{+} \vee \underset{+}{\overset{+}{\twoheadrightarrow}})^* n', n'(\xrightarrow{-} \vee \underset{-}{\overset{+}{\rightarrow}})r.$
- 上記の条件を満たす G のうち極大のものである．

M のすべての論からなる集合を 論 (M) と表記する．

（5） 1 番目の発言 m_1 について，論 (m_1) は立論を 1 つ以上含み，かつ，反論を含んではならない．

論の定義において，特に次の 2 点に注意する．1 点目としては，$n(\xrightarrow{+} \vee \underset{+}{\overset{+}{\twoheadrightarrow}})^* n'$ は 0 回の繰返しも含まれることである．したがって，たとえば，$n \xrightarrow{+} r$ のみを要素とする議論グラフは立論である．

2 点目としては，根は言明ではなく主張である場合があることである．たとえば，$n \xrightarrow{+} (n' \xrightarrow{-} n'')$（根は主張 $n' \xrightarrow{-} n''$）のみを要素とする立論は $n' \xrightarrow{-} n''$ を含まない．このとき立論の前提の $\pi_1(A)$ は n' を含まないことにも注意する．

定理 5. 発言 M に含まれるが M のどの論にも含まれないような主張は存在しない．

証明. M に含まれるが M の論には含まれない主張 $n \xrightarrow{s} n'$ が存在すると仮定する．このとき M の部分グラフ $(\{n, n'\}, \{(n, n')\}, \sigma), \sigma(n, n') = s$ は議論グラフであり，立論または反論の条件を満たす．この主張はいかなる論にも含まれていないから極大であり論の条件を満たす．よって矛盾する． □

発言を議論グラフではなく論の集合としてとらえることで，議論の巨視的な構造を把握することができる．また，同じ内容を 2 つの主張の連続として記述した場合と，3 つの主張の連続とも記述した場合に，それらを 1 つの論として表現することで，議論グラフの記述者による表現のゆらぎを取り除くことができる効果もある．

7. 発言の分析

6 章で導入した論について論の間の関係を定義する．次に，論と論の間の関係から，発言の間の関係，発言者の間の関係を導出する．

本章で提案する論と論の関係は，Pollock の無効化（undercutting）と対立（rebutting）[10] の概念を拡張し，強化，並立，反復を新たに加え定義したものである．これらの 5 つの関係を導入することで，議論の巨視的な論理構造を把握することができる．

まず，論と論の関係を定義するための説明概念を導入する．

論 $G_1 = (N_1, A_1, \sigma_1)$，$G_2 = (N_2, A_2, \sigma_2)$ が与えられたとき，$n \xrightarrow{-} n' \in G_2 - G_1$ が $n' \in A_1 \cup N_1$ を満たすとき，主張 $n \xrightarrow{s} n'$ を論 G_2 から論 G_1 への**外挿**と呼ぶ．符号 s が $+$ の場合を**肯定外挿**，$-$ の場合を**否定外挿**と呼ぶ．n' が G_1 の根である時は**平行な外挿**，平行ではない外挿を**垂直な外挿**と呼ぶ．

論と論の関係として，次の 5 つを定義する．

強化（S）：論の根拠を補強する　論 G から論 G' への垂直な肯定外挿が存在するとき，論 G は論 G' を**強化**しているという．

並立（P）：論と同じ結論を導く別の根拠を提示する　論 G から立論 P への平行な肯定外挿が存在するとき，または論 G から反論 C への平行な否定外挿が存在するとき，論 G は立論 P（反論 C）に**並立**しているという．

無効化（U）：論の根拠を否定する　論 G から論 G' への垂直な否定外挿が存在するとき，論 G は論 G' を**無効化**しているという．

対立（R）：論と逆の結論を導く根拠を提示する　論 G から立論 P への平行な否定外挿が存在するとき，または論 G から反論 C への平行な肯定外挿が存在するとき，論 G は立論 P（反論 C）に**対立**しているという．

反復（I）：論の全部または一部を繰り返す　論 G が論 G' の部分グラフであるとき，論 G は論 G' の**反復**であるという．反復には等しい場合も含む．

定理 6. 強化，並立，無効化，対立，反復について，同時に成立しうる関係は，並立と強化，対立と強化，無効化と強化の *3* つのみである．

証明. 定義から反復は外挿が存在しない論であり，他の外挿が存在する論と同時には成立しない．対立と並立がともに成立することは明らかに論の定義に矛盾する．したがって，対立と無効化，および，並立と無効化の組合せが存在しないことを示す．

© 2011 Information Processing Society of Japan

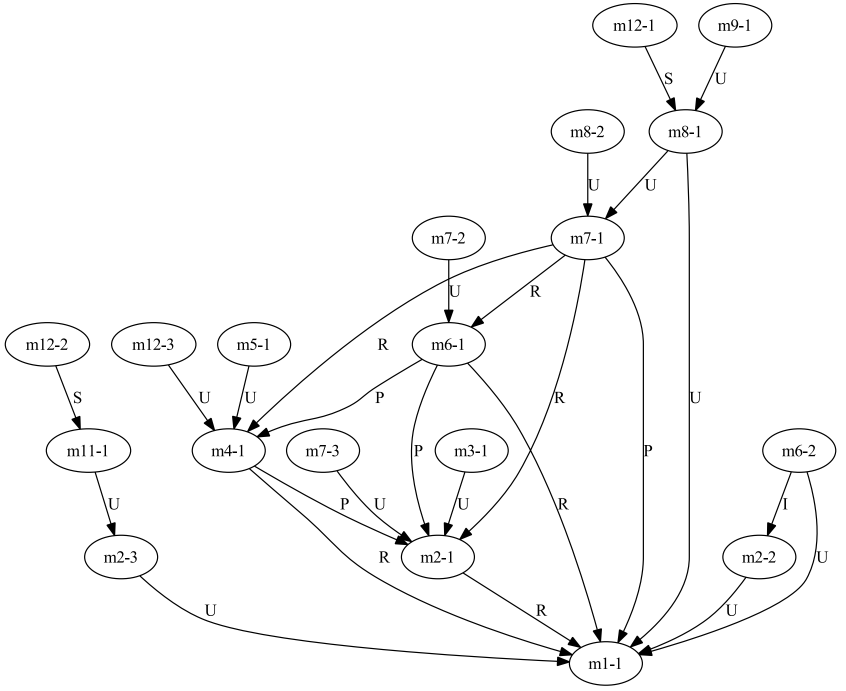

図 2　法制審議会議論の論構造グラフ
Fig. 2　Argument structure graph of legislative council arguments.

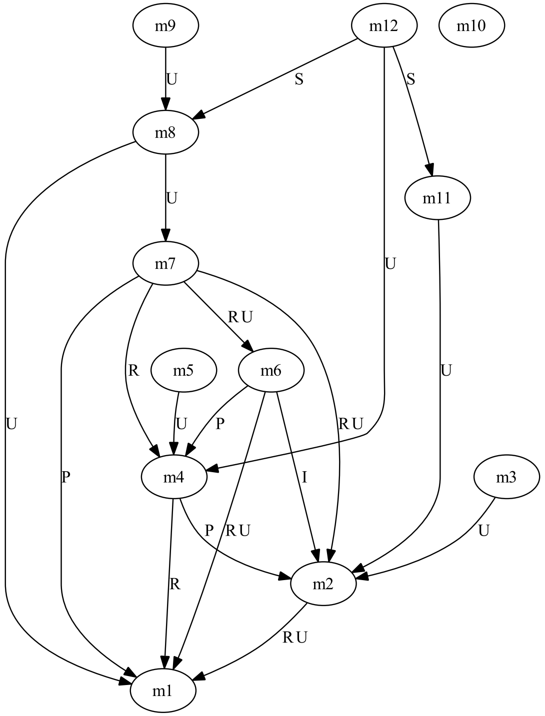

図 3　法制審議会議論の発言構造グラフ
Fig. 3　Move structure graph of legislative council arguments.

対立と無効化，あるいは，並立と無効化が存在すると仮定すると，論 $G = (N, A, \sigma)$ から論 $G' = (N', A', \sigma')$ への平行な外挿 $k \to k'$ と垂直な否定外挿 $m \bar{\to} m'$ がともに存在する．このとき反論の定義から m' は G の根であり，かつ k' は G に含まれるので，$k'(\to \vee \twoheadrightarrow)^* m'$ $\ldots(1)$．また平行の定義より k' は G' の根であり，外挿の定義から k' と m' は G' に含まれるから，$m'(\to \vee \twoheadrightarrow)^* k'$ $\ldots(2)$．さらに垂直の定義より m' は G' の根ではない，つまり $k' \neq m'$ $\ldots(3)$．(1)(2)(3) より $G \cup G'$ はループを持つが，これは議論グラフの条件 2 と矛盾する．□

許される組合せのなかで，対立と強化，無効化と強化は，相手を支持しながら否定する一見矛盾した関係にあり，実際，本論文で行った 2 つの議論の分析ではこれらの関係が見られることはなかった．

次に，議論の構造を抽出したものとして 3 種類のグラフを導入する．論構造グラフは論と論の関係を，発言構造グラフは発言と発言の関係を，発言者構造グラフは発言者と発言者の関係を表すグラフである．

まず，論と論の関係を表す論構造グラフを導入する．論構造グラフは論をノード，論と論の関係をアークとして表現する．論構造グラフの例を**図 2** に示す．これを含め以下のグラフの例は 8 章の例に対するものである．

- **論構造グラフ**はラベル付き有向グラフ $ASG = (N, A, L)$ である．ここで N はすべての論からなる集合である．i 番目の発言に含まれる論の 1 つを g_i，j 番目 $(j < i)$ の発言に

© 2011 Information Processing Society of Japan

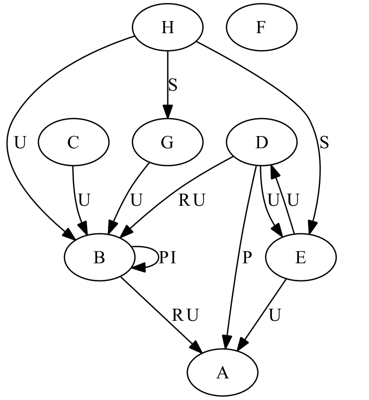

図 4　法制審議会議論の発言者構造グラフ
Fig. 4　Participant structure graph of legislative council arguments.

含まれる論の 1 つを g_j としたとき，g_i と g_j に 7 章であげた 5 つの関係のどれかがあるとき $(g_i, g_j) \in A$ とする．L は関係の種類を示すラベルで $L : A \to \wp(\{\mathtt{S},\mathtt{P},\mathtt{U},\mathtt{R},\mathtt{I}\})$ [⋆1]である．記号はそれぞれ，強化（S），並立（P），無効化（U），対立（R），反復（I）である．定理 6 より，値域の要素が 2 つ以上となるのは，並立と強化の同時成立（P と S），無効化と強化の同時成立（U と S），対立と強化の同時成立（R と S）の場合のみである．

論と論の関係を基にして，発言と発言の関係を考える．論構造グラフを発言単位で縮約した発言構造グラフを導入する．発言構造グラフの例を**図 3** に示す．

- **発言構造グラフ**はラベル付き有向グラフ $MSG = (N', A', L')$ である．ここで N' はすべての発言からなる集合，A' は発言から発言への関係，$L' : A' \to \wp(\{\mathtt{S},\mathtt{P},\mathtt{U},\mathtt{R},\mathtt{I}\})$ である．

  発言から発言への関係は，論構造グラフ $ASG = (N, A, L)$ を基に決定する．ある論 $G \in$ 論 $(M) \subseteq N$，$G' \in$ 論 $(M') \subseteq N$ に対し，アーク $(G, G') \in A$ が存在するとき $(M, M') \in A'$ とする．$L'(M, M') = \cup_{G \in 論(M), G' \in 論(M')} L(G, G')$ とする．

論と論の関係を基にして，発言と発言の関係を考えた．同様にして，発言構造グラフを発言者単位で縮約することで，発言者と発言者の関係を示す発言構造グラフを導入する．発言構造グラフの例を**図 4** に示す．

- **発言者構造グラフ**はラベル付き有向グラフ $PSG = (N'', A'', L'')$ である．ここで N'' はすべての発言者からなる集合，A'' は発言者から発言者への関係，L'' は関係の種別を示すグラフのラベルで $L'' : A'' \to \wp(\{\mathtt{S},\mathtt{P},\mathtt{U},\mathtt{R},\mathtt{I}\})$ である．

  発言者から発言者への関係は，発言構造グラフ $MSG = (N', A', L')$ を基にして決定する．i 番目の発言と発言者を m_i，p_i，j 番目の発言と発言者を m_j，p_j としたとき，$A'' = \{(p_i, p_j) | (m_i, m_j) \in A'\}$，$L''(p, p') = \cup_{p=p_i, p'=p_j} L'(m_i, m_j)$ とする．

8. 分析事例 1：法制審議会の議論

本章と次章では，実際に行われた議論である法制審議会の議論と SNS フォーラムの議論の 2 つを対象に，SPURI を用いて分析を行う．

本章では法制審議会の議論を取り上げ，分析方法を導入し，分析結果の考察を行う．今回対象にした法制審議会の議論は，法制審議会第 159 回会議で行われた民法の成人年齢引き下げの是非をめぐる議論である．

この議論は，対面の議論で，司会役の議長がいて，発言は 1 人ずつ挙手する形式で行われている．今回分析対象とした部分の参加者は 8 名，審議時間は 1 時間程度である．なお，本論文は審議内容について是非を論じるものではない．

本議論の分析にあって利用した元データは法務省ウェブサイトに公開されている当該の議事録[22]である．この議事録は発言を書き起こした形式である．公開にあたり修正が加えられた可能性はあるが，ほぼ速記のままの状態と認められ，再現性の高い資料である．

SPURI による構造化の具体的な手順を示す．まず上記議事録を基に，委員の発言を SPURI の主張として記述した．構造化の結果を付録 A.1 に示す．構造化したデータはプログラムで分析した．プログラムは Ruby で記述し約 1,600 行になった．グラフは Graphviz [⋆2]を用いてレイアウトした．

議論全体の議論グラフを**図 5**，論構造グラフを図 2，発言構造グラフを図 3，発言者構造グラフを図 4 に示す．

8.1 議 論 の 値

図 5 の議論値を計算すると根 $a1$ の値は $+$ となる．このように値が決まるのは，いいっぱなしにはしないという，審議会における議論の性格が出たものと考えられる．

⋆1 $\wp(\varphi)$ は φ のべき集合を表す．

⋆2 http://www.graphviz.org/

© 2011 Information Processing Society of Japan

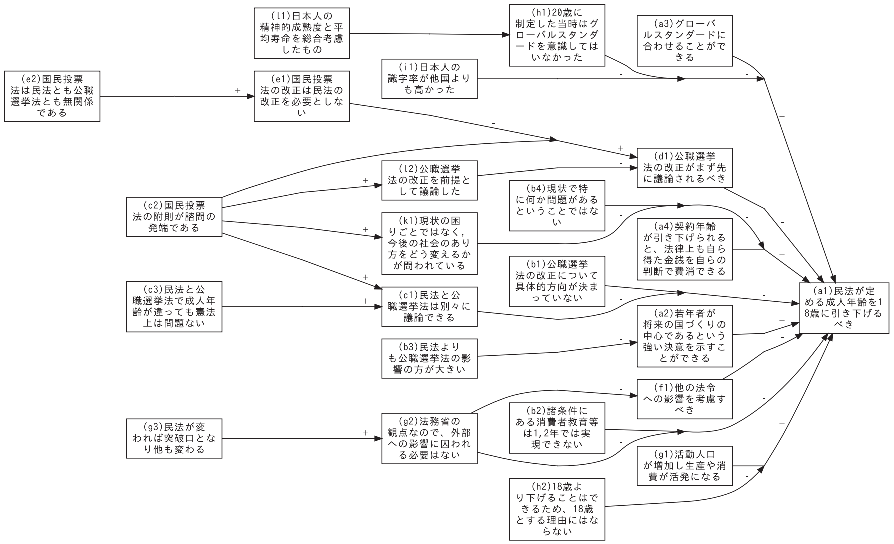

図 5　法制審議会議論の議論グラフ
Fig. 5　Argumentation graph of legislative council arguments.

8.2　争点と非争点

仮説　論の入次数に着目することで，議論中争われている箇所（争点）と争われていない箇所（非争点）を推定できる．

手法　論構造グラフにおいて論の入次数を計算する．入次数の大きな論と入次数が少ない論に着目する．

検証と考察　論の入次数は**表 1** のようになる．

まず入次数の大きい論が争点であるかを検証する．入次数が大きい順に m_{1-1} が 8, m_{2-1} が 5，m_{4-1} が 4 であり，他の論は 2 以下である．

実際の議事録に照らしてこれらが争点かどうか確認すると，m_{1-1} は最終報告書案という形で肯定側立論を含んでおり 12 の発言のうち少なくとも 5 つの発言は明確に直接言及している．また m_{2-1} と m_{4-1} はどちらも公職選挙法について問題としているが，議事録に立ち返ると 12 の発言のうち 5 つの発言が公職選挙法に言及していて，こちらも争点であることは妥当であると考えられる．

次に入次数の少ない論が非争点であるかを検証する．入次数 0 の論は 10 個存在する．

表 1　法制審議会議論の論の入次数
Table 1　Indegree of argument of legislative council arguments.

入次数	論
8	m_{1-1}
5	m_{2-1}
4	m_{4-1}
2	$m_{6-1}, m_{7-1}, m_{8-1}$
1	$m_{2-2}, m_{2-3}, m_{11-1}$
0	$m_{3-1}, m_{5-1}, m_{6-2}, m_{7-2}, m_{7-3}$, $m_{8-2}, m_{9-1}, m_{12-1}, m_{12-2}, m_{12-3}$

これらについて，議事録に立ち戻りなぜ言及がされなかったのかという理由を調べると，次の 3 種類に分類でき，いずれも非争点となっていることが分かる．

（1）　妥当な意見であると判断され特に言及されなかったと考えられるもの（5 個：m_{3-1}，m_{5-1}，m_{7-2}，m_{7-3}，m_{9-1}）

（2）　議論の流れの中に埋没して十分な議論が行われていないと考えられるもの（2 個：m_{6-2}，m_{8-2}）

（3）　最後である 12 番目の発言によるもの（3 個：m_{12-1}，m_{12-2}，m_{12-3}）

これら入次数 0 の論については，8.4 節でさらに詳しく分析する．

8.3　発散部分と収束部分の分離

仮説　論の関係のうち，並立と対立は結論に対する異なる論拠の提示を行い，強化と無効化と反復はある論拠の妥当性を検討する．この観点から，議論を異なる論拠を次々に提示する拡散部分（並立・対立）と，1 つ 1 つの論拠の妥当性を検討する収束部分（強化・無効化・反復）に分離し可視化する．

手法　論構造グラフを $ASG = (N, A, L)$ とする．ラベルが {P}，{R}，{P,S}，{R,S} のアークとそのアークの両端のノードのみからなる ASG の部分グラフを**発散グラフ** $D = (N', A', L')$ と定義する．形式的には，$A' = \{(n, n')|(n, n') \in A \wedge L((n, n')) \in \{\{P\}, \{R\}, \{P, S\}, \{R, S\}\}\}$，$N' = P(A') \cap N$（ただし，$P(A) = \pi_1(A) \cup \pi_2(A) \cup P(\pi_2(A))$），$L' = L|_{A'}$ [⋆1]とする．同様に，ラベルが {S}，{U}，{U,S} のアークとそのアークの両端のノードのみからなる ASG の部分グラフを ASG の**収束グラフ** $C = (N'', A'', L'')$ と定義する．形式的には，$A'' = \{(n, n')|(n, n') \in A \wedge L(n, n') \in$

⋆1　$f|_S$ は集合 S による関数 f の定義域を制限した関数を表す．

© 2011 Information Processing Society of Japan

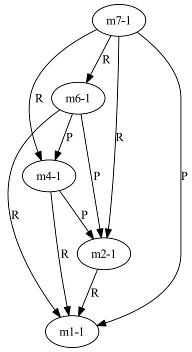

図 6　法制審議会議論の発散グラフ
Fig. 6　Diversion graph of legislative council arguments.

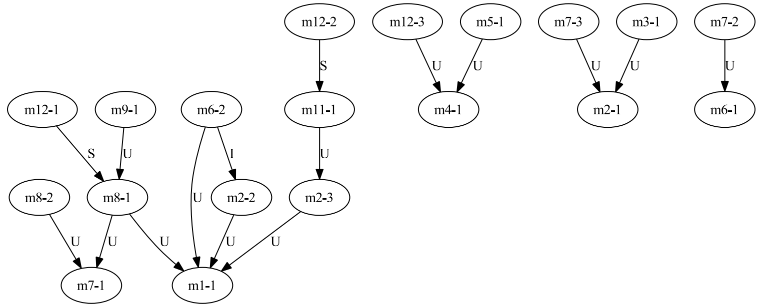

図 7　法制審議会議論の収束グラフ
Fig. 7　Conversion graph of legislative council arguments.

$\{\{\mathtt{S}\},\{\mathtt{U}\},\{\mathtt{U},\mathtt{S}\}\}$，$N''=P(A'')\cap N$，$L''=L|_{A''}$ とする．

検証と考察　発散グラフは**図 6**，収束グラフは**図 7** である．ここから次のことを読み取ることができる．

発散グラフは 1 つの連結グラフからなっている．この連結グラフの論を議事録で調べると，議題である「民法が定める成人年齢を 18 歳に引き下げるべきである」に対していずれも従来でていない視点を提起していることが分かる．たとえば m_{6-1} は「他の法令への影響を考慮すべき」という反対の論拠，n_{7-3} では「活動人口が増えると経済活動が活発になる」という支持の論拠を提示している．この 5 つの論が議題に対する支持・反対の新しい論拠を提示することで，議論を発散させている部分であることが理解できる．

収束グラフを見るときは，出次数が 0 である 5 つの根（m_{1-1}，m_{2-1}，m_{4-1}，m_{6-1}，m_{7-1}）に着目する．この 5 つの根は発散グラフのノードである．つまり，発散グラフにより提示された論拠について，その是非が強化・無効化・反復によりどのように検討されているかを収束グラフは示している．たとえば m_{7-1} を根とする部分は，m_{7-1} が主張しているグローバルスタンダードに合わせることへの反論（m_{8-1}）と，成人年齢引き下げが経済活動に結び付くことへの反論（m_{8-2}）が提示され，m_{8-1} に関しては，さらにグローバルスタンダードと識字率や精神的習熟度の関係を取り上げ（m_{9-1}，m_{12-1}），再反論している．これらはすべて m_{7-1} の論拠の妥当性をめぐる議論である．このように発散グラフと収束グラフを用いることで，議論を論拠の提示と，その論拠の検討の 2 面に分けてとらえることができる．

8.4　検討不十分な論点

仮説　検討不十分な論点の発見するため，ある論がどれだけ精密に議論されているのかを，グラフの外形上の特徴から抽出する．このためグラフの 2 つの特徴を考える．まず，一般的に議題に対し直接提示される論よりも議題から離れた論の方が，論点の範囲が狭いので，より精密に議論していると想定できる．また 8.3 節で説明したとおり，ある論に対し強化・無効化・反復する論が存在する場合は，論拠の妥当性を議論しているのでより精密に議論されていると考えることができる．この 2 つの特徴から議論の精密さを算出し，議題に近くかつ強化・無効化・反復のない議論が検討不十分な論点とする．

手法　論 G の**深度**を論構造グラフにおける論 G から先祖への最短距離と定義する．ここで先祖はアークをたどって到着できる論のうち出次数が 0 のものとし，先祖が複数存在する場合はその最短のものとする．論 G の**被検討度**を収束グラフにおいてアークをたどって G に到達できるノードの総数と定義する．すべての論について深度と被検討度を算出し，深度が浅くかつ被検討度の小さな論を検討不十分な論点として考察する．

検証と考察　深度と被検討度を**表 2** に示す．

深度が 0 の論は議題 m_{1-1} のみであり，深度が 1 で被検討度が 0 である m_{6-2} が検討不十分な論の筆頭候補である．

m_{6-2} を議事録に立ち戻って検討すると，議論の流れの中に埋没して十分な議論が行われていないことが分かる．m_{6-2} の具体的な内容は「若者の国づくりへの参加を促すならば，民法ではなく公職選挙法で選挙年齢を引き下げるべきだ」という主張である．

© 2011 Information Processing Society of Japan

表 2　法制審議会議論の論の深度と被検討度
Table 2　Depth and review counts of argument of legislative council arguments.

深度	被検討度 8	…	4	…	2	1	0
3							m_{12-2}
2						m_{11-1}	$m_{3-1}, m_{5-1}, m_{7-2}, m_{7-3}$ $m_{8-2}, m_{9-1}, m_{12-1}, m_{12-3}$
1			m_{7-1}		m_{2-1}, m_{2-3} m_{4-1}, m_{8-1}	m_{2-2} m_{6-1}	m_{6-2}
0	m_{1-1}						

8.2 節で述べたように公職選挙法については一大争点になっている（m_{2-1}，m_{4-1}）が，これは「公職選挙法に先立って民法を議論してよいのか」という争点であった．この 2 つの争点は重なる面もあるが厳密には異なる争点である．おそらく紛らわしいために議論では 1 つの争点と認識されてしまったと推測できる．これは一見審議が尽くされているようで実は審議が尽くされていなかった論点の発見であり分析の成果といえる．

ただし，後に述べる SNS フォーラムの議論と比較すると，検討不十分と考えられる論はほとんど見られない．これは，1 つ 1 つの論点を緻密に議論する審議会における議論の性格を反映していると考えることができる．

8.5　発言のまとまり

仮説　発言に対して直前・直後の発言と話題が継続しているのかに着目して，連続する発言を一続きの発言としてまとめてとらえる．それにより，発言のまとまりと切れ目を理解することができる．

手法　発言履歴 $H = (m_1, m_2, \ldots, m_n)$ の部分順序列へのラベル付き分割 $R = \{(m_1, \ldots, m_i), (m_{i+1}, \ldots, m_{m_j}), \ldots, (m_k, \ldots, m_n))\}$，$L : R \rightarrow \{\mathtt{M}, \mathtt{L}, \mathtt{I}\}$ を考える．ここで M は**議題議論**，L は**局所議論**，I は**孤立議論**を表す．具体的な手順は次のとおりである．

- 最初の発言 m_1 は議題議論とする．
- 発言構造グラフにおいて，i 番目の発言 m_i が $i-1$ 番目の発言 m_{i-1} に対しアークを持つ場合，m_i は m_{i-1} と同じ部分順序列に含める．
- m_i が m_{i-1} に対しアークを持たない場合，$m_1, m_2, \ldots, m_{i-1}$ の属する部分順序列とは異なる新たな部分順序列に m_i を含める．このときラベルは m_i が m_1 に対しアークを持つ場合は M（議題議論）とし，そうでない場合は，m_i が他の発言からアークで指されている（入次数が 1 以上）場合は L（局所議論）とし，他の発言からアークで指されていない（入次数が 0）場合は I（孤立議論）とする．

検証と考察　分割の結果は次のようになる．議題議論：(m_1, m_2, m_3)，議題議論：(m_4, m_5)，議題議論：(m_6, m_7, m_8, m_9)，孤立議論：(m_{10})，局所議論：(m_{11}, m_{12})．

議事録に立ち返り考察すると次のことがいえる．この議論は大きく (m_1, m_2, m_3)，(m_4, m_5)，(m_6, m_7, m_8, m_9) の 3 つの議題議論により議題が提起され検討されている．それぞれ主たる内容は，公職選挙法と民法を分けて議論するべきか，民法ではなく公職選挙法が先に議論されるべきか，成人年齢はグローバルスタンダードにあわせるべきかである．(m_{10}) は他の議論と関係を有しない発言であるため孤立議論である．(m_{11}, m_{12}) は事務局側からの補足発言であり，m_{11} と m_{12} のどちらも全体を俯瞰して議題ではなく枝葉の議論に支持・反対を加えている．m_{12} は m_{11} を支持する論を含むためつながる．

このように，発言のまとまりをとらえることで，発言の間の切れ目が明確になり，大局的に何が議論されているのかが明確になる．

8.6　発言者の立場と発言者間の関係

仮説　発言者構造グラフから，発言者の**立場**として肯定側，否定側，両論，未定の 4 つのいずれであるかを推定できる．

また，**発言者間の関係**として，「互いに攻撃している」「一方的に攻撃している」「互いに補強している」「一方的に擁護している」を推定できる．

手法　発言者の立場は，まず発言の立場を発言の順番に従って次のように計算する．最初の発言 m_1 は立論側とする．m_{i-1} までの立場が決まっているとき，m_i の立場は次のように計算する．

発言構造グラフで m_j と m_i（$1 \leq j < i$）がアークを持つとき，そのラベルを $l_j \in \wp(\{\mathtt{S}, \mathtt{P}, \mathtt{U}, \mathtt{R}, \mathtt{I}\})$ とする．また m_j の立場を $s_j \in \{1, -1, 0, ?\}$ とする．ただし 1，-1，0，? はそれぞれ肯定側，否定側，両論，未定を表す．積 $l_j \cdot s_j \in \{1, -1, 0, ?\}$ を次のように定義する．$s_j = ?$ のときは未定とする．それ以外のときは次のように定義する．$l_j \cap \{\mathtt{S}, \mathtt{P}, \mathtt{I}\} \neq \emptyset \wedge l_j \cap \{\mathtt{R}, \mathtt{U}\} \neq \emptyset$ のときは 0，$l_j \subseteq \{\mathtt{S}, \mathtt{P}, \mathtt{I}\}$ のときは s_j，$l_j \subseteq \{\mathtt{R}, \mathtt{U}\}$ のときは $-s_j$．ただし $-? = ?$ とする．ここで，積 $X = \{l_1 \cdot s_1, l_2 \cdot s_2, \ldots, l_i \cdot s_i\}$ の値により m_i の立場 s_i を次のように決定する．X に 1 と -1 が両方含まれている場合は**両論**（0）とする．1 が含まれ 0 と -1 が含まれていない場合は**肯定側**（1）とする．-1 が含まれ 0 と 1 が含まれていない場合は**否定側**（-1）とする．それ以外の場合は**未定**

© 2011 Information Processing Society of Japan

(?) とする．

発言者 p による発言 $m_1, m_2, \ldots, m_n$ の立場 $S = \{s_1, s_2, \ldots, s_n\}$ の値により，上と同様に求める．

発言者と発言者の関係は次のように計算する．発言者構造グラフ $PSG = (N, A, L)$ において，発言者 $P_1, P_2 \in N$ が互いに無効化または対立しているとき，つまり，$(P_1, P_2) \in A$，$L(P_1, P_2) \cap \{\mathtt{U,R}\} \neq \emptyset$ かつ $(P_2, P_1) \in A$，$L(P_2, P_1) \cap \{\mathtt{U,R}\} \neq \emptyset$ のとき**互いに攻撃している**とする．また，$(P_1, P_2) \in A$，$L(P_1, P_2) \cap \{\mathtt{U,R}\} \neq \emptyset$ かつ $(P_2, P_1) \in A$，$L(P_2, P_1) \cap \{\mathtt{U,R}\} = \emptyset$ のとき P_1 は P_2 を**一方的に攻撃している**とする．同様に S，P，I に関して**互いに補強している**，**一方的に擁護している**を定義する．

検証と考察　例の場合の発言者の立場は次のようになる．肯定側：A，C，D，G．否定側：B，E．両論：F．未定：H．

発言者間の関係は次のようになる．互いに攻撃している：$D \Leftrightarrow E$．一方的に攻撃している：$B \to A$，$C \to B$，$D \to B$，$E \to A$，$G \to B$，$H \to B$．互いに補強している：該当なし．一方的に擁護している：$D \to A$，$H \to E$，$H \to G$．

ここから次のような考察ができる．B は 4 人から一方的に攻撃されているが，これは B は反論をいったん認めたうえで，納得できない部分を新たな争点の提示という形で提案しているためであり，また後半は発言機会がなかったためと考えられる．しかし 4 人から攻撃されている点で，最大の争点を提示した人であることが分かる．

9. 分析事例 2：SNS フォーラムの議論

分析事例の 2 つ目として，SNS サイトのフォーラムで議論された第二東名の建設是非をめぐる議論[18) を取り上げる．

この議論は，オンライン上の議論であり，発言順（時系列順）に並ぶスレッド形式の掲示板で行われた．SNS のコミュニティの参加者であれば誰でも書き込むことができ，当該コミュニティは参加者が 1,000 人を超えるコミュニティであるため，匿名性は高い．ただし SNS の性質上，発言者とログインユーザが結び付いており，発言者の異同を特定することができる性質を持つ．司会役は不在であった．発言期間は約 1 カ月，参加者は 14 人で，総発言数（レス数）は 19 であった．

本議論の分析にあって利用した元データは，スレッド形式の掲示板のログそのものであり，1 つ 1 つの発言（レス）を，SPURI の 1 つの発言となるように構造化した．SPURI により構造化した議論の詳細は紙幅の都合上省略し，主張と論（発言）の対応のみを付録 A.2 に示す．すべての発言の和として得られる議論グラフは**図 8** である．

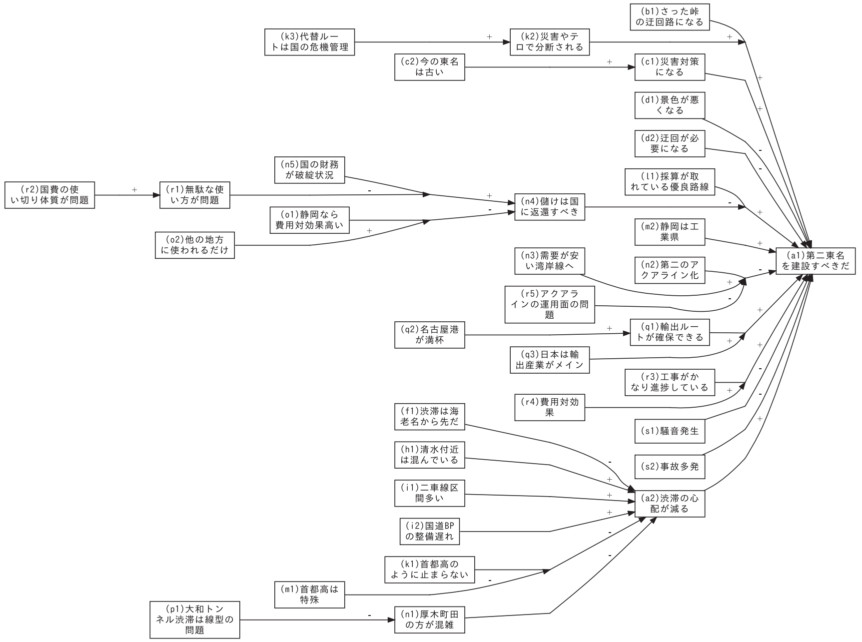

図 8　SNS フォーラム議論の議論グラフ
Fig. 8　Argumentation graph of SNS forum argument.

以下，法制審議会の場合と同様の分析を行った結果を説明する．手順は 8 章で示したものと共通なので，ここでは結果と分析だけを示す．

9.1 議論の値

図 8 の議論値を計算すると根 $a1$ の値は？となる．葉に近い言明で見ると $a2$ がすでに？となっている．これは，いっただけでそのままになる言明や主張が多数存在する，SNS における議論の性格が出たものと考えられる．

9.2 争点と非争点

論の入次数は**表 3** のようになる．

ここから次の考察ができる．上位にある m_{1-1}，m_{2-1}，m_{3-1}，m_{4-1}，m_{5-1}，m_{10-1}，m_{6-1} はいずれも議題である「第二東名の建設是非」を直接支持・反対する論である．この

© 2011 Information Processing Society of Japan

表 3　SNS フォーラム議論の論の入次数（4 以上）
Table 3　Indegree of argument of SNS forum argument.

入次数	論
17	m_{1-1}
12	m_{2-1}
10	m_{3-1}
9	m_{4-1}
8	m_{5-1}, m_{10-1}
7	m_{6-1}
6	m_{12-1}
4	$m_{6-2}, m_{13-1}, m_{14-1}$
3 以下は省略	

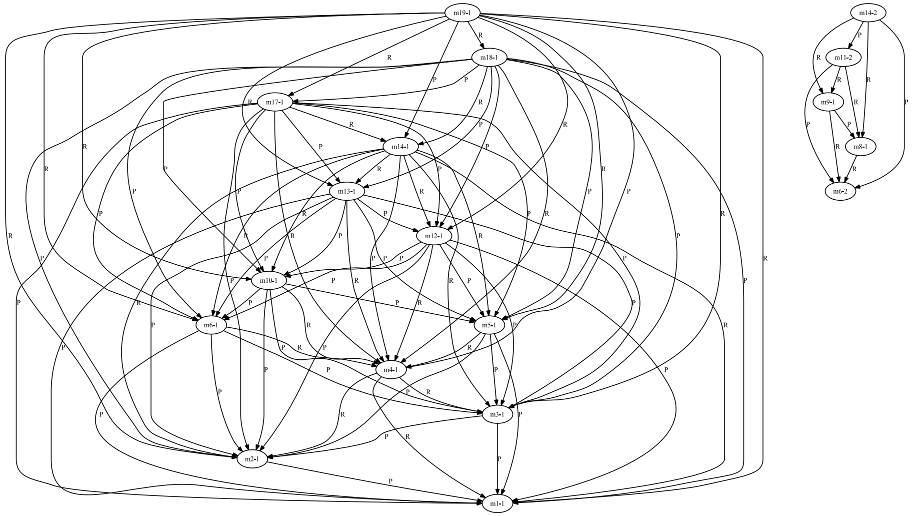

図 9　SNS フォーラム議論の発散グラフ
Fig. 9　Diversion graph of SNS forum argument.

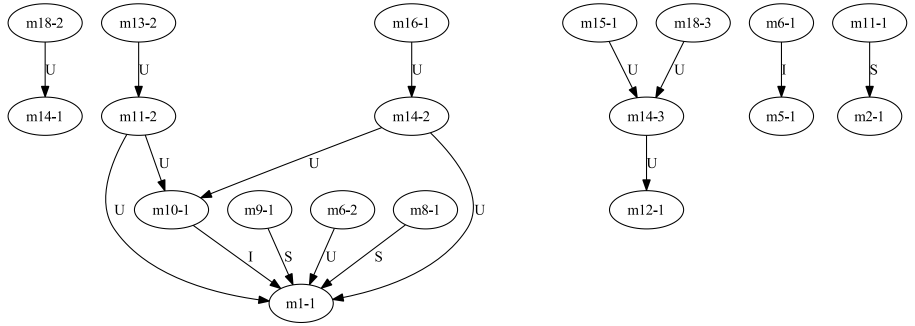

図 10　SNS フォーラム議論の収束グラフ
Fig. 10　Conversion graph of SNS forum argument.

ことから，この事例は議題に対する直接の支持・反対が非常に多いということが分かる．実際，論構造グラフで確認すると 13 個ある．この場合，発言の順番が前であるほど多くの入次数を持つため発言順に並んでいる．しかしそれを考慮しても，m_{1-1} と m_{10-1}（m_{1-1} の反復）は特異的に入次数が多いと考えられる．したがって m_{1-1} と m_{10-1} には，議題とは別の争点が含まれていると推定できる．内容を確かめると渋滞の是非に言及しているが，渋滞の是非は 19 の発言中 10 発言で言及され，議題についで大きな争点となっている．

9.3　発散部分と収束部分の分離

発散グラフを**図 9**，収束グラフを**図 10** に示す．ここから次のことを読み取ることができる．

発散グラフは 2 つの連結グラフから構成されている．13 個のノードからなる大きな連結グラフは議題である第二東名の建設推進について直接的に支持・反対する論である．これに対し 5 個のノードからなる小さな連結グラフは第二東名の渋滞解消効果の有無について支持・反対する議論である．したがって発散グラフから，議論は大きく第二東名の建設推進の是非と，第二東名の渋滞解消効果の有無の 2 つに分かれていることが理解できる．

収束グラフは，法制審議会の 8.3 節の分析と同様に根に着目すると，根は 5 つある．この 5 つの根はすべて発散グラフの大きな連結グラフのノードである．また，小さな連結グラフの 5 個のノードのうち m_{8-1}，m_{9-1}，m_{11-2}，m_{14-2} は収束グラフのうち m_{1-1} を根とする連結グラフに出現する[⋆1]．このように，1 つの論が発散と収束の 2 つの役割を有することがあるが，発散グラフと収束グラフに分離することで役割を分けて表現できる．

8.3 節の法制審議会の場合と比較して発散グラフのノード数が大変多い．これは，法制審議会が 1 つの意見を深く検討する性質を持つのに対して，SNS フォーラムでは意見を多く

⋆1 両者に出現する理由は，小さな連結グラフの議論が大きな連結グラフの議論の子となる議論であるためである．たとえば大きな連結グラフのノードへの無効化が，同時に小さな連結グラフのノードへの並立となる場合がある．

© 2011 Information Processing Society of Japan

出し合う性質を持つことを表している．

発散グラフと収束グラフにより，複雑な議論の構造を単純化し，直感的に把握することが可能になると考えられる．

9.4　検討不十分な論点

8.4 節と同様に深度が 1 で被検討度が 0 の論に着目すると，m_{3-1}，m_{4-1}，m_{6-1}，m_{6-2}，m_{8-1}，m_{9-1}，m_{13-1}，m_{17-1}，m_{18-1}，m_{19-1} の 10 個が該当する．

これらはいずれも 1 度提示されたまま振り返られていない論点である．たとえば m_{3-1} では災害の代替路という視点，m_{13-1} は静岡県の工業経済への貢献という視点を示しているが，議論が流れてまったく振り返られていない．

また，法制審議会の場合（8.4 節）は 1 つだったのが，SNS フォーラムでの議論が 10 個も該当する理由は，議論の性質が異なることに起因していると考えることができる．法制審議会では 1 つ 1 つの論拠を緻密に確認するが，SNS フォーラムでの議論は思いつくことを淡々と述べる傾向が見られる．このように，議論そのものの緻密さに関しても考察することができると考えられる．

9.5　発言のまとまり

分割の結果は次のようになる．議題議論：$(m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6)$，孤立議論：$(m_7)$，議題議論：$(m_8, m_9)$，議題議論：$(m_{10}, m_{11})$，議題議論：$(m_{12}, m_{13}, m_{14}, m_{15})$，孤立議論：$(m_{16})$，議題議論：$(m_{17}, m_{18}, m_{19})$．

この結果は次のように考察できる．$(m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6)$ は議題に対して支持と反対の論拠を出し合っている．(m_7) は議論と関係のないコメントであり，(m_8, m_9) は m_6 に続き論拠を出している．(m_{10}, m_{11}) は m_{10}（m_1 の反復）が議題への並立で議論を振り出しに戻している．$(m_{12}, m_{13}, m_{14}, m_{15})$ は m_{12} が議題への並立で議論を振り出しに戻している．(m_{16}) は単発で m_{14} への反論を行っている．(m_{17}, m_{18}, m_{19}) は m_{17} が議題への並立で議論を振り出しに戻している．

基本的には今回の議論は，議題に関する論拠を出し合う形で議論が進み，議論が枝葉末節に入ると，ある発言が直接議題に対して論拠を提示することで，新しい議題議論が始まる形が繰り返されているパターンが理解できる．

9.6　発言者の立場と発言者間の関係

発言者の立場は次のようになる．肯定側：A，B，C，E，H，I，J，L，M．否定側：D，N．両論：F，K．未定：G．肯定側が 14 人中過半の 9 人であり，否定側はわずか 2 人しかいないことが分かる．両論の 2 人は基本的に建設を肯定しつつ，一部肯定側の論旨の否定を行っている．

発言者間の関係のうち，互いに攻撃しているのは $H \Leftrightarrow K$，$I \Leftrightarrow K$ であり，互いに養護しているのは $H \Leftrightarrow I$，$H \Leftrightarrow J$ である．

10. ま と め

本論文では，議論分析フレームワーク SPURI を定義し，SPURI を用いて議論を分析するための一連の方法を提案した．

SPURI は，実際の議論を論理的構造に着目して分析することを目指した．そのため議論フレームワークである ArguMed を土台に，以下の独自の拡張を行った．まず，グラフ構造として木構造から DAG に近い構造に拡張することで，実際の議論に適したフレームワークを構築した．また，議論を発言の繰返しとして構造化することで，議論の展開過程をモデル化した．さらに，議論の構造を巨視的にとらえる論を導入し，論構造グラフや発言構造グラフにより，議論の論理的構造の巨視的把握を可能にした．

SPURI では計算機による分析を目指し，DefLog を基にした意味論の定義も行った．記述の自由さと推論の強力さのバランスが良く，実際に行われた議論が記述でき，議論値の計算により，成立と未定の判定が可能となった．

SPURI を用いた分析手法として，議論グラフを発言の支持・反対の構造に着目し巨視的にとらえる論を定義し，論と論の関係として強化，並立，無効化，対立，反復の 5 種類を定義した．この関係を基にして，争点は何か，議論が十分尽くされてない論点は何か，議論の流れを転換した発言は何か，議題に賛成（反対）している発言者は誰かが抽出でき，議論の内容とも合うものであった．

SPURI の実用性を検証するため，本研究では，2 つの事例を実際に SPURI を用いて分析した．法制審議会は会議方式の専門家委員会であり，SNS フォーラムの議論はオンライン（Web フォーラム）での市民議論である．今回の分析ではいずれのケースにおいても意味のある考察を引き出すことができ，これらは従来研究では分析できないものであった．また，分析で明らかにしたとおり，法制審議会は 1 つ 1 つの論点を緻密に議論するタイプの議論であり，SNS フォーラムの議論は論点を広く多く出すことに主眼が置かれたタイプの議論である．このことは，SPURI が 2.1 節の前提条件を満たす限り，会議の形式が対面形式か，オンライン形式かを問わずに適用できること，また，厳密に論証するタイプの議論だけでなく，論点が分散し移り変わっていくカジュアルな議論にも適用できることを示している．特定の議論様式（対面，オンラインの区別），議論の厳密さの程度とは無関係に広く

© 2011 Information Processing Society of Japan

適用でき，従来研究でできなかった意味のある分析を簡単にできることは，SPURI の優位性・実用性を示している．

SPURI の今後の課題として次の 2 点を考えている．

1 つ目は，分析者（議論グラフの記述者）によって論理記述の一意性が保たれるのかを被験者実験により実証することである．この点に関し，著者らは次の仮説を持っている．第 1 に，正しい記述か誤った記述かは検証可能であるため*1熟練により議論グラフのゆらぎは収束するのではないか．第 2 に，主張の記述においては分析者によりゆらぎが生じても，主張単位よりも大きな，本研究の基本分析単位である論の単位ではゆらぎが減少し許容範囲に収まるのではないか．いずれの仮説も今後被験者実験を行い検証したいと考えている．

2 つ目は，SPURI を用いて分析した場合と，SPURI を用いずに文章を基に同様の分析を行った場合の分析結果を第三者に比較評価してもらうことである．このことにより，SPURI に優位性がある分析を特定し，SPURI の活用場面を明確にしたい．

SPURI の将来展開として，意味論である議論値を活用し論や発言の論証状態を推論することにより，議論の優位・不利や勝ち負けの変化に踏み込んだ分析手法を提案したい．SPURI の究極の目標は，議論全体の論証状態（議論値）がどのように推移・展開したかを可視化することであると考えている．これにより，議論が論理的観点から見て妥当なプロセスで行われたのか，結論は確からしいといえるのかといった分析が可能になる．これらの分析が可能になれば，Web や情報公開制度であふれかえる議論を反省するための有用なツールになると考える．本論文で提案した分析手法は基本的にはグラフの形態に基づいたものであり，議論値を活用した分析に踏み込めてはいない．今後，議論値を活用した分析手法を提案し，上述の目標を達成したい．

参　考　文　献

1) Bench-Capon, T.J.M. and Dunne, P.E.: Argumentation in artificial intelligence, *Artificial Intelligence*, Vol.171, No.10-15, pp.619–641 (2007).
2) Brossmann, B. and Canary, D.: An observational analysis of argument structures: The case of Nightline, *Argumentation*, Vol.4, No.2, pp.199–212 (1990).
3) Shum, S.J.B. and Hammond, N.: Argumentation-based design rationale: What use at what cost?, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.40, No.4, pp.603–652 (1994).

*1 元々の議論自体に曖昧さのある場合は，当然記述の正誤も判断できない．ただし，現時点では SPURI は曖昧さの残る議論は分析対象としていない．

4) Shum, S.J.B., Uren, V., Li, G., Sereno, B. and Mancini, C.: Modeling naturalistic argumentation in research literatures: Representation and interaction design issues: Research Articles, *International Journal of Intelligent Systems*, Vol.22, No.1, pp.17–47 (2007).
5) Chesñevar, C.I., Maguitman, A.G. and Loui, R.P.: Logical models of argument, *ACM Computing Surveys*, Vol.32, No.4, pp.337–383 (2000).
6) Conklin, J. and Begeman, M.L.: gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion, *CSCW '88: Proc. 1988 ACM Conference on Computer-supported Cooperative Work*, New York, USA, ACM, pp.140–152 (1988).
7) Gordon, T.F. and Karacapilidis, N.: The Zeno argumentation framework, *ICAIL '97: Proc. 6th International Conference on Artificial Intelligence and Law*, New York, USA, ACM, pp.10–18 (1997).
8) Karacapilidis, N. and Papadias, D.: Computer supported argumentation and collaborative decision making: The HERMES system, *Information Systems*, Vol.26, No.4, pp.259–277 (2001).
9) Kirschner, P.A., Shum, S.J.B. and Carr, C.S. (Eds.): *Visualizing argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*, Springer-Verlag, London (2003).
10) Pollock, J. and Cruz, J.: *Contemporary theories of knowledge*, Rowman and Littlefield Publishers (1999).
11) Reed, C. and Rowe, G.: Araucaria: Software for argument analysis, diagramming and representation, *International Journal of AI Tools*, Vol.14, No.3, pp.961–980 (2004).
12) Reed, C. and Grasso, F.: Recent advances in computational models of natural argument, *International Journal of Intelligent Systems*, Vol.22, No.1, pp.1–15 (2007).
13) Selvin, A., Shum, S.J.B., Sierhuis, M., Conklin, J., Zimmermann, B., Palus, C., Drath, W., Horth, D., Domingue, J., Motta, E. and Li, G.: Compendium: Making meetings into knowledge events, *Knowledge Technologies 2001*, Austin, USA (2001).
14) Shum, S.B., Sierhuis, M., Conklin, J., Conklin, J., Selvin, A. and Selvin, A.: Facilitated Hypertext for Collective Sensemaking: 15 Years on from gIBIS, *Proc. 12th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia* (*Hypertext'01*), pp.123–124, ACM Press (2001).
15) van Gelder, T.: Enhancing deliberation through computer supported argument visualization, *Visualizing Argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*, pp.97–115, Springer-Verlag, London (2003).
16) Verheij, B.: Automated argument assistance for lawyers, *ICAIL '99: Proc. 7th International Conference on Artificial Intelligence and Law*, New York, USA, ACM, pp.43–52 (1999).

© 2011 Information Processing Society of Japan

17) Verheij, B.: DefLog: On the logical interpretation of prima facie Justified assumptions, *Journal of Logic and Computation*, Vol.13, No.3, pp.319–346 (2003).
18) ミクシィ静岡県コミュニティ：「第二東名問題はどうですか？」トピック (2004). http://mixi.jp/view_bbs.pl?id=119053&comm_id=1042
19) 垂水浩幸：グループウェアとその応用，共立出版 (2000).
20) 松村真宏，加藤　優，大澤幸生，石塚　満：議論構造の可視化による論点の発見と理解，日本ファジィ学会誌，Vol.15, No.5, pp.554–564 (2003).
21) 中川善典：異なる場面での類似発言に注目した発話者の信念の抽出と論点推定，社会技術研究論文集，Vol.1, No.0, pp.38–47 (2003).
22) 法務省法制審議会：法制審議会第 159 回会議議事録 (2009). http://www.moj.go.jp/SHINGI2/090917-1.html
23) 柴田裕介，山口和紀：議論の論理構造に着目した議論分析手法の提案，情報処理学会研究報告，人文科学とコンピュータ研究会報告，Vol.2007, No.9, pp.41–48 (2007).

付　　録

A.1　法制審議会議事録の SPURI による構造化

8 章で取り上げた法制審議会議論[22] の SPURI による構造化を示す．本文は構造化に関係する部分のみを抜き出した要約である．

記法の説明をする．m_i は i 番目の発言を表す．$A, B, C, \ldots$ は参加者の名前を表す．発言を主張の集合として記述する．また各発言の最後に付した [ ] 内はその発言の論を表している．言明の記号，論の名前，発言番号，参加者の名前は，図 5 の議論グラフ，図 2 の論構造グラフ，図 3 の発言構造グラフ，図 4 の発言者構造グラフに対応している．

m_1: A; $a2 \xrightarrow{+} a1, a3 \xrightarrow{+} a1, a4 \xrightarrow{+} a1$　民法が定める成年年齢を 18 歳に引き下げるべきである ($a1$)．第一に，若年者が将来の国づくりの中心であるという強い決意を示すことができる ($a2$)．第二に，グローバルスタンダードに合わせることができる ($a3$)．第三に，契約年齢が引き下げられると，法律上も自ら得た金銭を自らの判断で費消できる ($a4$)．[m_{1-1} : $\{a2 \xrightarrow{+} a1, a3 \xrightarrow{+} a1, a4 \xrightarrow{+} a1\}$]

m_2: B; $b1 \xrightarrow{-} a1, b2 \xrightarrow{-} a1, b3 \xrightarrow{-} a2, b4 \xrightarrow{-} (a4 \xrightarrow{+} a1)$　反対である．第一に，若者が国づくりの中心であることを示すには，民法よりも公職選挙法の影響の方が大きい ($b3$)．第二に，現状で契約年齢を引き下げないと困るような問題はない ($b4$)．第三に，公職選挙法の改正について具体的方向が決まっていない ($b1$)．第四に，改正のために必要と書かれている消費者教育などは 1，2 年では実現できない ($b2$)．[m_{2-1} : $\{b1 \xrightarrow{-} a1, b2 \xrightarrow{-} a1\}$; m_{2-2} : $\{b3 \xrightarrow{-} a2\}$; m_{2-3} : $\{b4 \xrightarrow{-} (a4 \xrightarrow{+} a1)\}$]

m_3: C; $c1 \xrightarrow{-} (b1 \xrightarrow{-} a1), c2 \xrightarrow{+} c1, c3 \xrightarrow{+} c1$　国民投票法の附則が諮問の発端であり ($c2$)，また，民法と公職選挙法で成人年齢が違っても憲法上は問題ない ($c3$) ので，民法と公職選挙法は別々に議論できる ($c1$)．[m_{3-1} : $\{c1 \xrightarrow{-} (b1 \xrightarrow{-} a1), c2 \xrightarrow{+} c1, c3 \xrightarrow{+} c1\}$]

m_4: B; $c2 \xrightarrow{+} d1, d1 \xrightarrow{-} a1$　国民投票法の附則が諮問の発端である ($c2$) ならば，公職選挙法の改正がまず先に議論されるべきである ($d1$)．[m_{4-1} : $\{c2 \xrightarrow{+} d1, d1 \xrightarrow{-} a1\}$]

m_5: C; $e2 \xrightarrow{+} e1, e1 \xrightarrow{-} (c2 \xrightarrow{+} d1)$　国民投票法は民法とも公職選挙法とも無関係である ($e2$) ので，国民投票法の改正は民法の改正を必要としない ($e1$)．[m_{5-1} : $\{e2 \xrightarrow{+} e1, e1 \xrightarrow{-} (c2 \xrightarrow{+} d1)\}$]

m_6: B; $b3 \xrightarrow{-} a2, f1 \xrightarrow{-} a1$　いいたいことは，若者が国づくりの中心であることを示す ($a2$) には，民法よりも公職選挙法の影響の方が大きい ($b3$) のではないかということ．また，他の法令への影響を考慮すべき ($f1$) である．[m_{6-1} : $\{f1 \xrightarrow{-} a1\}$; m_{6-2} : $\{b3 \xrightarrow{-} a2\}$]

m_7: D; $g1 \xrightarrow{+} a1, a3 \xrightarrow{+} a1, g3 \xrightarrow{+} g2, g2 \xrightarrow{-} (b2 \xrightarrow{-} a1), g2 \xrightarrow{-} f1$　法務省の観点なので外部への影響に囚われる必要はない ($g2$)．民法が変われば突破口となり他も変わる ($g3$) だろう．それよりも，成人年齢引き下げにより，活動人口が増加し生産や消費が活発になること ($g1$) と，グローバルスタンダードに合わせることができること ($a3$) がメリットである．[m_{7-1} : $\{g1 \xrightarrow{+} a1, a3 \xrightarrow{+} a1\}$; m_{7-2} : $\{g3 \xrightarrow{+} g2, g2 \xrightarrow{-} (b2 \xrightarrow{-} a1)\}$; m_{7-3} : $\{g3 \xrightarrow{+} g2, g2 \xrightarrow{-} f1\}$]

m_8: C; $h1 \xrightarrow{-} (a3 \xrightarrow{+} a1), h2 \xrightarrow{-} (g1 \xrightarrow{+} a1)$　20 歳に制定した当時はグローバルスタンダードを意識してはいなかった ($h1$) ので，グローバルスタンダードに合わせることができること ($a3$) には疑問がある．また，活動人口が増加し生産や消費が活発になること ($g1$) についても，18 歳より下げることはできるため，18 歳とする理由にはならない ($h2$) のではないか．[m_{8-1} : $\{h1 \xrightarrow{-} (a3 \xrightarrow{+} a1)\}$; m_{8-2} : $\{h2 \xrightarrow{-} (g1 \xrightarrow{+} a1)\}$]

m_9: D; $i1 \xrightarrow{-} (h1 \xrightarrow{-} (a3 \xrightarrow{+} a1))$　当時は日本人の識字率が他国よりも高かった ($i1$) ので，20 歳に制定した当時にグローバルスタンダードを意識してはいなかった ($h1$) としても反論にはならない．[m_{9-1} : $\{i1 \xrightarrow{-} (h1 \xrightarrow{-} (a3 \xrightarrow{+} a1))\}$]

m_{10}: F; $\{\}$　今のままでもいいと思うし，変えてもいいと思う．変える場合は，手続きの際に気をつけて欲しいことがある（内容は省略）．[論はなし]

m_{11}: G; $k1 \xrightarrow{-} (b4 \xrightarrow{-} (a4 \xrightarrow{+} a1))$　最後に部会長からコメントをする．この問題は現状の困りごとではなく今後の社会のあり方をどう変えるかが問われている ($k1$) ので，現状で特に何か問題があるわけではない ($b4$) とはかかわらず議論を進めてきた．[m_{11-1} : $\{k1 \xrightarrow{-} (b4 \xrightarrow{-} (a4 \xrightarrow{+} a1))\}$]

© 2011 Information Processing Society of Japan

m_{12}: H; $l1\stackrel{+}{\to}h1, c2\stackrel{+}{\to}k1, c2\stackrel{+}{\to}l2, l2\stackrel{-}{\to}d1$　最後に事務局から補足する．20 歳に制定した当時の理由は，当時の日本人の精神的成熟度と平均寿命を総合考慮したもの ($l1$) といわれている．この議論は国民投票法の附則が諮問の発端であるため ($c2$)，現状の困りごとではなく今後の社会のあり方をどう変えるかを議論し ($k1$)，また公職選挙法の改正は前提として議論してきた ($l2$)．[$m_{12-1}: \{l1\stackrel{+}{\to}h1\}; m_{12-2}: \{c2\stackrel{+}{\to}k1\}; m_{12-3}: \{c2\stackrel{+}{\to}l2, l2\stackrel{-}{\to}d1\}$]

A.2　SNS フォーラム議論の SPURI による構造化（発言と論のみ）

9 章で取り上げた SNS フォーラム議論[18] の SPURI による構造化を示す．詳細は紙面の都合上省略し，ここでは論と主張の対応のみを示す．記号と言明の対応は図 8 を参照のこと．なお論 m_{i-j} は発言 m_i に含まれる論を示しているので，発言と主張の対応も同時に示している．先頭の $A, B, C, \ldots$ は発言者の名前を表す．

A　$m_{1-1}: \{a2\stackrel{+}{\to}a1\}$

B　$m_{2-1}: \{b1\stackrel{+}{\to}a1\}$

C　$m_{3-1}: \{c2\stackrel{+}{\to}c1, c1\stackrel{+}{\to}a1\}$

D　$m_{4-1}: \{d1\stackrel{-}{\to}a1, d2\stackrel{-}{\to}a1\}$

E　$m_{5-1}: \{c1\stackrel{+}{\to}a1\}$

F　$m_{6-1}: \{c1\stackrel{+}{\to}a1\}; m_{6-2}: \{f1\stackrel{-}{\to}a2\}$

G　m_7 は論なし (主張もなし)．

H　$m_{8-1}: \{h1\stackrel{+}{\to}a2\}$

I　$m_{9-1}: \{i1\stackrel{+}{\to}a2, i2\stackrel{+}{\to}a2\}$

J　$m_{10-1}: \{a2\stackrel{+}{\to}a1\}$

K　$m_{11-1}: \{k2\stackrel{+}{\to}(b1\stackrel{+}{\to}a1), k3\stackrel{+}{\to}k2\}; m_{11-2}: \{k1\stackrel{-}{\to}a2\}$

L　$m_{12-1}: \{l1\stackrel{+}{\to}a1\}$

I　$m_{13-1}: \{m2\stackrel{+}{\to}a1\}; m_{13-2}: \{m1\stackrel{-}{\to}(k1\stackrel{-}{\to}a2)\}$

K　$m_{14-1}: \{n3\stackrel{+}{\to}(n2\stackrel{-}{\to}a1), n2\stackrel{-}{\to}a1\}; m_{14-2}: \{n1\stackrel{-}{\to}a2\};$
$m_{14-3}: \{n5\stackrel{+}{\to}n4, n4\stackrel{-}{\to}(l1\stackrel{+}{\to}a1)\}$

I　$m_{15-1}: \{o1\stackrel{-}{\to}n4, o2\stackrel{+}{\to}(o1\stackrel{-}{\to}n4)\}$

I　$m_{16-1}: \{p1\stackrel{-}{\to}n1\}$

M　$m_{17-1}: \{q3\stackrel{+}{\to}(q1\stackrel{+}{\to}a1), q2\stackrel{+}{\to}q1, q1\stackrel{+}{\to}a1\}$

H　$m_{18-1}: \{r3\stackrel{+}{\to}a1, r4\stackrel{+}{\to}(r3\stackrel{+}{\to}a1),\}; m_{18-2}: \{r5\stackrel{-}{\to}(n2\stackrel{-}{\to}a1)\};$
$m_{18-3}: \{r1\stackrel{-}{\to}(n5\stackrel{+}{\to}n4), r2\stackrel{+}{\to}r1\}$

N　$m_{19-1}: \{s1\stackrel{-}{\to}a1, s2\stackrel{-}{\to}a1\}$

(平成 22 年 5 月 10 日受付)
(平成 22 年 12 月 1 日採録)

柴田　裕介（正会員）

1982 年生．2007 年東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修士課程修了．同年株式会社リコー入社．検索システムの研究開発に従事．

山口　和紀（正会員）

1956 年生．1979 年東京大学理学部数学科卒業．1981 年東京大学理学部助手．1985 年理学博士（東京大学）．1989 年筑波大学電子情報工学系講師．1992 年東京大学教養学部助教授．1999 年東京大学情報基盤センター教授．2007 年東京大学大学院総合文化研究科教授．コンピュータのためのモデリング全般に興味を持つ．ACM 会員．

© 2011 Information Processing Society of Japan