

多元的議論構造の可視化手法： 社会技術としての政策論議支援

A PLURALIST APPROACH TO VISUALISATION OF POLICY DISCOURSE:
ARGUMENTATION SUPPORT AS SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS

堀田 昌英¹・榎戸 輝揚²・岩橋 伸卓³

¹PhD 東京大学大学院助教授 工学系研究科社会基盤工学専攻 (E-mail: horita@ken-mgt.t.u-tokyo.ac.jp)
社会技術研究システム・ミッションプログラム 非常勤研究員(兼任)

²東京大学 理学部物理学科 (E-mail: tohsen@kd6.so-net.ne.jp)

³東京大学 工学部化学生命工学科 (E-mail: t30679@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

本論文は多元主義的アプローチに基づいた政策論議の構造化手法を提案する。議論の論理的及び言語学的構造を視覚的に表すことで議論の支援を行うシステムはこれまでも社会問題に適用されてきた。しかし議論支援システムを複雑な社会問題の理解に役立てるためには、互いに対立する事実認識や価値観を抽出し、それらが同時に説得的であり得るような議論を既存の情報から再構築することが必要になる。本研究で提案する手法は、多数の議論や情報資源の中から特に複雑でかつ注目に値する一連の議論を抽出するための指針を与えるものである。本手法は情報システムとして実用化され、公共的な議論の支援に適用された。本論文では事例研究の結果と社会技術システム論への含意について述べる。

キーワード：政策論議，議論支援システム，問題構造化，多元主義，ランダム・ツリー

1. はじめに

社会的意思決定を行う際に考慮されるべき社会の多様性は、決定のあらゆる段階で顕在化しうる。人々が有する異なる事実認識、異なる論理、異なる価値観、異なる道徳観、異なる見解への異なる対時の仕方などは、そのほんの一例に過ぎない。現代社会における問題解決を考えると、この社会の多様性は時に自明の前提として、時に問題解決を複雑または困難にする障壁として、時に現代社会を根幹から支える根元的原理として様々に評価されてきた。

社会の成員が集まり共通の問題について討議を行う公共の場では、これらの異なる利害や見解の一つ一つが検討され、時に互いに衝突することによってその妥当性、正当性、蓋然性が量られる。現代の社会的意思決定においてはこの公共の場における討議のプロセスを如何にして有意義なものにしていくかが重要な課題となっている。Fisher and Forrester¹⁾の言葉をそのまま用いれば、政策策定とは偏に大人数の利害関係者が持つ異なる見解と、対立する価値観をいかに取り扱うか、という問題に尽きる。

このような討議の場が社会制度として機能するためには、公開性、公正性、公平性、中立性等の民主主義の基本的要件を満たしていることが必要である。古代ギリシャのポリスに始まり、近代議会、公共メディア、近年の

e-デモクラシーの取り組みに至るまで、このような公共的な討議の場を確立するための多くの努力がこれまでにもなされてきた。本研究はこの社会コミュニケーションの歴史的変遷を踏まえつつ、新しい情報通信技術が如何にして政策論議の過程を支援しうるかという問題に取り組む。

筆者らは先行研究において、社会的問題に関する議論の内容を構造化する手法を提案し、議論支援システムの試行的開発を行った²⁾。本論文の目的はこの構造化手法をさらに発展させ、実際の政策論議支援システムを実用化することである。

本研究の構成は以下の通りである。まず第2章において議論支援システムに関する既往研究を整理し、政策論議への適用可能性と必要とされる種々の機能的・制度的要件を論じる。第3章および第4章では、先行研究に基づいた新しい議論可視化手法を提案し、その手法を用いた議論支援システムの開発事例について報告する。第5章で結論として、議論支援システムの社会技術システム論への含意について述べる。

2. 議論支援システムと政策決定

議論支援システムは一般に次のような機能を有する情報システムとされる。すなわち、i) 議論の構造を可視化

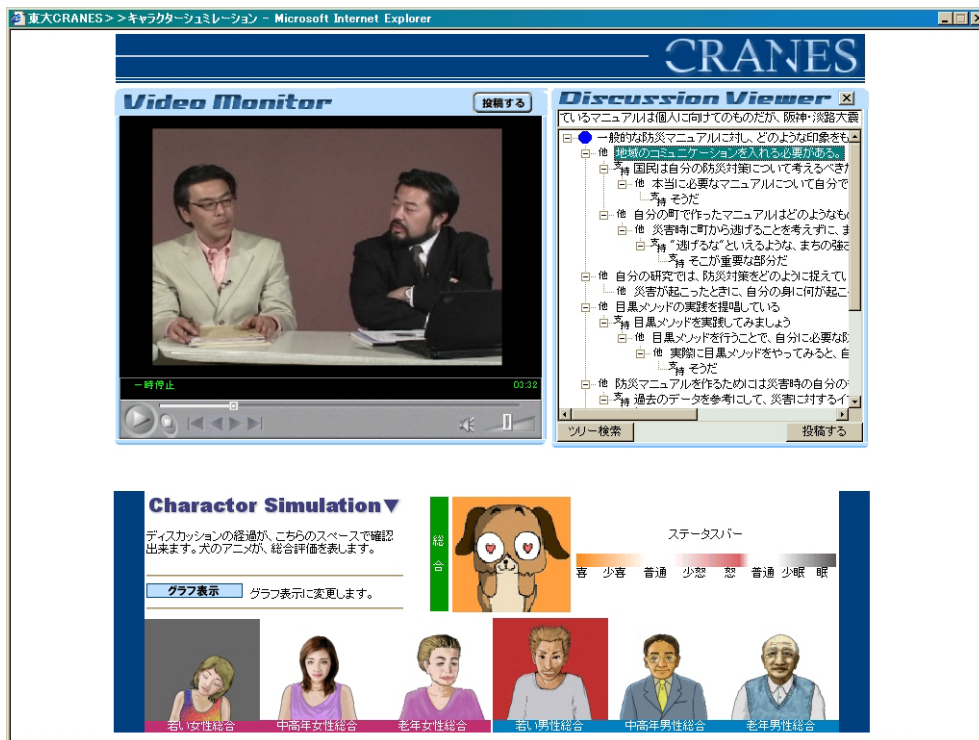


Fig.1 動画メディアとしてのCRANES実装例

し, ii) 大人数のユーザーによる同期的, または非同期的な議論への参画を可能にし, iii) 一貫性, 論理性, 叙述性などを基準とした各議論の評価を行うものである. これまでに開発されている議論支援システムの多くは Toulmin³⁾の議論モデルに依拠している. これは, 議論を事実, 主張, 命題, 根拠, 条件, 反駁の6つの類型からなる小単位に分類し, それぞれの関係を有向グラフとして形式化するものである. Toulmin のモデルを適用した議論支援システムとしては, gIBIS⁴⁾, Quest Map⁵⁾, Oval⁶⁾ 等がある. 過去の実証研究では, これらの議論支援システムを用いることによって, 用いないときと比べてユーザー間の認識の差異や価値観の相違に関する理解が深まったとする報告事例もある(例えば Sillince and Saeedi⁷⁾).

このような特質から, 多くの市民が異なる意見を表明する社会的問題の決定に議論支援システムを適用する試みはこれまでもなされてきた(例えば Ball⁸⁾, Sillince⁹⁾, McBurney and Parsons¹⁰⁾等). 殆どあらゆる社会的意思決定において, それぞれの利害関係者が提示する主張の正当性や合理性を吟味するプロセスが存在するが, その中から社会の共通項として採用しうる点は何か, いかなる見解がどの見解と対立しているかを明らかにすることがしばしば大きな問題となる. このプロセスにおいて利害関係者が提示した議論は, どの議論が最も説得力を持っているかを他者が判断するときの材料になるだけでなく, 自らが弁証法的に議論を深めるときの材料にもなる. 例えば政策決定を委ねられた主体はこれらの議論支援システムを自らの判断が説明可能でかつ十分根拠づけられていることを示すために用いることができる. また逆にあ

る公共的な決定を代表者に委ねた市民は, 同じシステムを自らの意思表示や意思決定者の視野拡大のために用いることができる.

本論文の先行研究においても, 議論支援システムの社会的意思決定への適用が試みられた. ここで開発された CRANES (Coordinator for Rational Arguments through NEsted Substantiation)は議論の構造を視覚化する機能を有している. CRANES は過去に英国ロンドンの都市再生事業における住民説明会や国内公共事業をめぐる政策論議に適用された^{2), 11)}. CRANES の中心的な機能は, ユーザーが提示した議論を, 主要論点の中に「織り込む」ことである. 即ち, 議論の各部分を小単位に分けることによって入れ子(またはツリー)構造化し, それらの小単位が全体の議論の趨勢にどのように影響しているかを論理的な指標化手法により視覚化するものである.

ここでいう議論の趨勢とは, 議題となっている政策がどの程度支持されているか, 主要な論点は何か, それらが時間的にどのように推移しているか, を指す. CRANES の視覚化機能によってユーザーは各々の主張がどの程度他の議論や種々の証拠によって根拠づけられているかを, 詳細な議論の照査を行う前に把握することができる. また実際に政策論議を行う当事者にとっては, 自らの主張のどの部分が相対的に「弱い」と評価され, 補完的な説明を要しているかを知ることが可能である. CRANES はそれ自身コミュニケーション機能を有しているので, 既存の議論の分析のみならず双方向的な議論のやりとりを本システム内で行うことも可能である.

CRANES で用いられている議論の趨勢に関する指標

は様々な方法でユーザーに提示することが可能である。例えば CRANES を映像メディアとして実現した場合、動画コンテンツの中で行われた特定の発言に対して、システム上に作られたエージェントがユーザーの一連の議論に応じて種々の反応（賛意を示す、興味を示す等）をするということも可能である。

Fig.1 は Webcast の実証実験として過去に実装された CRANES の画面例である。ここでは実験のために特別に制作された討論番組の内容がツリー構造によって表示され、通常の掲示板と同様にユーザーからの発言を受け付けることができるようになっている。画面下部のエージェントはこの発言の文脈を解析し、それに応じた動作や表情を示すように設計されている。このように CRANES は議論の全体像を個々の議論を集計することによって指標化することができる。一方で政策論議の状況によっては議論の構造をより分析的に表示する必要に迫られることもある。このような要求に応えるための代替的な議論構造の可視化手法を次章以降で提案する。

3. 確率論的アプローチによる議論の要点の抽出

政策決定過程における問題の一つとして、多くの議論の中から特に注目し値するものを見つけ出すことの困難さが挙げられる。この点において政策論議を支援するものとして、著者らは先行研究において議論進行を確率過程と見なしてモデル化し、議論集中度 (Node Concentration Index; NCI) を提案した¹²⁾。本章では NCI の概要を説明し、その応用について述べる。

3.1. 議論支援システムによる要点抽出の有用性

多数の利益集団が参画する政策論議で提起される論点はしばしば多岐にわたる。さらに、情報通信技術の発達によって大量の情報を収集・蓄積・発信することが可能となったため、政策論議の内容はますます広範かつ詳細になる傾向にある。しかし、与えられる情報が多ければ多いほど、議論されている問題についてより深い理解が得られるとは限らない。むしろ、提供される情報量が参画者に扱おうとする限界を超えてしまい、議論の全体像を把握することが困難になるという問題を生じることがある。

この問題の解決策として、瑣末な情報を切り捨て、議論の要点を押さえた概略を提示するという方法が考えられる。しかし、そのような概略を実際に作成するには多大な労力を要するのに加え、内容は作成者の解釈及び表現能力に過度に依存してしまう可能性がある。本手法の目的は、複雑化した議論のやりとりを敢えて単純化された確率過程と見なすことで内容を自動的に概括し、議論参画者に提示することである。以下で、そのアルゴリズムについて説明する。

3.2. 議論の構造に基づく要点抽出の方法

一連の議論を視覚化する方法の一つに、議論を小単位に分解してノード(node)とし、関連のあるノード同士を結んでグラフを構築する手法がある。議論を分解する方法には様々なものがあるが、ここでは便宜上1つの発言を1単位とし、これを議論単位と呼ぶ¹¹⁾。1つの発言の中に複数の内容が含まれていることもあるので、発言を分割して複数の議論単位として扱うことが必要となるときもあるが、その場合でも以下の方法は同様である。ノード同士の関係において、あるノードに対する質問や返答、もしくはコメントをその「子ノード」として接続していくと、議論単位のグラフは主題となるノードを頂点とするツリー構造を持つことになる。このような手法による視覚化は、例えばインターネット上の電子掲示板システム(BBS)に見られる。

現実の議論からこのようなツリーを構築すると、ほとんどの場合、ノードの疎密が見られる。多くの返答がなされたり返答の応酬が何度も繰り返されたりして、多数の子孫ノード(子ノード及び子ノードを介して間接的に接続されているノード)を持つノードがある一方で、返答がわずかしがなく、少数の子孫ノードしか持たないノードもある。

あるノードに多数の子孫ノードが集中している場合、そのノードは多くの関連する議論の起点となっていると言える。そして、複雑化した議論を概観する際に、このようなノードは文脈を辿るための良い出発点となると考えられる。本手法の特徴は、ノードとして表現されている議論単位の内容を考慮することなく、議論単位同士のつながりという構造的な要素だけから議論の位置付けに関する推定を行うことである。ノードの集中度は以下に紹介する議論集中度¹²⁾によって定量的に測ることができるので、この指数と適当な閾値の比較により、目的のノードを自動的に抽出することができる。

3.3. 議論集中度 (Node Concentration Index; NCI)

既存のノードに対して返答がランダムになされることによって新しいノードが増えていくようなツリーを一般にランダムツリーと呼ぶ。このツリーの成長過程は、議論進行を確率過程によってモデル化したものになっている。ランダムツリーモデルでは、新たなノードが生成される過程について適当な仮定をおくことで、各ノードがある個数以上(または以下)の子孫ノードを持つ確率を計算することができる。現実の議論ツリーもランダムツリーとして扱うことにより同様な計算が可能である。議論のプロセスをランダムツリーの生成過程と見なすことによって、初期に生成されたために自然と返答の数(子孫ノード)が大きくなっているノードと、その生成時期

にしては特に返答の数が多いノードを区別することが可能になる。

今、ある議論ツリーにおいてノード F が生成され、その後、ある任意の時点で j_F 個のノードがツリー全体に追加されたとする。この時、 F の子孫ノードの個数が d_F ($0 \leq d_F \leq j_F$) である確率を、 $p_F(j_F, d_F)$ と書くことにする。 $j_F=j$, $d_F=d$ である時、ノード F の NCI_F を以下のように定義する。

$$NCI_F = -\log\left(\sum_{d \leq k \leq j} p_F(j, k)\right) \quad (1)$$

NCI は、子孫ノード数が実際の値と同じかそれ以上になる確率の負の常用対数をとったものである。あるノードの NCI の値が大きい場合、それは、それだけ稀な子孫ノードの集中が起こっているということを意味する。子孫ノード数が0のノードの NCI は最小値0をとる。逆に、追加された j 個のノード全てが自分の子孫ノードとなったノードの NCI は j に応じた最大値をとり、 j で NCI

となる。それ以外の場合、一般に NCI は $p(j, d)$ の形に依存する。よってノードの集中度が NCI によつて的確に表現されるようにするには、適切なランダムツリーモデルの採用が必要となる。以下に、完全ランダムツリーと補正ランダムツリーの2つを紹介する。

(1) 完全ランダムツリーモデル

このモデルでは、新たなノードが既存のどのノードに対しても等確率で接続すると仮定する。この仮定に従って $p(j, d)$ の漸化式を立てることができ、それらを解くと、ツリーにおいて l 番目に生成されたノードの $p(j, d)$ は以下のようになることが導かれる。

i) for $l=1, j \geq 0$,

$$p_f(j, j) = 1 \quad (2)$$

ii) for $l=1, j \geq 0, 0 \leq d \leq j-1$,

$$p_f(j, d) = 1 \quad (3)$$

iii) for $l \geq 2, j \geq 0, 0 \leq d \leq j$,

$$p_f(j, d) = \frac{(l+j-d-2)! j!}{(l+j-1)! (j-d)!} \quad (4)$$

式(2)-(4)を式(1)に適用することで、このモデルに基づく NCI が算出される。 l, j, d に様々な値を代入して NCI を比較すると、ノード総数 $l+j$ 及び子孫ノード数 d が一定の場合、 l の大きい、即ち新しいノードほど NCI が大きな値を示すことが明らかになる。これは、古いノードと新しいノードでは前者の方が子孫ノードを手に入れる機会が多く、子孫ノード数が大きくなりやすいという傾向を反映している。

(2) 補正ランダムツリーモデル

完全ランダムツリーモデルはもっとも単純なモデルであり、現実の議論ではある種のノードが他のノードより返答されやすい傾向にあることを考慮していない。例えば、i) 議論参加者が一箇所に集まり、会話形式で議論をしている場合、直前の発言に対して返答がなされるものが圧倒的に多い、ii) 古い発言ほど返答されることが少ない、iii) 議論ツリーで末端に位置するノード(すなわちリーフ)はより返答を受けやすい、等である。

補正ランダムツリーモデルでは、この内最も顕著であると考えられる i) の傾向を以下のような仮定によって明示化する。まず、ツリーの中で最後に生成されたノードを最終ノードと呼ぶことにする。そして、新たなノードは完全ランダムツリーと同様、等確率で既存のノードのいずれかへの返答となるが、最終ノードへの返答となる確率だけは他のノードの $1+b$ 倍であるとする。 b は適当な正数で、バイアスと呼ぶことにする。

バイアスを導入した結果として、補正ランダムツリーモデルも $p(j, d)$ を求める漸化式が得られる。完全ランダムツリーモデルとは異なり、これらの漸化式を解析的に解くことはできないが、アルゴリズムとして計算機上に実装することは可能である。

これらの漸化式から $p(j, d)$ を求め、 NCI を計算すると、最終ノードへの返答となっている子孫ノードが多い場合は、完全ツリーモデルと比較して NCI の値が低くなる。すなわち、そのような現象が起きる希少性を過大評価しないということの意味する。

バイアスの値を求めるには、実際に生成された議論ツリーを使うことが実用的である。すなわち、新たなノードが生成された際にどのくらいの割合で最終ノードへの返答が起こっているかを調べ、そこからバイアスを逆算する。この方法ではツリーの成長に伴ってバイアスの推定値も変化するが、ノード数が十分に多ければ安定した値を得られる。

3.4. 事例研究

前節で紹介した NCI は、国際協力事業団 (JICA) の環境社会配慮ガイドライン改定委員会において利用された。JICA は日本による海外開発援助 (ODA) を目的として設立された特殊法人で、開発途上国への技術協力を始めとして様々な国際協力事業を行っている。環境社会配慮ガイドライン改定委員会は JICA 事業全般の環境社会配慮の基本方針、目的、手続き、情報公開のあり方等について議論するための委員会であり、2002年12月に設置された。改定委員会における議論内容は全てインターネット上で公開されており¹³⁾、誰でもコメント・意見を投稿できるようにになっている。

議事録の公開にあたっては CRANES が使用された。

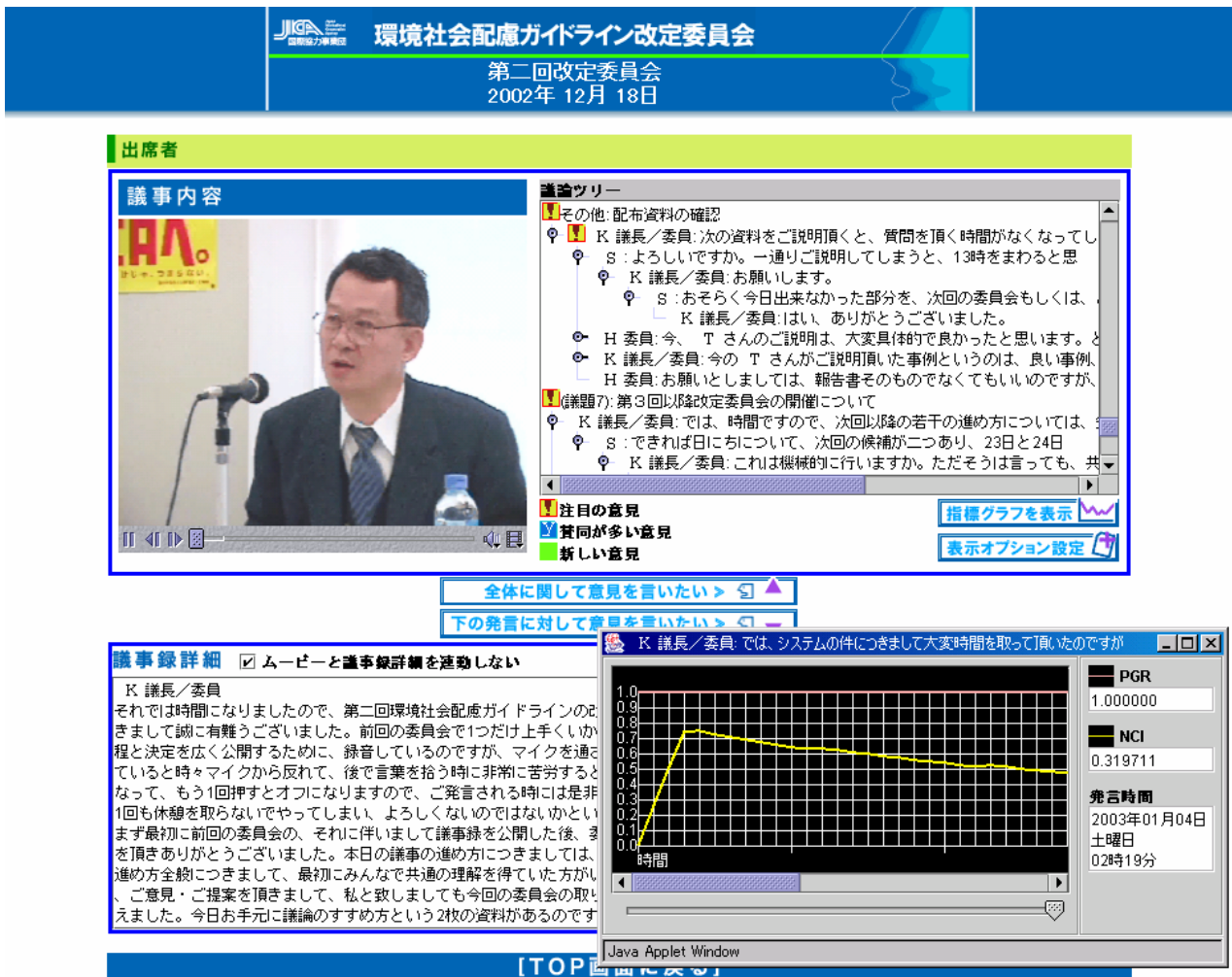


Fig. 2 JICA 環境社会ガイドライン改定委員会の議論支援システム画面例

CRANES によって改定委員会の議事の内容が表示されている様子を Fig. 2 に示す。議論は Fig. 2 右上にあるように、ツリー状に整形されている。このシステムに、NCI が高い値を示すノードを強調表示する機能と NCI の時間変化をグラフ表示する機能が導入された。ただし、委員会の最中とその後のパブリックコメントで発言間隔が著しく異なるため、時間は各発言間を 1 単位としている。ここで NCI の高いノードは「！」マークによって強調されている。

NCI が高い値を示し「注目の意見」として強調表示されたノードは、議題（発言ではないがノードとして扱われている）、各議題に関連した JICA 事務局による説明、議長による導入及び問題提起、などであった。これらのノードの NCI が高くなった理由は以下のようなものだと考えられる。まず、議題は必ず議論ツリーの起点として扱われており、全ての議論は議題から派生したものとなっていた。このため、特に多くの子孫ノードを持つ傾向にあった。次に JICA 事務局による説明だが、強調されていたのは主に各議題に関する議論の冒頭で行われ

た説明で、様々な質問の呼び水となっていた。最後に、議長による導入及び問題提起は他の委員に発言を促す形で終わるものが多く、返答を受けやすかった。また、JICA 事務局による冒頭説明が後に続くことが多く、その影響で子孫ノードが多くなるという傾向もあったと考えられる。

以上のノードはその内容から見ても、議論の概要に関する理解を与え、より詳細な内容に入っていくための起点となり得るものであり、当初の目的は達成されたと言える。

さらに、この事例研究を詳細に分析することによって NCI の適用に関する以下の知見を得た。今回扱った事例では Fig. 3, Fig. 4 のように、連続した一群のノードが強調表示されるという現象がしばしば見られた。あるノードが多くの子孫ノードを持っている場合、その親ノードも同様に多くの子孫ノードを持つことになるので、親子関係にある連続したノードの NCI が一様に高い値を示すという現象は不自然ではない。特に、親ノードの子の数が少なく、親ノードと子ノードの生成した時間の差が小

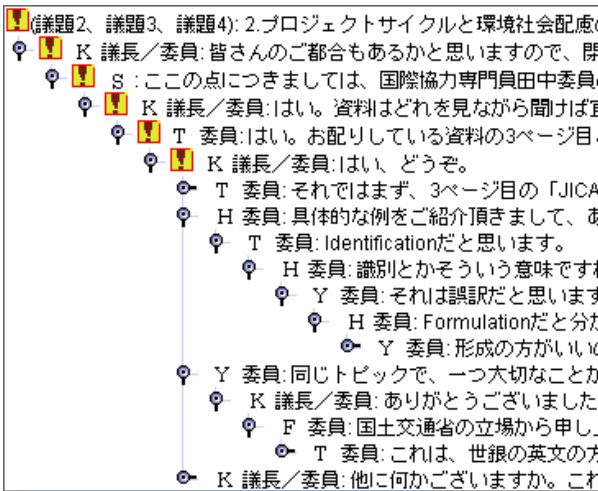


Fig. 3 第2回改定委員会の議論ツリー

さいとき 親子関係にあるノードのNCIは強く連動する。本事例では頻繁にこの現象が起きており、NCIの連動が顕著に表れたのだと考えられる。

しかし、一方でこのような表示は時に不必要な情報を提供しているとも言える。すなわち、連続したノードのうちの一つからその周辺のノードへと簡単にたどっていくことは容易なので、一連のノードの内容に大差がない場合、それら全てを強調する必要はない。適当なもの一つを選んで提示すれば充分であり、むしろその方が見やすさという点で優るだろう。

それでは、ノードの強調表示はどこまで省略するのが望ましいのか 強調されたノードが連続している場合は、一つを残して他のノードの強調は全て省いてしまう、というのは簡単な方法の一つである。Fig. 3 のケースでは連続しているノードの中であまり議論が発展しておらず、また途中で別の議論が派生するという現象も見られないので、それで充分である。

次に Fig. 4 のケースを検討する。図からわかるように、ノード3からは多くの議論が派生しており、ノード4はノード3の子ノードである。内容を見ると、ノード1~3は JICA による無償資金協力の事前調査の概要説明と、議長による議事進行のための発言であることが分かる。そしてノード4とその子孫ノードは、事前調査と開発調査で報告書の公開、実施の判断、監理責任にどのような差があるかに関する質疑と回答である。このように、ノード3までの内容は包括的なものであるが、ノード4以降はそこから派生する各論であり、それぞれについて適当なノードが一つずつ提示されるのが望ましい。そのため、強調すべき連続したノードを一つのノードに代表させる、という手法とは異なったアプローチが必要である。

ここで NCI の時間変化に着目する。同じ話題に関するノードの NCI の振舞いは、類似しているかどうかを調べ

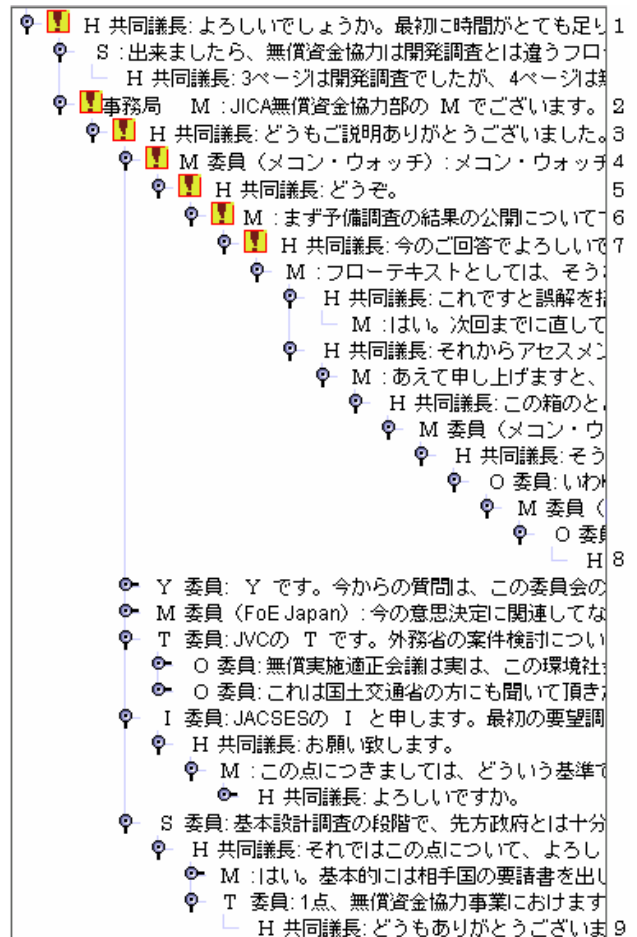


Fig. 4 第3回改定委員会の議論ツリー

るためである。多くのノードについて NCI の時間変化を観察した結果、ほとんどの場合、NCI は Fig. 2 右下にあるような曲線を描くことが判明した。NCI は、ノードの生成時に多くの返答があるために上昇していくが、議論が他の話題に移ったところで極大を示し、以後、議論の進行とともに減少していくことが多い。そこで Fig. 4 の強調表示されたノードについて、NCI の極大値と極大をとった時刻を調べたところ、Table 1 のようになった。いずれの値も、概要説明に関連したノードのグループと、質疑に関連したノードのグループで明確な差異が見られ

Table 1 各ノードのNCIの極大値及び極大をとった時刻

| ノード番号 | 極大値 | 時刻 |
|-------|------|-------|
| 1 | 7.42 | 16:03 |
| 2 | 7.18 | 16:03 |
| 3 | 7.09 | 16:03 |
| 4 | 2.73 | 15:36 |
| 5 | 2.57 | 15:36 |
| 6 | 2.41 | 15:36 |
| 7 | 2.24 | 15:36 |

る¹⁾。よって連続したノードが強調表示されている場合は、NCIの極大値と極大をとった時刻が近いノードをグループ化し、適当な一つのノードに代表させることで、注目すべきノードをより簡潔に提示することができる。このように、議論の中でどの発言が代表的かを様々な角度から分析することができる。

4. HS 指数を用いたナビゲーション機能

4.1. ナビゲーション機能の必要性

NCI 指標を用いることにより、議論ツリーの動態的特徴から、特に注目されているノードを識別することが可能となった。NCI 指標からユーザーが得ることができるのは、画面内に現れている各ノード（発言）自体がどれだけ注目されているかという個別の情報である。

しかし 議事録を閲覧する際や議論に参加する際には、各々のノードの個別的な内容のみならず、前後の文脈の中で各ノードがどのような意味を持つかという、議論の「流れ」を把握することが不可欠である。

本章では、議論ツリーと構造的に類似している水路網や河川の形態学的な解析を行う際に用いられてきた手法を CRANES へ適用し、議論構造の補完的な可視化手法を提案する。

4.2. HS 指数と計算方法

自然界に現れる河川は、上流から下流に向かうにつれて次々に合流を繰り返し、もうそれ以上分岐点がない「源流」から本流へと至る階層構造をなしている。この河川の形態学的な複雑さを定量化するために Horton が考え、Strahler が改善した指標が HS 指数（Horton-Strahler number）である¹⁴⁾。

河川の分岐を全て二分岐として扱い、源流から支流について、帰納的に HS 指数を与えていく。Herman らの体系を援用すれば HS 指数は次のように定式化できる¹⁵⁾。

$$S_n = \begin{cases} 1 & (n = \text{源流}) \\ S_i + 1 & (S_i = S_j) \\ \max\{S_i, S_j\} & (S_i \neq S_j) \end{cases} \quad (5)$$

ここに、 n, i, j は河川の各流れを示す番号であり、 S は HS 指数を示す。 i, j は合流して n になっているものとする。

この定義では、Strahler らに従いすべての源流の HS 指数を 1 としている。支流同士が合流する場合は、i) 2本の支流の HS 指数が等しいときには支流の HS 指数に 1 を加えた値を合流した流れに与え、ii) 2本の支流の HS 指数が異なる場合には、支流のうちで HS 指数が大きい方の値を合流した流れに与えるというものである。

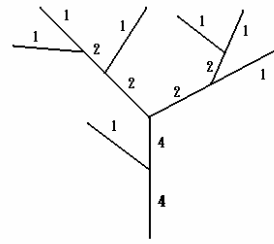


Fig.5 HS 指数の具体例

この定義によって 河川系のすべての流れについて HS 指数を定めることができる。この指数は河川や議論ツリーのもつ位相的・構造的な複雑さを表していると言える¹⁶⁾。この HS 指数を具体的に計算した例が Fig.5 である。

さらに Herman らは、この Horton, Strahler による二岐木の定義を任意の分岐をもつ木構造へも適用できるように拡張し、コンピューター・ファイルシステムの構造へ適用することを試みた¹⁶⁾。この手法を用いると、HS 指数に応じてノード間の線の太さを変えるなどの可視化を行うことにより、効率的な情報閲覧が可能になる。CRANES の議論ツリーも河川の階層構造と形態的には同じであり、Herman らの手法を採用することで、ユーザー補助機能を高めることができると考えられる。

HS 指数では各流れ（リンク）に対して値を定めているが、その代わりに各ノードに対して HS 指数を与えていると考えても一般性を失わない。Herman らの任意の分岐数を許す定義では、議論ツリーの各ノードに対して、その子ノードの数を考慮に入れる。CRANES の議論ツリーにもこれと同じ定義を用い、各ノードに対して次のように帰納的に HS 指数を定めていく。

$$S_n = \begin{cases} 1 & (\rho_n = 0) \\ S_i + \rho_n - 1 & (\rho_n \neq 0, \max\{S_i\} = \min\{S_i\}) \\ \max\{S_i\} + \rho_n - 2 & (\rho_n \neq 0, \max\{S_i\} \neq \min\{S_i\}) \end{cases} \quad (6)$$

ここで、 n, i はノードを示す番号であり、 S は HS 指数を表している。また、 ρ_n はノード n の子ノードの数であり、 i は n の子ノードに付けられた番号 ($i=1, 2, \dots, \rho_n$) である。この定義はもとの Strahler らによる HS 指数の定義の自然な拡張になっている。

各ノードに与えられた HS 指数に応じノード間の線の太さを変えることで情報の可視化が可能になる。このような方法で、HS 指数という構造的な複雑さを示す指標から、議論の流れの全体像を効率よく表示することができる。

4.3. CRANES への適用結果

CRANES を用いて作成した議論ツリーの各ノードに

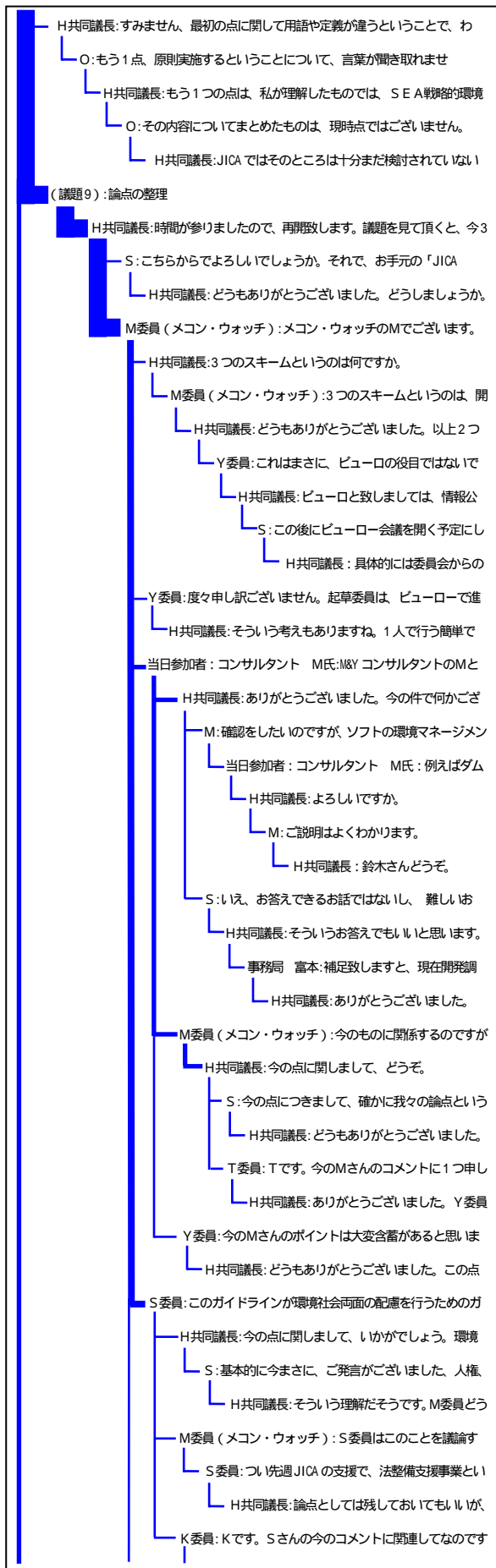


Fig.6 HS 指数の CRANES への適用例

ついて HS 指数を定義し、ノード間の線の太さを変えた例を Fig.6 に示した。ここで対象としている議論は、上述の JICA 環境社会配慮ガイドライン改定委員会第 3 回 (2003 年 1 月 24 日) の一部である。図より、議論ツリーの中の太い線を辿ることによって、最も活発なやりとりのあった議論の流れを追うことができる。

例えば Fig.6 で議論が集中している (議題 9) について見てみると、H 共同議長のコメントの下についている M 委員によるコメントとさらにその下の S 委員のコメント、当日参加者のコメントを辿ることで議論の概略が分かる。

以上のような手法を用いることによって、ツリー構造化された文章から、議論の代表的な流れを視覚的・直感的に把握することが可能になる。これらの可視化手法を実際の政策議論の場面に応用することで、複雑に錯綜する社会問題の理解に要するプロセスの効率を高め、互いの差異を意識しつつ創造的な問題解決を行うための環境が醸成される。

5. 結論

本研究は政策決定において表出する多様な議論を民主的決定の基盤として積極的に活用するための手法論を提案した。ここで提案したいくつかの手法の特徴は、対立する主張を必ずしも 1 つの結論に集約しようとせず、人々が特に議論を深めるに値すると考えた複数の主張を抽出することを目的とする点である。本手法を用いると、各ユーザーは自らの主張がどれ程妥当かつ主流であったとしても、それとは異なる論理が存在するかどうか、それらが説得的か否かを吟味することができる。また社会問題に関する議論のプロセスから、特に見解の分かれている論点を抽出する作業を支援することができる。

実際に事例研究で取り上げた委員会では、議論の流れを本手法によって振り返り、その後の論点整理に活用する試みが行われた。委員会外部の関心も高く、当 Web サイトは 2002 年 12 月 12 日から 2003 年 9 月 18 日現在までの間に成功したものだけで 13,772 件 (日平均 19 件) のページリクエストを数えた。少数ではあるがシステム上に意見を書き込むことによって、議論に直接参画している例も見られた。これらは従来の議事録公開の方法では実現しえなかったものである。

社会的意思決定において、科学的または社会的に最も合理的な社会問題の解決策が常に存在し、問題解決とはその最適解を探すことであるという前提に立った古典的な意思決定支援手法には様々な限界がある。議論支援システムを意思決定に用いる際に、人々の議論から唯一の結論を自動的に探し出そうというアプローチは、現代社会においてその適用範囲が極めて限られている。多元性が前提とされる社会における問題の構造化手法は、対立する認識や価値を多くの人が共有できる形式で表現する

ことが求められる．本論文で提案した手法をはじめとする議論支援システムは，多くの社会問題が孕む複雑性と多元性を表現するための公共コミュニケーション技術として重要な役割を担っている．

謝辞

本研究は社会技術研究システムミッション・プログラム「安全性に係わる社会問題解決のための知識体系の構築」(平成13～14年度は日本原子力研究所の事業，平成15年度からは科学技術振興団の事業)，及び独創的革新技術開発研究(文部科学省)の一部として行われた．事例研究にあたっては国際協力事業団(JICA)環境社会配慮ガイドライン改訂委員会(共同議長：國島正彦 東京大学大学院教授，原科彦彦東京工業大学大学院教授)より多大なるご支援を戴いた．ここに記して心より御礼申し上げます．

参考文献

- 1) Fischer, F. and Forrester, J. (1993). *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. London: University College London Press.
 - 2) Horita, M. (2000). Mapping Policy Discourse with CRANE: A Spatial Understanding Support System as a Medium for Community Conflict Resolution. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 27(6), 801-814.
 - 3) Toulmin, S. E. (1958). *The Use of Arguments*. Cambridge: Cambridge University Press.
 - 4) Conklin, J. and Begeman, M. L. (1988). gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion. *CSCW 1988*, pp.140-152.
 - 5) Conklin, J. (2002). Dialog Mapping: Reflections on an Industrial Strength Case Study. In P. A. Kirschner *et al.* (Ed), *Visualizing Argumentation: Software Tools for Collaborative and Educational Sense-Making*. London: Springer-Verlag.
 - 6) Malone, T. W., Lai, K. Y. and Fry, C. (1995). Experiments With Oval - a Radically Tailorable Tool For Cooperative Work. *ACM Transactions On Information Systems*, 13(2), 177-205.
 - 7) Sillince, J.A.A. and Saeedi, M.H. (1999). Incorporating Rhetorical and Plausible Reasoning in an Electronic Conferencing System. *Knowledge Based Systems*, 12, 113-127.
 - 8) Ball, W. J. (1994). Using Virgil to Analyze Public-Policy Arguments - A System Based On Toulmin Informal Logic. *Social Science Computer Review*, 12(1), 26-37.
 - 9) Sillince, J. A. A. (1994). Multiagent Conflict-Resolution - A Computational Framework for an Intelligent Argumentation Program, *Knowledge-Based Systems*, 7(2), 75-90.
 - 10) McBurney, P. and Parsons, S. (2001) Intelligent Systems to Support Deliberative Democracy in Environmental Regulation. *Information and Communications Technology Law*, 10(1), 33-43.
 - 11) 堀田昌英, 神野由紀(2001)「参画型パブリック・マネジメントの情報基盤 CRANES の開発。」『土木学会論文集』686(-52), 109-120.
 - 12) Horita, M., and Iwahashi, N. (2003). On Discovery of Stirring Arguments: A Random-Tree Approach to Collaborative Argumentation Support. Presented at Social Intelligence Design.2003, Royal Holloway London, London, 6-8 July 2003.
 - 13) JICA (2002) 『JICA 環境社会配慮ガイドライン改定委員会』 <http://cmis2001.t.u-tokyo.ac.jp/jica/> [2003, May].
 - 14) 高木隆司(1992)『シリーズ 現代人の数理 1 ; 形の数理』(pp.57-60) 朝倉書店.
 - 15) Herman, I., Delest, M., and Melancon, G. (1998). Tree Visualisation and Navigation Clues for Information Visualisation *INS-R9806*. <http://www.cwi.nl/InfoVisu/papers/treevis.pdf> [2003, March 27].
 - 16) Halsey, C., (2001.09)「パターン形成をモデル化する」『パリティ』9(16), 4-11
-
- i) ノード1～3, 4～7のNCIが極大をとった時刻は，それぞれの議論に関連した最後の発言に当たる，ノード8(1～3の場合)，ノード9(4～7の場合)が生成された時刻に一致した．これは，話題が移行する時にNCIが極大を示すという性質を表している．

A PLURALIST APPROACH TO VISUALISATION OF POLICY DISCOURSE: ARGUMENTATION SUPPORT AS SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS

Masahide HORITA¹, Teruaki ENOTO², and Nobutaka IWAHASHI³

¹PhD Associate Professor, University of Tokyo, Dept. of Civil Engineering (E-mail: horita@ken-mgt.t.u-tokyo.ac.jp)
and Part-time Researcher, RISTEX

²University of Tokyo, Dept of Physics (E-mail: tohsen@kd6.so-net.ne.jp)

³University of Tokyo, Dept. of Chemistry and Biotechnology (E-mail: t30679@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

This paper proposes a pluralist approach to visualization of policy discourse. Argumentation support systems have been applied to political decision-making by visualizing the logical and linguistic structure of arguments. It is further needed that, in order to produce a better collective understanding of complex societal problems, such argumentation support systems have the capability of highlighting value conflicts based on different perspectives. The proposed methodology extracts those lines of arguments which are mutually exclusive but nevertheless each worth exploring. It has been applied to public arguments in a quasi-governmental committee. The paper reports on the outcome of the case study and discusses its implication for socio-technical systems.

Key Words: *policy discourse, argumentation support systems, problem structuring, pluralism, random tree*